

**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física

**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física  
Polo **ufsc** Sorocaba



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS PARA A SUSTENTABILIDADE

DEPARTAMENTO DE FÍSICA, QUÍMICA E MATEMÁTICA

**CONSTRUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO PARA O  
ENSINO DE FÍSICA PARA ALUNOS COM  
DEFICIÊNCIA VISUAL**

**BRUNO TERRA KAUVAUTI**

**ORIENTADOR: PROF. DR. TERSIO GUILHERME DE SOUZA CRUZ**

**COORIENTADORA: PROFa. DRa. FERNANDA KEILA MARINHO DA SILVA**

Sorocaba - SP  
Abril de 2019

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS PARA A SUSTENTABILIDADE  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA, QUÍMICA E MATEMÁTICA

**CONSTRUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO PARA O  
ENSINO DE FÍSICA PARA ALUNOS COM  
DEFICIÊNCIA VISUAL**

**BRUNO TERRA KAUVAUTI**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Física (PROFIS-So) da Universidade Federal de São Carlos, *campus* Sorocaba, no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Área de concentração: Física no Ensino Médio.

Orientador: Prof. Dr. Tersio Guilherme de Souza Cruz.

Sorocaba - SP  
Abril de 2019

**BRUNO TERRA KAUVAUTI**

**CONSTRUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO PARA O ENSINO DE FÍSICA PARA  
ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Física (PROFIS-So) da Universidade Federal de São Carlos, *campus* Sorocaba, no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Área de concentração: Física no Ensino Médio.

Sorocaba-SP, 03 de abril de 2019.

Orientador:



---

Prof. Dr. Tersio Guilherme de Souza Cruz  
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar – *campus* Sorocaba)

Examinadora:



---

Prof. Dra. Cristina Cinto Araujo Pedroso  
Universidade de São Paulo (USP – *campus* Ribeirão Preto) (Participação à distância)

Examinador:



---

Prof. Dr. Sérgio Dias Campos  
Universidade de São Carlos (UFSCar – *campus* Sorocaba)

Sorocaba - SP  
Abril de 2019

Kauvauti , Bruno Terra

Construção de material didático para o ensino de Física para alunos com deficiência visual / Bruno Terra Kauvauti . -- 2019.

136 f. : 30 cm.

Dissertação (mestrado)-Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba

Orientador: Tersio Guilherme de Souza Cruz. Coorientadora: Fernanda Keila Marinho da Silva.

Banca examinadora: Tersio Guilherme de Souza Cruz; Cristina Cinto Araujo Pedroso; Sérgio Dias Campos.

Bibliografia

1. Ensino de Física. 2. Educação inclusiva. 3. Deficiência visual. I. Orientador. II. Universidade Federal de São Carlos. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pelo Programa de Geração Automática da Secretaria Geral de Informática (SIn).

DADOS FORNECIDOS PELO(A) AUTOR(A)

Bibliotecário(a) Responsável: Maria Aparecida de Lourdes Mariano – CRB/8 6979

*Dedico esta dissertação à todas as pessoas que passaram na minha vida, pois levo comigo um pedacinho de cada um.*

# AGRADECIMENTO

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo fomento ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) e pela bolsa de estudos durante todo o período de formação.

Expresso meus agradecimentos ao Prof. Dr. Tersio Guilherme de Souza Cruz e à Profa. Dra. Fernanda Keila Marinho da Silva pelas orientações e discussões feitas no decorrer do trabalho.

Agradeço ao grupo de pesquisa do Projeto VerTátil, pelas discussões iniciais relacionadas à produção de materiais táteis.

Agradeço a todos os professores que passaram na minha vida, em especial aos professores de minha graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP – *campus* Itapetininga) e aos professores do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF – *campus* Sorocaba).

E sobretudo agradeço a minha mãe pelo amor incondicional comigo, com meu irmão e com meu pai, muito obrigado pela sua dedicação conosco, você é e sempre será minha fonte motivadora.

há tantos quadros na parede  
há tantas formas de se ver o mesmo quadro  
há tanta gente pelas ruas  
há tantas ruas e nenhuma é igual a outra  
(ninguém = ninguém)  
me espanta que tanta gente sinta  
(se é que sente) a mesma indiferença

Humberto Gessinger

# RESUMO

KAUVAUTI, Bruno Terra. Construção de material didático para o ensino de Física para alunos com deficiência visual. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal de São Carlos (*campus* Sorocaba), Sorocaba, 2019.

O presente trabalho tem como objetivo apresentar um material didático para o Ensino de Física para alunos com deficiência visual em salas de aulas comuns. O recurso desenvolvido resume-se em maquetes de alto-relevo baseadas em imagens ilustrativas do caderno de apoio ao currículo do Estado de São Paulo. O uso de adaptações de imagens em maquetes de alto-relevo não é novo, porém o trabalho desenvolvido nessa dissertação difere de outros consultados até o momento, pois apresenta um modelo de aplicação para as maquetes de alto-relevo em sala de aula comum. Em relação à teoria de aprendizagem, baseamos na teoria de Ausubel. Observamos que a educação inclusiva não é uma tarefa fácil de efetivar, pois existem muitos outros percalços vigentes nesse processo, dentre os quais destacamos: o atraso educacional entre alguns alunos presentes em uma mesma sala de aula, a falta de apoio aos alunos com deficiência visual (instrumentais, ambientais e sociais) e a falta de formação do professor de Física acerca das especificidades do aluno com deficiência visual. Contudo, o presente trabalho não pretende solucionar essa situação, mas colaborar na conscientização dos professores para que possam melhorar sua didática em respeito ao ensino de Física para alunos com deficiência visual. Acreditamos que as maquetes demonstraram alcançar os objetivos esperados, pois, dentre os alunos que acompanharam e participaram até ao fim da atividade, houve relatos de que os modelos (maquetes táteis-visuais) possibilitaram melhor visualização do conceito físico e, melhor desenvolvimento da aula.

**Palavras-chave:** Ensino de Física. Educação inclusiva. Deficiência visual. Inclusão. Maquete alto-relevo.

# ABSTRACT

The present work aims to present a didactic material for the Physics Teaching focuses on students with visual deficiency in common classrooms. The method adopted is summarized in the high-relief models based on illustrative images of the supporting curriculum book of the State of São Paulo. The use of adaptations of images in high-relief models is not new, but the work developed in this dissertation differs from others consulted so far, as it presents an application model for high-relief models in common classroom. In relation to learning theory, we are based on the theory of Ausubel. We observed that inclusive education is not an easy task to perform, since there are many other existing obstacles in this process, among which we highlight: the difference in levels of learning among students in the same classroom, the lack of support for students with visual impairment (instrumental, environmental and social) and the lack of training for Physics teachers in the specificity of the student with visual impairment. However, the present work does not intend to solve this situation, but rather to collaborate in raising awareness of teachers, so that they can improve their didactics in respect to Physics teaching for students with visual impairment. We believe that these models have demonstrated that it is possible to achieve the expected objectives, since, among the students who kept track on the activity and participated in it until the end of the process, there were reports that the models (tactile-visual models) allowed a better comprehension of the physical concept and a better development of classes.

**Keywords:** Teaching Physics. Inclusive education. Visual impairment. Inclusion. High-relief mockup.

# LISTA DE FIGURAS

- Figura 2.1 – Relação de publicações de artigos relacionados com o Ensino de Física para pessoas com deficiência visual. O eixo vertical refere-se à “Quantidade de artigos publicados”, o eixo horizontal refere-se ao “Ano de publicação” do artigo. .... 40
- Figura 3.1 – Foto superficial da maquete. Do lado dos números e embaixo da escrita: “nível do mar”, seguem suas respectivas legendas em Braille. O papel camurça azul escuro representa o mar, a folha de E.V.A. marrom representa o solo terrestre, o barbante representa a localização da altitude. As tiras pretas (lixa nº 240) acima dos números representam a localização de uma determinada cidade. A maquete tem 65,5 cm de comprimento e 25,5 cm de largura. O espaçamento entre cada nível de altitude é de aproximadamente 4,5 cm. .... 50
- Figura 3.2 – Foto da maquete com os cubos. Os cubos representam uma porção de ar referente a cada altitude. Escolhemos as cidades pressupondo serem conhecidas pelos alunos a fim de contextualizar o ensino. Não nos preocupamos em reproduzir nas devidas escalas (referentes as densidades do ar atmosférico para cada altitude). A aresta de cada cubo é 10 cm. .... 50
- Figura 3.3 – Foto aproximada dos cubos a fim do leitor observar os detalhes do modelo. As arestas são preenchidas por barbante e os pingos feitos com tinta relevo de cor azul escuro representam as moléculas de ar. .... 51
- Figura 3.4 – Foto da maquete finalizada referente ao espelho côncavo. Objeto posto sobre o eixo principal e antes do centro de curvatura do espelho. Produz uma imagem real, invertida e de menor tamanho em relação ao objeto (cerca de 4 cm). .... 52
- Figura 3.5 – Foto da maquete finalizada referente ao espelho côncavo. Objeto posto sobre o eixo principal e sobre o centro de curvatura do espelho. Produz uma imagem real, invertida e de mesmo tamanho do objeto (7 cm). .... 52
- Figura 3.6 – Foto da maquete finalizada referente ao espelho côncavo. Objeto posto sobre o eixo principal e entre o centro de curvatura e foco do espelho. Produz uma imagem real, invertida e de maior tamanho em relação ao objeto (cerca de 10 cm). .... 53
- Figura 3.7 – Foto da maquete finalizada referente ao espelho côncavo. Objeto posto sobre o eixo principal e sobre o foco do espelho. Não produz imagem. .... 53
- Figura 3.8 – Foto da maquete finalizada referente ao espelho côncavo. Objeto posto sobre o eixo principal e entre o foco e o vértice do espelho. Produz uma imagem virtual, direita e de maior tamanho em relação ao objeto (12 cm). .... 54

- Figura 3.9 – Foto da maquete finalizada referente ao espelho convexo. Objeto posto sobre o eixo principal e distante do espelho. Produz uma imagem virtual, direita e de menor tamanho em relação ao objeto (cerca de 2,2 cm)..... 54
- Figura 3.10 – Foto da maquete finalizada referente ao espelho convexo. Objeto posto sobre o eixo principal e próximo do espelho. Produz uma imagem virtual, direita e de menor tamanho em relação ao objeto (cerca de 4,5 cm)..... 55
- Figura 3.11 – Imagem ilustrativa de uma representação conceitual que foca em demonstrar a porcentagem da atmosfera contida em determinada altura. Apresenta também uma altura aproximada da troposfera ( $\sim 10$  km). ..... 56
- Figura 3.12 – O gráfico mostra que a pressão, numa atmosfera isotérmica, decresce exponencialmente com a altitude. No eixo da ordenada,  $P$  refere-se a pressão final e  $P_0$  a pressão inicial. No eixo da abscissa,  $z$  refere-se a altitude e  $\alpha$  a uma constante..... 59
- Figura 3.13 – Imagem ilustrativa de um barômetro de mercúrio. A letra  $P$  refere-se a pressão final e ela sempre vai ser considerada como aproximadamente zero.  $P_0$  refere-se a pressão inicial, em outras palavras ela é a pressão atmosférica.  $h$  refere-se a altura da coluna de mercúrio. .... 60
- Figura 3.14 – Imagem ilustrativa da pressão atmosférica agindo sobre a superfície de uma bebida que está dentro do copo. Isso acontece porque antes de sugarmos o líquido, sugamos o ar contido dentro do canudinho, desta forma, a pressão interna do canudinho diminui, como a pressão externa (pressão atmosférica) é maior, ela empurra líquido fazendo-o subir pelo canudinho..... 61
- Figura 3.15 – Imagem ilustrativa do estudo relacionado com a óptica geométrica referente ao espelho côncavo. O ponto objeto ( $P$ ) é posto sobre o eixo principal antes do centro de curvatura ( $C$ ). O raio de curvatura ( $R$ ) é a distância entre  $C$  e o vértice ( $V$ ).  $P$  reflete raios de luzes para todas as direções, um desses raios incide sobre um ponto no espelho, chamaremos esse ponto no espelho de ( $S$ ) e o raio incidente de  $\overline{PS}$ .  $\overline{PS}$  forma um ângulo ( $\theta$ ) com o eixo principal. Segundo a Lei da Reflexão, todo raio incidente forma um ângulo de incidência de mesmo valor do ângulo reflexão, em relação a componente normal ( $n$ ) do ponto incidido, desta maneira,  $\overline{PS}$  ao incidir em  $S$  forma um ângulo de incidência ( $\theta_1$ ) e um ângulo de reflexão ( $\theta_1$ ). O raio refletido ( $\overline{SQ}$ ) cruza o eixo principal no ponto ( $Q$ ). A distância ente  $Q$  e  $V$  ( $\overline{QV}$ ) é equivalente a  $q$  e a distância entre  $P$  e  $V$  ( $\overline{PV}$ ) é igual  $p$ ..... 61
- Figura 3.16 – Imagem ilustrativa do estudo relacionado com a óptica geométrica referente ao espelho côncavo. Os inúmeros raios emanados do ponto objeto  $P$  com diferentes ângulos  $\theta$ , respectivamente em relação ao eixo principal ( $e$ ), incidem no espelho côncavo que por sua vez refletem e cruzam o eixo principal em diferentes pontos  $Q$  formando uma superfície curva denominada caústica. A imagem não é nítida porque a imagem de um ponto conjugada com espelho esférico não é um ponto, mas uma curva..... 63

Figura 3.17 – Imagem ilustrativa do estudo relacionado com a óptica geométrica referente ao espelho côncavo. Para ambas as figuras (a) e (b), foram utilizadas uma mesma esfera, ou seja, com mesmo raio de curvatura. Porém com diferentes cortes na esfera de modo que a abertura angular ( $\alpha$ ) apresenta diferentes valores para (a) e (b). Para ambas, foi posto um ponto objeto ( $P$ ) a mesma distância em relação ao centro de curvatura do espelho ( $C$ ), com intuito de verificar o comportamento o ângulo ( $\theta$ ). Em (a) mostra um espelho côncavo com abertura angular ( $\alpha$ ) maior que  $10^\circ$ , este espelho provavelmente apresentaria aberrações esféricas. Em (b) a abertura angular ( $\alpha$ ) é menor que  $10^\circ$ , desta forma, observe que a pequena abertura angular ( $\alpha$ ) torna a esfericidade do espelho esférico quase desprezível, promovendo assim que os raios provindos do ponto objeto ( $P$ ) formem, em relação ao eixo principal ( $e$ ), ângulos ( $\theta$ ) pequenos. .... 64

Figura 3.18 – Imagem ilustrativa do estudo relacionado com a óptica geométrica referente ao espelho côncavo. Considerando um objeto representado pela seta ( $y$ ) de segmento  $\overline{PP'}$ . Em um ponto na extremidade de  $y$  é refletido dois raios em direção ao espelho côncavo, um deles é o raio  $\overline{P'S}$ , ele é paralelo ao eixo principal e produz um raio refletido que passa pelo foco ( $F$ ), o outro raio é o segmento  $\overline{P'S'}$ , ele passa pelo centro de curvatura do espelho ( $C$ ) e como ele é a normal do espelho, volta refletido na mesma direção, mas em sentido oposto. A intersecção ( $Q'$ ) desses dois raios é a imagem ( $Q'$ ) do ponto ( $P'$ ). Note, poderíamos ter tomado um raio de segmento  $\overline{P'F}$ , ele passaria por  $F$ , incidiria no espelho e refletiria paralelo ao eixo principal, coincidindo na intersecção  $Q'$ . .... 66

Figura 3.19 – Imagem ilustrativa do estudo relacionado com a óptica geométrica referente ao espelho côncavo. Perceba que o raio ( $\overline{PS}$ ), proveniente do ponto ( $P$ ), após a interação com o espelho no ponto ( $S$ ) forma uma imagem no ponto ( $Q$ ) e um raio ( $\overline{P'S}$ ), proveniente do ponto ( $P'$ ), atinge o mesmo ponto  $S$  e forma uma imagem no ponto ( $Q'$ ). O ângulo de incidência de  $\overline{P'S}$  é igual ( $\theta_1 + \varepsilon$ ), onde  $\theta_1$  é o ângulo de incidência de  $\overline{PS}$ , logo, os ângulos de reflexões são ( $\theta_1 + \varepsilon$ ) e  $\theta_1$ , respectivamente. .... 67

Figura 3.20 – As imagens ilustrativas mostram alguns dos principais traços de raios a fim de podermos determinar a posição e as características da imagem do objeto. Para todas as figuras seguem as legendas: eixo principal ( $e$ ), centro de curvatura ( $C$ ), foco ( $F$ ) e vértice ( $V$ ). Em (a): todo raio de luz que incide no espelho passando por  $C$ , reflete na mesma direção em sentido oposto. Em (b): todo raio de luz que incide no espelho paralelamente a  $e$ , reflete passando por  $F$ . Em (c): todo raio que incide no espelho passado por  $F$ , reflete paralelamente a  $e$ . Em (d): todo raio que incide no  $V$ , forma um ângulo de incidência ( $\theta$ ) de mesmo valor do ângulo de reflexão ( $\theta$ ), ambos relacionado com  $e$ . .... 69

Figura 3.21 – Para todas as figuras: (a), (b), (c), (d) e (e), seguem as legendas:  $e$  refere-se ao eixo principal,  $C$  refere-se ao centro de curvatura do espelho,  $F$  refere-se ao foco do espelho,  $V$  refere-se ao vértice do espelho (centro geométrico da calota),  $O$

refere-se ao objeto e  $i$  refere-se a imagem. Em (a):  $O$  é posto antes de  $C$ . Em (b):  $O$  é posto sobre  $C$ . Em (c):  $O$  é posto entre  $C$  e  $F$ . Em (d):  $O$  é posto sobre  $F$ . Em (e):  $O$  é posto entre  $F$  e  $V$ . ..... 70

Figura 3.22 – Para ambas as figuras: (a) e (b), seguem as legendas:  $e$  refere-se ao eixo principal,  $C$  refere-se ao centro de curvatura do espelho,  $F$  refere-se ao foco do espelho,  $V$  refere-se ao vértice do espelho (centro geométrico da calota),  $O$  refere-se ao objeto e  $i$  refere-se a imagem. Em (a):  $O$  é posto distante de  $C$ . Em (b):  $O$  é posto próximo de  $C$ . ..... 71

Figura 3.23 – Para ambas as figuras: (a) e (b), seguem as legendas:  $e$  refere-se ao eixo principal,  $C$  refere-se ao centro de curvatura do espelho,  $F$  refere-se ao foco do espelho e  $V$  refere-se ao vértice do espelho (centro geométrico da calota). Em (a) representação de um espelho côncavo e em (b) representação de um espelho convexo. .... 72

Figura 4.1 – Foto do momento em que o professor auxilia a aluna com deficiência visual a compreender a maquete, definindo os novos significados dos materiais. .... 77

Figura 4.2 – Foto do momento em que o professor explica a definição de altitude e aproveita para relacionar com algumas cidades, provavelmente, conhecida pelos alunos. 78

Figura 4.3 – Foto do momento em que é explicado para aluna com deficiência visual a descrição dos cubos e seus significados. Cada cubo representa a densidade de cada cidade contida na maquete. .... 79

Figura 4.4 – Foto do momento em que o professor explica o conceito de pressão atmosférica relacionando com coluna de ar representado pelos cubos empilhados. .... 80

Figura 4.5 – Foto do momento inicial da aula em que o professor explica como irá desenvolver a aula. .... 82

Figura 4.6 – Foto do momento em que o professor apresenta breve a construção das maquetes. .... 82

Figura 4.7 – Foto do momento em que o professor introduz os conceitos físicos, para isso utiliza a lousa e uma linguagem adequada para que todos possam acompanhar. 83

# LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1: Relação dos artigos de periódicos relacionados com o Ensino de Física para pessoas com deficiência visual.....	38
TABELA 3.1: Resultado da análise geométrica referente a figura 3.21 .....	71
TABELA 3.2: Resultado da análise geométrica referente a figura 3.22. ....	72
TABELA 4.1: Questões para o debate (pressão atmosférica). ....	81
TABELA 4.2: Roteiro para observações táteis. ....	84
TABELA 4.3: Questões para o debate (espelhos esféricos).....	85

# LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**AEE** – *Atendimento Educacional Especializado*

**APE** – *Atendimento Pedagógico Especializado*

**CEPREVI** – *Centro de Pesquisa e Reabilitação Visual*

**SI** – *Sistema Internacional de Unidades*

**MNPEF** – *Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física*

**PNEE** – *Política Nacional de Educação Especial*

**PROFIS-So** – *Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba.*

**TA** – *Tecnologia Assistiva*

**UNIVESP** – *Universidade Virtual do Estado de São Paulo*

# SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 - APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>18</b>
1.1 INTRODUÇÃO.....	18
1.2 MOTIVAÇÃO E OBJETIVOS .....	20
1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO .....	21
<b>CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA E JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>22</b>
2.1 EDUCAÇÃO ESPECIAL E EDUCAÇÃO INCLUSIVA .....	22
2.2 SOBRE O ATENDIMENTO EDUCACIONAL ESPECIALIZADO .....	32
2.3 A DEFICIÊNCIA VISUAL .....	34
2.4 REVISÃO DA LITERATURA .....	38
<b>CAPÍTULO 3 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E PREPARAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL</b> .....	<b>45</b>
3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	45
3.2 CONSTRUINDO A FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	46
3.3 PREPARAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL .....	49
<b>3.3.1 Construção do MODELO 1</b> .....	<b>49</b>
<b>3.3.2 Construção do MODELO 2</b> .....	<b>51</b>
3.4 CONTEÚDO DE FÍSICA .....	55
<b>3.4.1 Tópico de Física: Pressão atmosférica</b> .....	<b>55</b>
<b>3.4.2 Tópico de Física: Espelhos esféricos</b> .....	<b>61</b>
3.4.2.1 Aplicação da teoria para construção gráfica de espelhos esféricos.....	68
<b>CAPÍTULO 4 - DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA E APLICAÇÃO DO PRODUTO</b> .....	<b>74</b>
4.1 ENTRANDO EM CONTATO COM A REALIDADE DA DEFICIÊNCIA VISUAL.....	74
4.2 DADOS ESCOLARES DA ESTUDANTE COM DEFICIÊNCIA VISUAL .....	75
4.3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	75
<b>4.3.1 Atividade 1</b> .....	<b>75</b>
4.3.1.1 Aplicação do MODELO 1 .....	76
<b>4.3.2 Atividade 2</b> .....	<b>81</b>

4.3.2.1 Aplicação do MODELO 2.....	81
4.4 FECHAMENTO DAS ATIVIDADES.....	85
<b>CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>88</b>
5.1 CONCLUSÕES.....	88
5.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	89
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>91</b>
<b>APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL .....</b>	<b>98</b>
CONSTRUÇÃO DO MODELO 1 .....	102
<b>Modelo de aplicação para o MODELO 1 .....</b>	<b>109</b>
CONSTRUÇÃO DO MODELO 2 .....	111
<b>Modelo de aplicação para o MODELO 2 .....</b>	<b>122</b>
<b>ANEXO A – DISPOSIÇÃO CRONOLÓGICA DAS LEIS REFERENTES À</b>	
<b>EDUCAÇÃO ESPECIAL .....</b>	<b>127</b>

# Capítulo 1

## APRESENTAÇÃO

---

---

### 1.1 INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como temática a construção e utilização de recursos instrucionais táteis-visuais de modo a atender alunos com deficiência visual em sala de aula comum<sup>1</sup> do Ensino Médio em aulas de Física. Desta forma, os recursos instrucionais táteis-visuais foram construídos nos moldes no que se refere à Tecnologia Assistiva (TA). Segundo a Lei 13.146/15, art. 3º, inciso III (BRASIL, 2015), TA ou ajudas técnicas (termo anteriormente utilizado) compreende: produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivem promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, visando à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social. Neste trabalho, os recursos táteis visuais produzidos tiveram por referência a ideia de “desenho universal”, conceito que detalharemos mais adiante e que possui paralelo com os produtos que compreendem a TA. Reconhecendo os objetivos da TA, somados com a incumbência de ensinar física, no que prevê uma aula inclusiva, os recursos instrucionais táteis-visuais foram construídos com o intuito de servirem tanto aos deficientes visuais quanto aos videntes<sup>2</sup>, presentes em uma sala de aula.

---

<sup>1</sup> Sala de aula comum refere-se a uma sala de aula de ensino regular. O termo “sala de aula comum” é normalmente utilizado na literatura quando o assunto é Educação Especial, diferenciando da sala de Atendimento Educacional Especializado (AEE) que tem outros objetivos.

<sup>2</sup> O termo “videntes” refere-se as pessoas sem problemas na visão.

Em relação ao ensino de Física, como professores, percebemos e compreendemos que o mesmo exige muita abstração e que possui, como um dos alicerces para o aprendizado, a experimentação. Desta forma, é imprescindível que o professor trabalhe, juntamente com a teoria, a demonstração de experiências, a fim de proporcionar maior compreensão dos conceitos físicos.

Entretanto, entendemos que o termo: “demonstração de experiências”, não restringe apenas no ato de realizar um experimento de fato. Tal termo, ao nosso entendimento, está também, em sua essência, diretamente relacionado com o ato de observar. Logo, compreendemos que o simples fato de observar a ilustração de uma demonstração de experimento pode proporcionar aprendizado aos alunos, mesmo aos que, previamente, já conhecerem os fenômenos físicos envolvidos, pois tais ilustrações são compostas de detalhes que destacam os fundamentos teóricos envolvidos num experimento. Com isso, não queremos distorcer ou distanciar do verdadeiro significado do termo “experimentação”, mas destacar a ideia de Gaspar (2014, p. 40) que diz: “Só quem tem uma base conceitual mínima em relação a determinado conhecimento científico é capaz de observar um fenômeno a ele relacionado”. Em outras palavras, uma experimentação sem o conhecimento prévio da teoria, torna a experimentação algo vago, sem significado. Segundo Gaspar (2014) com o advento da Física moderna, a observação se torna insuficiente para a ocorrência de uma descoberta científica, a exemplo disso, cita a “descoberta” feita por James Chadwick (um dos jovens cientistas que trabalhavam com Ernest Rutherford). Chadwick, após ler um artigo surpreendente de Irene Curie e Frédéric Joliot sobre a divulgação da observação experimental, no qual descreviam que “[...] a radiação gama emitida por uma amostra de polônio, ao incidir em uma placa de parafina, fazia com que essa placa emitisse prótons” (Gaspar, 2014, p. 43), percebeu que poderia ser uma pista que há tempos ele e seus pesquisadores buscavam para a descoberta do nêutron. Sobre o artigo, Irene e Joliot, arriscaram uma explicação para o fato observado, contudo essa explicação era totalmente rejeitada por Rutherford. Chadwick refez o experimento de Irene e Joliot, e, depois de um trabalho contínuo e exaustivo, publicou um artigo anunciando a descoberta do nêutron, que lhe valeu o Prêmio Nobel de Física de 1935. Sobre ao fato da descoberta de Chadwick, Gaspar (2014) ressalta a ideia da precedência da descoberta teórica:

Em outras palavras, Chadwick “viu” o nêutron na experiência de Irene e Joliot porque tinha a convicção teórica de que ele existia, já havia feito várias experiências tentando encontrá-lo; Irene e Joliot não tinham essa convicção, não “sabiam” que o nêutron existia; por isso, mesmo vendo-o, não compreenderam o que viram. (GASPAR, 2014, p. 44)

Sobre a ideia da “precedência da descoberta teórica” de Gaspar (2014), podemos, de certo modo, relacioná-la com as ilustrações de experimentos, visto que, ilustrações de experimentos possibilitam detalhar um conceito físico, e com isso elucidar o entendimento do mesmo, possibilitando dessa maneira levar a uma melhor compreensão, novos questionamentos e até mesmo a novas descobertas “[...] se ‘é a teoria que decide o que pode ser observado’, é impossível que o aluno ‘descubra’ uma lei científica por meio da simples observação, pois se ele ainda não conhece essa lei, não saberá sequer o que deve observar.” (GASPAR. 2014, p. 51).

## 1.2 MOTIVAÇÃO E OBJETIVOS

É comum em aulas de física, por mais preparada que seja a aula do professor (quando dizemos “por mais preparada” referimos a aula em que o professor se dedica em elaborar previamente sua aula dispendo de plano de aula (roteiro) e/ou experimentos, com o intuito de favorecer ao máximo o aprendizado dos alunos), encontrar alunos com dificuldades em acompanhar a aula. Pressupomos que, dentre outras causas, tais dificuldades estejam relacionadas com a dificuldade em interpretar conceitos fundamentais da física contidos na aula. Um exemplo claro dessa situação pode ser observado quando o professor apresenta, como atividade, a leitura de um texto sobre a chuva, disposto no material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2014-2017a). O texto em si é composto de uma escrita qualitativa e objetiva, de como se formam a chuva, a neve, a geada e o orvalho. No entanto, por se tratar de um assunto direcionado a alunos do 2º ano do Ensino Médio, traz embutido diversos conceitos fundamentais da física, como por exemplo, o conceito de pressão atmosférica:

Quando subimos em lugares altos, como topos de serra ou montanhas, a pressão atmosférica diminui. Isso ocorre porque a coluna de ar acima de nós vai diminuindo e, além disso, ele torna-se mais rarefeito, pois há menos moléculas de ar por unidade de volume. (SÃO PAULO, 2014-2017a, p. 52-53, grifo nosso)

Chamamos atenção para o caso do aluno não conhecer ou não lembrar o conceito de pressão atmosférica. Para ele, o texto todo pode se tornar entediante e sem significado, podendo com isso, até mesmo, desmotivar o restante dos alunos presentes. Conhecendo esta provável

situação, acreditamos que o professor, ao perceber a carência do aluno, deva, em algum momento, introduzir o conceito físico em questão. Uma das práticas mais comuns, entre professores, para essa introdução, é a realização de uma apresentação utilizando imagens ilustrativas, que de certo modo, são feitas na lousa ou apresentadas imagens ilustrativas do próprio material de apoio ao currículo.

Como sabemos o material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo, além de servir como um orientador no que se refere às competências e habilidades que os alunos devam possuir de acordo com a série em questão, traz em sua composição atividades compostas de imagens ilustrativas.

De modo a atender a uma educação inclusiva (especificamente tratando-se do ensino de Física para alunos com deficiência visual), considerando a realidade do cenário educacional anteriormente citada, fomos motivados a utilizar as imagens ilustrativas contidas no material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo e adaptá-las em recursos táteis-visuais. Pois acreditamos que, desta forma, não estaríamos desviando do conteúdo curricular proposto e, ao mesmo tempo, estaríamos aproveitando as atividades nele contidas, visto se tratar de um material de fácil acesso (disponível gratuitamente aos estudantes).

O presente trabalho tem como objetivo principal a apresentação de adaptações de imagens ilustrativas contidas em livros didáticos, em especial sobre o material de apoio do currículo escolar do Estado de São Paulo, em maquetes de alto-relevo para o ensino de Física voltada para uma educação inclusiva. Além disso, tem como objetivo secundário a apresentação de um modelo de aplicação das maquetes confeccionadas. O modelo de aplicação das maquetes é um produto direcionado aos professores, que tem como objetivo dar orientações de como aplicar as maquetes e interagir com todos os alunos envolvidos.

### 1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

No capítulo 2 é apresentado um estudo sobre uma revisão bibliográfica, que nos ajudou a entender o cenário das pesquisas referentes ao Ensino de Física para deficientes visuais, a história da educação inclusiva, o Atendimento Educacional Especializado (AEE) e a deficiência visual. No capítulo 3 são discutidas a fundamentação teórica adotada e a preparação do produto. No capítulo 4 é descrita e discutida a aplicação do produto. No Capítulo 5 são apresentadas as conclusões finais da aplicação do produto.

# Capítulo 2

## REVISÃO DA LITERATURA E JUSTIFICATIVA

---

---

*“[...] há diferenças e há igualdades, e nem tudo deve ser igual nem tudo deve ser diferente, [...] é preciso que tenhamos o direito de ser diferente quando a igualdade nos descaracteriza e o direito de sermos iguais quando a diferença nos inferioriza.” (MANTOAN, 2004, p. 39)*

### 2.1 EDUCAÇÃO ESPECIAL E EDUCAÇÃO INCLUSIVA

Neste capítulo, queremos defender que a educação inclusiva vai além da educação especial. Para entendermos a afirmação da frase citada acima devemos entender que:

Por muito tempo perdurou o entendimento de que a educação especial, organizada de forma paralela à educação comum, seria a forma mais apropriada para o atendimento de estudantes que apresentavam deficiência ou que não se adequassem à estrutura rígida dos sistemas de ensino. (BRASIL, 2008, p. 8)

No ano de 1994, foi realizado na cidade de Salamanca (Espanha) uma conferência mundial sobre a educação especial (DECLARAÇÃO DE SALAMANCA, 1994, p. 1-17). Essa conferência teve como objetivo informar sobre políticas e ações que auxiliariam a melhorar o acesso à educação para a maioria daquelas cujas necessidades especiais ainda se encontravam desprotegidas em termos legais.

Referente aos aspectos apontados na Declaração de Salamanca, destacamos o item 3 da “Estrutura de ação em educação especial”:

O princípio que orienta esta Estrutura é o de que escolas deveriam acomodar todas as crianças independentemente de suas condições físicas, intelectuais, sociais, emocionais, linguísticas ou outras. Aquelas deveriam incluir crianças deficientes e superdotadas, crianças de rua e que trabalham, crianças de origem remota ou de população nômade, crianças pertencentes a minorias linguísticas, étnicas ou culturais, e crianças de outros grupos desvantajados ou marginalizados. Tais condições geram uma variedade de diferentes desafios aos sistemas escolares. (DECLARAÇÃO DE SALAMANCA, 1994, p. 3, grifo nosso)

É importante demarcar que essa preocupação data de 1994, destacando desafios que ainda hoje estão longe de serem resolvidos. O item 3 continua:

No contexto desta Estrutura, o termo "necessidades educacionais especiais" refere-se a todas aquelas crianças ou jovens cujas necessidades educacionais especiais se originam em função de deficiências ou dificuldades de aprendizagem. Muitas crianças experimentam dificuldades de aprendizagem e, portanto, possuem necessidades educacionais especiais em algum ponto durante a sua escolarização. Escolas devem buscar formas de educar tais crianças bem-sucedidamente, incluindo aquelas que possuam desvantagens severas. Existe um consenso emergente de que crianças e jovens com necessidades educacionais especiais devam ser incluídas em arranjos educacionais feitos para a maioria das crianças. Isto levou ao conceito de escola inclusiva. O desafio que confronta a escola inclusiva é no que diz respeito ao desenvolvimento de uma pedagogia centrada na criança e capaz de bem-sucedidamente educar todas as crianças, incluindo aquelas que possuam desvantagens severas. O mérito de tais escolas não reside somente no fato de que elas sejam capazes de prover uma educação de alta qualidade a todas as crianças: o estabelecimento de tais escolas é um passo crucial no sentido de modificar atitudes discriminatórias, de criar comunidades acolhedoras e de desenvolver uma sociedade inclusiva. (DECLARAÇÃO DE SALAMANCA, 1994, p. 3, grifo nosso)

Sobre o item 3 chamamos a atenção para o termo: “necessidades educacionais especiais”. Segundo a Declaração de Salamanca todos os alunos “[...] experimentam dificuldades de aprendizagem e, portanto, possuem necessidades educacionais especiais em algum ponto durante a sua escolarização.”. Com essa e entre outras observações a Declaração de Salamanca deixa subtendida a preocupação com uma educação mais inclusiva uma vez que a crítica ocorre em direção ao consenso de que crianças e jovens com necessidades especiais não podem ser submetidas aos arranjos educacionais feitos para a maioria das crianças. Evidentemente, essa consideração conduz à reflexão da importância de uma pedagogia centrada na necessidade educacional da criança, porém que seja capaz de educar todas as crianças.

Fortemente influenciado pela Declaração de Salamanca, o Brasil passou a formular suas políticas públicas em relação à educação inclusiva publicando, no mesmo ano, a Política Nacional de Educação Especial (PNEE).

Segundo a PNEE (BRASIL, 1994), o aluno da educação especial:

É aquele que, por apresentar necessidades próprias e diferentes dos demais alunos no domínio das aprendizagens curriculares correspondentes à sua idade, requer recursos pedagógicos e metodologias educacionais específicas. Genericamente chamados de portadores de necessidades educativas especiais, classificam-se em: portadores de deficiência (mental, visual, auditiva, física, múltipla), portadores de condutas típicas (problemas de conduta) e portadores de altas habilidades (superdotados). (BRASIL, 1994, p. 13, grifo nosso).

Apesar da PNEE (1994) não deixar claro que a educação especial deveria incluir “[...] crianças de rua e que trabalham, crianças de origem remota ou de população nômade, crianças pertencentes a minorias linguísticas, étnicas ou culturais, e crianças de outros grupos desvantajados ou marginalizados.” (DECLARAÇÃO DE SALAMANCA, 1994, p. 3), subtende-se que a PNEE (1994) estaria também se referindo a essas crianças quando define o aluno da educação especial.

A PNEE (BRASIL, 1994) não evidencia que a educação especial deva ser oferecida exclusivamente em classe especial: “Os alunos portadores de deficiências, condutas típicas ou de altas habilidades têm necessidades educativas especiais. Este fato, no entanto, não impede que ocorra a sua integração no ensino regular.” (BRASIL, 1994, p. 16, grifo nosso).

Em 1996, a Lei nº 9.394/96 estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Sobre essa lei destacamos:

Art. 4º O dever do Estado com educação escolar pública será efetivado mediante a garantia de:

III - atendimento educacional especializado gratuito aos educandos com necessidades especiais, preferencialmente na rede regular de ensino;

Art. 58. Entende-se por educação especial, para os efeitos desta Lei, a modalidade de educação escolar, oferecida preferencialmente na rede regular de ensino, para educandos portadores de necessidades especiais.

§ 1º Haverá, quando necessário, serviços de apoio especializado, na escola regular, para atender às peculiaridades da clientela de educação especial.

§ 2º O atendimento educacional será feito em classes, escolas ou serviços especializados, sempre que, em função das condições específicas dos alunos, não for possível a sua integração nas classes comuns de ensino regular.

(BRASIL, 1996)

No ano de 2008 foi elaborado um documento pelo Grupo de Trabalho (BRASIL, 2008) que de certo modo faz uma releitura da PNEE (1994), produzindo a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (PNEEPEI). Este documento esclarece que a legislação vigente nos anos 90, apesar de ter apontado uma perspectiva conceitual voltada para a organização dos sistemas de ensino inclusivo, visando garantir o acesso de todos os alunos bem como o apoio para a participação da aprendizagem, não garantiu todos esses anseios (BRASIL, 2008, p. 9).

Em 2013, a Lei nº 12.796/13 altera a Lei nº 9.394/96, estabelecendo novas diretrizes e bases para educação nacional. Dentre as novas diretrizes destacamos:

Art. 4º [...]

III - atendimento educacional especializado gratuito aos educandos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades ou superdotação, transversal a todos os níveis, etapas e modalidades, preferencialmente na rede regular de ensino; (Redação dada pela Lei nº 12.796, de 2013)

Art. 58. Entende-se por educação especial, para os efeitos desta Lei, a modalidade de educação escolar oferecida preferencialmente na rede regular de ensino, para educandos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades ou superdotação. (Redação dada pela Lei nº 12.796, de 2013)

(BRASIL, 2013, grifo nosso)

Em tempos atuais (refiro-me ao ano de 2018) a educação especial é uma modalidade de educação escolar oferecida preferencialmente na rede regular de ensino. O público da educação especial é definido como não mais o aluno com necessidades especiais como proposto em BRASIL (1994, p. 13), mas um público específico (referenciado por muitos pesquisadores como: “público alvo da educação especial (PAEE)”), que abrange as pessoas com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades ou superdotação (BRASIL, 2013). A educação especial deve garantir os serviços de apoio especializado a fim de eliminar as barreiras que possam obstruir o processo de escolarização (BRASIL, 2011). Serviço de apoio especializado também é denominado de Atendimento Educacional Especializado (AEE). O AEE é um componente da educação especial, ele deve ser ofertado de forma transversal a todos os níveis de ensino que compõe a educação escolar. Deixaremos para comentar mais sobre o AEE no tópico: “Sobre o Atendimento Educacional Especializado”.

Segundo Camargo (2017) a educação inclusiva “[...] se estende aos alunos, público-alvo da educação especial e àqueles que não são público-alvo dessa modalidade de ensino: os alunos brancos, negros, de distintos gêneros, índios, homossexuais, heterossexuais etc.” (ibid., p. 2). Essas ideias corroboram com o que diz a professora Mantoan (UNIVESP, 2015b), em uma entrevista<sup>3</sup> em relação ao ideário da educação inclusiva. Segundo Mantoan, a concepção de que a boa escola é aquela que oferece um ensino diferenciado, é errada. Porque uma boa escola é aquela que ensina para todos, ou seja, por lei, todos têm o direito de estarem juntos na sala de aula (os que têm necessidades especiais e os que não têm). Desta forma, ao estarem juntos, o ensino deve ser único e contemplar ambos, pois é desta forma, aprendendo e participando, que poder-se-á acabar com a discriminação.

O sentido dúbio de Educação Especial, acentuado pela imprecisão dos textos legais que fundamentam nossos planos e propostas educacionais, tem acrescentado a essa situação outros sérios problemas de exclusão, sustentados por um entendimento equivocado dessa modalidade de ensino. Ainda é difícil distinguir a Educação Especial, tradicionalmente conhecida e praticada, de sua nova concepção, quando presente no ensino escolar e complementar à formação dos alunos com deficiência: o atendimento educacional especializado. (MANTOAN, 2011, p. 30, grifo nosso)

Mantoan (UNIVESP, 2015b) diz que alguns professores, ainda hoje (referindo-se ao ano de 2015), interpretam o termo “adaptações curriculares” disposta em documentos norteadores, de forma errada. A exemplo disso, cita o caso quando o professor, por contar com uma classe com a presença de um ou mais alunos com deficiência, exclui algum tópico disciplinar da sequência dos conteúdos propostos, pressupondo que o aluno com deficiência não possa acompanhar devido à complexidade do assunto. E, se não exclui, faz uma aula diferenciada para o aluno com deficiência visual presente, ou seja, para os alunos videntes presentes, o ensino é um, e para o aluno com deficiência, é outro.

Camargo (2016) também faz referência a esse problema e o denomina: “modelo quarenta mais um”. O problema educacional do “modelo quarenta mais um” surge da análise de uma pesquisa feita pelo autor em que futuros professores deveriam planejar uma aula, onde hipoteticamente houvesse um estudante com deficiência visual. O autor identificou que a maioria dos planos de aulas apresentados pelos licenciandos continha propostas de adaptações de imagens ilustrativas em maquetes de alto-relevo, porém, tais maquetes eram, então, trabalhadas com os estudantes com deficiência visual de forma simultânea e separada em relação às aulas dos videntes, caracterizando assim, um ambiente segregado de ensino no

---

<sup>3</sup> Entrevista publicada pela UNIVESP em 2015 no *Youtube* (UNIVESP, 2015b).

interior da sala de aula. Entendendo, então, que “quarenta” refere-se à média de alunos videntes presentes em uma sala de aula, e “um”, ao estudante com deficiência visual (CAMARGO, 2016, p. 29).

Em síntese, segundo Camargo (2016), o “modelo quarenta mais um” desenvolve-se na ideia de que, na medida em que o professor, “ao saber que terá um discente com deficiência visual em sua classe regular, pensa que terá que construir dois materiais, dois experimentos, preparar duas aulas, uma para o estudante com cegueira ou baixa visão, e outra para alunos videntes.”, segundo Crochík et al. (2013) apud Camargo (2016, p. 29): “Esse problema tem sua origem na formação docente, que não prepara os professores para trabalhar com semelhanças e diferenças entre os estudantes.”

Importante destacar, em uma entrevista à TV USP Bauru (publicada no *Youtube* em 2015), a professora Capellini<sup>4</sup> (TV USP BAURU, 2015) diz que atualmente (referindo se até o ano de 2015) deveríamos ter certo cuidado com a ideia de inserir todos os alunos com deficiência em salas de aulas comum, pois tanto a política quanto a estrutura organizacional e pedagógica da escola, em sua maioria, não abrange toda a complexidade da educação inclusiva. Capellini (ibid., 2015) chama a atenção para um caso como exemplo: uma criança que nasça com uma deficiência muito comprometida. Se a possibilidade para educação for só o recurso, então por que não levar a criança e o recurso para dentro da sala de aula comum? Desta forma, segundo Capellini, a escola, em seu todo, vai se modificar, criando assim oportunidades e, logo, otimizando os relacionamentos entre todos os envolvidos. Ao contrário desse exemplo, Capellini, destaca: imagine um deficiente que por motivos de sua deficiência, passou 18 anos de sua vida dependente do auxílio de aparelhos, não tem comunicação verbal e tem deficiência intelectual que, às vezes, torna até difícil a avaliação do quanto ela está comprometida. Por mais que tenha passado por uma educação especial (referindo se a instituições de reabilitação e apoio às pessoas com necessidades especiais), fica difícil a permanência desse aluno com deficiência na sala de aula comum. Pois, segundo a pesquisadora, com 18 anos, esse aluno entraria numa classe do 3º ano do ensino médio, e decorrente ao que se espera de alunos nessa faixa etária, o aluno com deficiência, não contemplaria o andamento da sua respectiva classe e, principalmente, não teria o devido apoio da escola em relação a sua comodidade (referindo-se: ao transporte; alimentação, que muitas

---

<sup>4</sup> Graduada em Pedagogia pela Universidade Metodista de Piracicaba (1991), Mestrado (2001) e Doutorado (2004) em Educação Especial pela Universidade Federal de São Carlos. Realizou em 2012 Pós-Doutorado na Universidade de Alcalá- Espanha, a partir do qual defendeu sua Livre docência em Educação Inclusiva em 2014 (dados disponibilizados pela autora em seu currículo Lattes).

vezes é uma alimentação balanceada; a infraestrutura inadequada, etc.). Desta forma, ele poderia sofrer danos, pois estar-se-ia ferindo sua dignidade humana.

Pode parecer meio paradoxal, mas a professora Capellini (2015) diz que a melhor forma de acabar com a discriminação é inserir qualquer aluno com deficiência numa sala de aula comum. Porém, o quanto antes. Pois, desta forma a escola, os professores, os alunos, os funcionários da escola, enfim, todas as pessoas envolvidas, até mesmo os objetos (parte arquitetônica) seriam modificados em respeito à inclusão. Portanto, a autora ressalta a ideia de que é preciso ficar alerta com a seguinte questão: a qual ponto a escola não estaria ferindo a integridade humana do aluno com deficiência?

Outro ponto forte que nos chamou a atenção na entrevista de Capellini foi que ela, de um modo geral, classificou a educação no Brasil muito ruim. Porém, em relação às leis que regem a educação especial numa perspectiva de inclusão escolar, declara que o Brasil está muito bem amparado e isso, por consequência, o torna uma referência mundial. Todavia Capellini declara sua insatisfação com o modo como é organizada a educação especial. Por exemplo, ela comenta em relação à educação especial nos Estados Unidos, onde é comum um professor de educação especial atuar junto com o professor da disciplina, dentro da sala de aula comum. Este professor de educação especial é denominado *co-teaching* (colaboração entre professores nas salas de aula). Segundo a autora, a convivência direta entre esses dois professores, na sala de aula comum, possibilita a troca de informação, uma parceria de expertises. Já no Brasil, isso não acontece, visto que a política educacional estabelece que a educação especial deva acontecer no contraturno (para saber mais sobre o ensino em contraturno, ver o tópico: Atendimento Educacional Especializado - AEE). Em respeito à política do contraturno, Capellini, aponta alguns possíveis entraves, tais como: alguns alunos têm dificuldade em voltar à escola, outros alunos têm dificuldades com o transporte, o professor do contraturno pouco interage com o outro professor de outro turno. Além disso, enfatiza que o Brasil é um dos poucos países que têm escolas com dois turnos. Os demais, em sua maioria, as escolas atuam em período integral. Em resumo, Capellini (TV USP BAURU, 2015) nos fez e faz refletir sobre o modelo organizacional da educação especial vigente, fato que está relacionado com uma conversa que tivemos com o professor responsável pela classe à qual aplicamos os modelos desta dissertação, na qual e em resumo, o mesmo aponta, de forma sugestiva, a necessidade de um professor em educação especial que pudesse acompanhar as aulas da aluna com deficiência visual na sala de aula comum, a fim de orientar o aluno com deficiência e dar apoio no ensino-aprendizagem em relação à interação entre professor-disciplina-aluno. Em outras palavras, como mencionado por Capellini (*ibid.*, 2015): o professor de educação

especial quando atuando junto com o professor em sala de aula comum, potencializa uma parceria de expertises.

Convergindo com as palavras da professora doutora Capellini (2015), pudemos comprovar através da experiência que tivemos na produção deste trabalho, sobretudo a pesquisa de campo, que: alunos que tiveram, desde pequenos, contato com instituições de apoio aos deficientes, mostram-se mais propícios à aprendizagem, ou seja, esses alunos interagem melhor com a classe, com a disciplina e com os recursos instrumentais, em relação ao aluno com deficiência que nunca ou pouco frequentou instituições de apoio ao deficiente.

Destacamos também o trabalho de Zerbato (2014) que no ano de 2011 realizou uma pesquisa com 21 pessoas (seis professores do ensino comum, quatro professoras de Educação Especial, seis pais de alunos público alvo da Educação Especial, três diretoras, uma vice-diretora e um coordenador pedagógico) de cinco escolas que adotaram o ensino colaborativo ou coensino. A pesquisa teve como objetivo definir o papel do professor de Educação Especial baseada na proposta do coensino. Segundo Zerbato (2014):

O ensino colaborativo ou coensino é um tipo de prestação de serviço de apoio no qual um professor do ensino comum e um professor especializado dividem a responsabilidade de planejar, instruir e avaliar o ensino dado a um grupo heterogêneo de estudantes. Este serviço de apoio surgiu como meio alternativo ao trabalho das salas de recurso multifuncionais (SRM), classes especiais ou escolas especiais, vem sendo adotado em vários países, e tem sido apontado como um dos mais promissores serviços de apoio para favorecer a escolarização de alunos público alvo da Educação Especial na classe comum das escolas regulares. No Brasil, esse tipo de serviço ainda é pouco conhecido, principalmente porque não tem sido recomendado pela política de Educação Especial, que tem priorizado o apoio do professor especializado extraclasse comum, através do chamado atendimento educacional especializado (AEE) ofertado em classe de recurso. (ZERBATO, 2014, p. 9, grifo nosso)

Vemos que o modelo organizacional da educação especial ainda hoje (referindo se ao ano de 2018) gera diferentes pontos de vistas. Um grupo é a favor de um atendimento educacional especializado extraclasse, ou seja, em contraturno do ensino comum e outro, um atendimento educacional especializado concomitante, ou seja, colaborativo ao professor do ensino comum. O objetivo deste trabalho não é discutir quem está certo ou errado, mas mostrar que existem esses dois tipos de pensamentos que merecem ser comentados, visto que são problemas pertinentes na Educação Especial.

Desta forma, concordamos com Zerbato (2018) quando diz:

[...] não basta uma gama de documentos legais para se garantir a efetivação dos princípios inclusivos, pois são necessárias transformações

no sistema escolar para atender as demandas educacionais dos alunos PAEE<sup>5</sup>, ou seja, trata-se de uma questão de ação política que vai além da mera inserção destes na classe comum de escolas regulares. (ZERBATO, 2018, p. 25, grifo nosso)

O presente trabalho desenvolveu-se sob as propostas da educação especial vigente, fato esse, que de certo modo teve alguma relevância, pois nos submeteu a aprofundar-nos nos estudos em relação a “investigação” / produção de recursos instrumentais a fim de ensinar uma pessoa com deficiência visual. É evidente que, caso houvesse um professor especializado acompanhando o aluno com deficiência em sala de aula, isso certamente facilitaria nossa comunicação e o desenvolvimento do trabalho, uma vez que, em acordo com Capellini (TV USP BAURU, 2015), potencializaria uma troca de expertises.

Uma vez defendido os princípios de uma educação inclusiva, ainda resta discutir um pouco sobre a característica do material desenvolvido nesse trabalho.

Foi tomado como referência o material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo, já que o mesmo era o material mais utilizado pela maioria dos professores do Estado<sup>6</sup>, devido ao fato do mesmo, na época apresentar-se de fácil acesso aos estudantes e professores (distribuição gratuita), orientava os professores em relação ao cumprimento das habilidades e competências, e acima de tudo, oferecia atividades já elaboradas. Partimos, então, de algumas imagens ilustrativas contidas nesse material relacionadas a tópicos de física para, em seguida, concretizá-las em maquetes de alto-relevo que fossem promissoras para um trabalho de sala de aula para todos os estudantes. É importante ressaltar que em muitos livros didáticos (e até mesmo no material de apoio curricular) observam-se propostas de experimentos e ilustrações de experimentos (relacionadas a experimentos demonstrativos). Verificamos que tais ilustrações de experimentos, assim como as ilustrações feitas na lousa pelo professor, constituem um mecanismo muito comum utilizado nas aulas, não só de Física, mas também em outras disciplinas. Segundo Camargo (2016):

O ensino de ciências se apoia fortemente no uso de figuras que ilustram o conteúdo estudado. Na sala de aula, um dos principais instrumentos utilizados pelo professor é o livro didático, o que torna a visualização das figuras e textos nele contidos essencial para o processo de ensino e aprendizagem. (CAMARGO, 2016, p. 65, grifo nosso)

---

<sup>5</sup> Segundo Zerbato (2018) PAEE refere-se ao público-alvo da Educação Especial.

<sup>6</sup> A época em que esse trabalho foi aplicado, ou seja, ano de 2018, o material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo era o material de referência dos professores. A partir de 2019, a Rede Estadual Pública de Ensino passa por reformulações no quadro político educacional.

Em respeito às imagens ilustrativas, os pesquisadores Camargo e Nardi (CAMARGO e NARDI, 2007, p. 123), alertam para os possíveis equívocos que ela pode conter, visto que, segundo eles: “[...] buscar tornar observáveis visualmente muitos fenômenos que não podem ser observados por meio da visão, simplifica, distorce fenômenos [...]”. Tendo em vista que a maioria das representações ilustrativas foi e é criada a partir da concepção de um vidente de modo a serem observadas apenas pelo sentido da visão, Camargo e Nardi (ibid., p. 123) dizem: “[...] estes fatos dificultam consideravelmente o acesso do aluno com deficiência visual aos fenômenos [...]”. Porém, em contrapartida, quando essas imagens forem adaptadas em maquetes, os pesquisadores ressaltam: “Cabe destacar que os recursos instrucionais táteis visuais podem criar entre docente e aluno com deficiência visual e entre alunos com deficiência visual e videntes um mecanismo de comunicação [...]” (CAMARGO e NARDI, 2007, p. 123). Camargo e Nardi (CAMARGO e NARDI, 2007) enfatizam que é por meio do discurso dos participantes que os mesmos terão a possibilidade de confrontar ideias, levantar questionamentos, fazer defesas de questionamentos. Desta forma, pode resultar dessa experiência elementos centrais para o surgimento de conflitos cognitivos e reformulações ou manutenções conceituais:

Neste sentido, uma adequada estratégia metodológica articulada ou não com determinados recursos instrucionais parece ser fundamental para o estabelecimento de padrões de comunicação entre docente e discente com deficiência visual e entre discente vidente e discente com deficiência visual [...]. (ibid., p. 123, grifo nosso).

Em relação à produção dos recursos instrucionais táteis-visuais, a apostila de formação continuada voltada para professores do AEE (SÃO PAULO, 2007), descreve algumas sugestões para a adaptação:

Para promover a comunicação e o entrosamento entre todos os alunos, é indispensável que os recursos didáticos possuam estímulos visuais e táteis que atendam às diferentes condições visuais. Portanto, o material deve apresentar cores contrastantes, texturas e tamanhos adequados para que se torne útil e significativo.

[...]

O relevo deve ser facilmente percebido pelo tato e, sempre que possível, constituir-se de diferentes texturas para melhor destacar as partes componentes do todo. Contrastes do tipo liso/áspero, fino/espesso, permitem distinções adequadas. (SÃO PAULO, 2007, p. 27, grifo nosso).

Mas, de que forma esses recursos se vinculam à discussão relacionada ao desenho universal?

Segundo a Lei nº 13.146/15, artigo 3, inciso II, desenho universal é: “concepção de produtos, ambientes, programas e serviços a serem usados por todas as pessoas, sem necessidade de adaptação ou de projeto específico, incluindo os recursos de tecnologia assistiva.” (BRASIL, 2015).

Zerbato (2018) realizou, entre o período de 2012 a 2017, uma pesquisa bibliográfica utilizando os termos: Universal Design for Learning (UDL), Desenho Universal para Aprendizagem, Desenho Universal para a Aprendizagem e Desenho Universal da Aprendizagem. A pesquisa resultou, após a seleção, em 147 estudos, sendo 141 internacionais e 6 nacionais, “apontando, assim, a escassez de produções no âmbito brasileiro de pesquisas sobre a temática” (ZERBATO, 2018, p. 65). Segundo Zerbato (2018), sobre a prática pedagógica dentro da sala de aula comum, comenta:

A escolarização de estudantes público-alvo da Educação Especial requer transformações nos sistemas de ensino que incluam práticas pedagógicas pensadas para o sucesso da aprendizagem destes alunos. Em geral, o ensino destes estudantes, em contexto das classes de ensino comum, é pensado, especificamente, por meio de acomodações, adaptações individualizadas do currículo e flexibilizações. O Desenho Universal para a Aprendizagem, por outro lado, aponta como criar meios para o desenvolvimento de estratégias para acessibilidade por todos os estudantes, tanto em termo físico quanto em termos de serviços, recursos e soluções educacionais, para que possam aprender sem barreiras. (ZERBATO, 2018, p. 8, grifo nosso)

A ideia de Zerbato (2018) sobre o desenho universal coincide com a ideia de Camargo (2017). Segundo Camargo (2017) materiais instrucionais sobre a ótica do desenho universal, valorizam a “diversidade sensorial e discursiva nos processos de ensino, favorecendo a participação efetiva de todos em sala de aula” (CAMARGO, 2017, p. 4), ou seja, materiais instrucionais são pensados sob a diversidade, identidade e diferença, e não da homogeneidade e dos espaços homogeneizantes. São exemplos de materiais instrucionais: maquetes e experimentos multissensoriais.

## 2.2 SOBRE O ATENDIMENTO EDUCACIONAL ESPECIALIZADO

Atendimento Educacional Especializado (AEE) é uma modalidade de atendimento da Educação Especial, cuja funcionalidade está compreendida como um conjunto de atividades, recursos de acessibilidade e pedagógicos, a fim de complementar a formação dos estudantes

com deficiência e transtornos globais do desenvolvimento utilizando das salas de recursos multifuncionais. Além disso, suplementar a formação dos estudantes com altas habilidades ou superdotação desenvolvendo atividades de enriquecimento curricular nas escolas de ensino regular em articulação com as instituições de educação superior, profissional e tecnológica, garantindo assim a transversalidade das ações da educação especial no ensino regular (BRASIL, 2011).

Referente ao deficiente visual, o AEE deve ser ofertado em contra turno do ensino comum em Salas de Recursos Multifuncionais. O ensino trabalhado no AEE deve tratar de assuntos específicos, como: técnicas e habilidades (no caso do aluno com deficiência visual os conteúdos a serem trabalhados são: o ensino de Braille, soroban, mobilidade, entre outros). Percebemos que o ensino proposto no AEE é completamente diferente ao proposto no ensino regular em classe de aula comum, porém, extremamente necessário, de modo a eliminar as barreiras para a plena participação dos alunos em relação ao acesso ao currículo comum.

Devemos ressaltar que o AEE não substitui o ensino comum realizado e oferecido na sala de aula comum.

O AEE é uma política federal, portanto a classe do AEE é criada por meio da parceria entre governo federal e municípios, sempre em escolas municipais. Na rede Estadual essas classes são denominadas de Salas de Recursos e oferecem o Atendimento Pedagógico Especializado (APE). As Salas de Recursos são dotadas de equipamentos, mobiliários e materiais didáticos, visando o desenvolvimento de habilidades gerais e/ou específicas, mediante ações de apoio, complementação ou suplementação pedagógica (SÃO PAULO, 2014).

Os funcionamentos das salas do AEE e das Salas de Recursos são diferentes. As Salas de Recursos da rede Estadual ainda são organizadas por categoria de deficiência. Desta forma, são regidas por um professor especializado, enquanto que as salas do AEE propõem o atendimento para todas as deficiências (na perspectiva denominada multifuncionais). Ou seja, no AEE, um mesmo professor tem que dar conta de atender a todas as deficiências com uma formação de um cursinho em EAD (Educação a Distância), realizado por meio da parceria entre governo federal e municípios. Já o professor da Sala de Recursos “deverá ter formação na área da necessidade educacional especial, observada, no processo de atribuição de classes/aulas, [...]” (SÃO PAULO, 2014).

### 2.3 A DEFICIÊNCIA VISUAL

Segundo o Decreto nº 5.296/04 que se refere à Regulamentação das Leis de nº 10.048/00 e 10.098/00, mostra em seu capítulo II (Do Atendimento Prioritário), art. 5, parágrafo 1, inciso I e alínea c, duas categorias de pessoas que se enquadram dentro dos deficientes visuais.

c) deficiência visual: cegueira, na qual a acuidade visual é igual ou menor que 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; a baixa visão, que significa acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; os casos nos quais a somatória da medida do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60<sup>0</sup>; ou a ocorrência simultânea de quaisquer das condições anteriores. (BRASIL, 2004)

O professor Camargo, em uma aula virtual publicada pela UNIVESP e disponível no *Youtube*, (UNIVESP, 2015a), ressalta que a definição de deficiente visual dada perante a Lei, é uma definição médica e, apesar de ser importante, não é suficiente para o professor em sala de aula tomar conhecimento das necessidades do aluno. É fundamental que o professor saiba a definição (segundo a Lei), mas, sobretudo, que tenha a conceitualização social da deficiência visual que, segundo ele, implica em compreender as limitações e condições sociais que definem uma pessoa com deficiência visual.

Segundo os estudos de Costa, Neves e Barone (2006), existem professores que mantêm muitas vezes os termos: “cego” e “normais”, ao diferenciar os alunos com ou sem deficiência visual, em uma sala comum. “Essa particularidade revela o universo cultural em que está imerso o professor: um universo aberto somente aos alunos sem necessidades especiais. O déficit cultural que vitima o aluno, muitas vezes vitima também a fala do professor.” (COSTA; NEVES; BARONE, p. 147).

A criança com deficiência visual não se vê como deficiente. É a sociedade que lhe coloca em posição social inferior (DINIZ, 2007, p. 8). Para Diniz (2007): “O corpo com deficiência somente se delineia quando contrastado com uma representação de o que seria o corpo sem deficiência.” (ibid., p. 8).

Vigotski, em seu texto intitulado: “A criança cega” (VIGOTSKI, 1997) apresenta importante contribuição que se encontra atual até os dias de hoje. Nessa obra, o autor discute o desenvolvimento de crianças cegas congênitas, atestando que o defeito da deficiência física origina estímulos para formação da compensação. O autor aborda o fenômeno da deficiência visual em três etapas: mística, biológica e científica (ou sociopsicológica).

Resumidamente, a etapa mística refere-se à antiguidade (Idade Média) e o paradigma envolto da pessoa com deficiência visual era de que a cegueira era associada com infelicidade, invalidez, medo supersticioso e grande respeito. A ideia era de que os cegos desenvolvessem forças místicas da alma, com acesso à visão espiritual. Alguns filósofos da época como Demócrito se cegaram para dedicar-se a filosofia. Esse acontecimento serve para exemplificar a relação mística estabelecida nessa época entre o dom filosófico e a cegueira. Com o decorrer do tempo e ainda hoje, traços dessa cultura popular da Idade Média foram levemente modificados no cristianismo. Porém, manteve-se a essência do pensamento. O cristianismo vê que toda classe de sofrimento e privação atribuir-se-á a um valor espiritual, ou seja, pobreza terrestre – riqueza com Deus, corpo débil – espírito elevado.

A etapa biológica surge a partir do século XVIII: o misticismo é substituído pela ciência, e o preconceito, por experimentos e estudos. Nessa fase o cego foi incorporado no ensino. Acreditava-se, na etapa biológica, na substituição de órgãos, lendas fundamentadas em observações verdadeiras, porém mal interpretadas, por exemplo: acreditava-se que na ausência ou não funcionamento de um dos órgãos, o outro exercia suas funções, como no caso dos rins e pulmões. Ou no caso da pessoa cega, a cegueira forjaria a agudeza do tato e a super audição. Acreditava-se na natureza perfeita (foi nessa época também que surgiu a atribuição do sexto sentido aos cegos).

A etapa científica (ou sociopsicológica) desenvolveu ideias contrárias à já estabelecida: não existe o desenvolvimento supernormal das funções do tato e da audição. Pelo contrário: essas funções se apresentam nos cegos, menos desenvolvidas do que nos videntes. O fenômeno da “agudeza” dos sentidos do tato e audição é desenvolvido decorrente de uma via indireta (contrária à proposta pela etapa biológica) e muito complexa relacionada com a compensação sociopsicológica.

Se algum órgão, devido à deficiência morfológica ou funcional, não consegue cumprir inteiramente seu trabalho, então o sistema nervoso central e o aparato psíquico assumem a tarefa de compensar o funcionamento insuficiente do órgão, criando sobre este ou sobre a função uma superestrutura psíquica que tende a garantir o organismo no ponto fraco ameaçado. (VIGOTSKI, 1997, p. 77)

O processo em que o indivíduo cego segue para se estabelecer socialmente está relacionado com a compensação sociopsicológica. Este processo pode ter dois extremos: um desses extremos é a vitória do organismo pela supercompensação. A supercompensação não indica apenas a superação das dificuldades originadas pela deficiência, mas também a conscientização de sua elevação a um nível superior de seu próprio desenvolvimento. Logo,

ele criou do defeito, uma capacidade; da debilidade, uma força; da baixa autoestima, uma alta autoestima. Do lado oposto, quando há o fracasso da supercompensação, o indivíduo caminha em direção a alguma enfermidade que segundo Vigotski:

[...] o fracasso da supercompensação, a vitória total do sentimento de debilidade, o caráter associal da conduta, da criação de posições defensivas a partir de sua debilidade, sua transformação em instrumentos, o objetivo fictício da existência, em essência, a loucura, a impossibilidade da personalidade ter uma vida psíquica normal; é a evasão na enfermidade, a neurose. (VIGOTSKI, 1997, p. 78)

Aprendemos com Vigotski que o fator, não só motivador, mas gerenciador do aprendizado é uma reação que acontece no aparato psíquico. Nele desenvolvem-se as tendências até a supercompensação. Estas tendências estão relacionadas com a formação de uma personalidade que por sua vez está diretamente relacionada com o aspecto social, ou seja, à conquista de uma posição na vida social. Portanto, o desenvolvimento dos sentidos, como o do tato e/ou audição, é antes de tudo, provindo não da superação do conflito existente entre a pessoa deficiente e a deficiência, mas de um conjunto que começa no seu núcleo mais interno e que tende não apenas substituir a visão, mas em vencer e supercompensar o conflito social e a instabilidade psicológica (como resultado do defeito físico). Nisto que reside a essência do novo ponto de vista: a etapa científica (ou sociopsicológica): “A cegueira põe o seu portador em uma determinada e difícil posição social. O sentimento de inferioridade, de insegurança e debilidade surgem como resultado da valorização por parte dos cegos de sua posição.” (VIGOTSKI, 1997, p. 77).

Importante ressaltarmos que a vida e o desenvolvimento da criança cega não avançam exclusivamente por conta da cegueira. Há de se considerar também a psicologia do cego. O desenvolvimento do caráter do cego não se dá de forma passiva do tipo biológico fundamental. Segundo Adler, a psicologia do cego não pode ser analisada a partir das partes e compreendida o todo, mas é a partir do todo que podem ser compreendidas as partes, “deduz e explica a estrutura do caráter e da personalidade, não do desenvolvimento passivo do passado, senão da adaptação ativa ao futuro.” (ADLER apud VIGOTSKI, 1997, p. 80).

Aquele que quer compreender a psicologia da personalidade do cego, partindo diretamente do fato da cegueira, como uma personalidade determinada diretamente por este fato, compreendê-la-á de um modo tão incorreto como aquele que vê na vacinação somente a enfermidade.

[..]

Para compreender totalmente as particularidades do cego devemos descobrir as tendências existentes em sua psicologia, os embriões do futuro. (VIGOTSKI, 1997, p. 78)

Em suas pesquisas, Vigotski, notou que seria um erro ingênuo tentar encontrar na psique do cego a definição de cegueira, por mais instruído que fosse o cego, pois em sua psique não há nada disso, salvo as tendências à superação da cegueira (à tendência da supercompensação).

[...] o cego não percebe a luz de igual forma que os videntes de olhos vendados. O cego, assim mesmo, não percebe a luz de igual forma que o vidente a vê através de sua mão colocada sobre os olhos, [...] o cego sente seu defeito somente de um modo indireto, refletindo unicamente nas consequências sociais. (VIGOTSKI, 1997, p. 79)

Em relação à memória e a atenção do cego, Vigotski, amparado por suas pesquisas, comenta que os cegos têm uma tendência para o desenvolvimento elevado dessas funções e isto está relacionado com muitas circunstâncias complexas, porém uma das circunstâncias é evidente e totalmente explicável à luz da compensação. Segundo Vigotski (1997, p. 79): “Para conquistar uma posição na vida social, a pessoa cega se vê forçada a desenvolver todas as suas funções compensatórias.”

A tendência para o desenvolvimento elevado não se restringe apenas à memória e à atenção, mas sim a cada capítulo da psicologia do cego que abrange: as emoções, os sentimentos, a fantasia, o pensamento e os demais processos da psique do cego, e todos esses processos sofrem influência do meio social (VIGOTSKI, 1997).

A via mais importante para aceder à supercompensação envolve a linguagem. Para Vigotski:

No caso da cegueira, não é o desenvolvimento do tato ou a agudeza do ouvido, senão a linguagem, a utilização da experiência social, a relação com os videntes, constitui a fonte da compensação.  
[...] a leitmória na psicologia do homem cego está dirigida à superação do defeito através de sua compensação social, através do conhecimento da experiência dos videntes, através da linguagem. A palavra vence a cegueira. (VIGOTSKI, 1997, p. 81, grifo nosso)

E por fim, Vigotski aponta três tipos de armas, as quais, segundo ele, combateriam a cegueira e suas consequências (*sic*): a profilática social, a educação social e o trabalho social dos cegos. A *profilática social* diz respeito à produção social, dada as péssimas condições de vida das camadas populares, a prevenção deve ser inculcada nas enormes massas populares. A *educação social* diz respeito às formas de segregação educacionais existentes, “[...] é necessário acabar com a educação segregada, inválida para os cegos e desfazer os limites entre a escola especial e a normal.” (VIGOTSKI, 1997, p. 87). O *trabalho social dos cegos* tem como objetivo dar ao cego o direito ao trabalho social em contraposição ao trabalho explorado, em formas humilhantes (considerando-os como inválidos). Pois somente desta

forma a verdadeira essência do trabalho é capaz de se mostrar capaz de criar para a personalidade a posição social necessária.

Segundo Caiado (2003, p. 40, grifo nosso): “Com essas considerações, Vygotsky<sup>7</sup> revela que a superação da cegueira depende de um novo projeto político, bem como da constituição de uma nova sociedade.”.

## 2.4 REVISÃO DA LITERATURA

Para entendermos o universo do ensino de Física para pessoas com deficiência visual, num primeiro momento, realizamos uma pesquisa no SciElo (Scientific Electronic Library Online). A partir dessa base de dados, realizou-se um levantamento bibliográfico acerca de artigos relacionados com o ensino de Física para pessoas com deficiência visual, o processo da educação inclusiva, o atendimento educacional especializado e a deficiência visual.

As palavras chaves utilizadas foram: deficiente visual e deficiência visual (a pesquisa foi realizada uma de cada vez, para ambas as palavras chaves, e foi realizada no final do ano de 2017). Encontramos 47 artigos relacionados. Destes 47 artigos, selecionamos apenas os artigos relacionados com o Ensino de Física e com qualificação Qualis – Capes<sup>8</sup>: A1 e A2, resultando em 20 artigos, os quais estão listados na TABELA 2.1:

**TABELA 2.1:** Relação dos artigos de periódicos relacionados com o Ensino de Física para pessoas com deficiência visual.

<i>Título</i>	<i>Ano</i>	<i>Autores</i>	<i>Revista</i>	<i>Área de conhecimento</i>	<i>Classificação</i>
Concepções espontâneas de repouso e movimento de uma pessoa deficiente visual total.	2000	CAMARGO, E. P. de; SCALVI, L. V. de A.; BRAGA, T. M. S.	Caderno Brasileiro de Ensino de Física	Física	A2
Ensino de conceitos físicos de terminologia para alunos com deficiência visual: Dificuldades e alternativas encontradas por licenciandos para o planejamento de atividades.	2006	CAMARGO, E. P. de; NARDI, R..	Revista Brasileira de Educação Especial	Educação / Física	A1

<sup>7</sup> Mantivemos a grafia original do nome conforme a fonte.

<sup>8</sup> Para a verificação da qualificação QUALIS – CAPES, foi utilizado a Plataforma Sucupira.

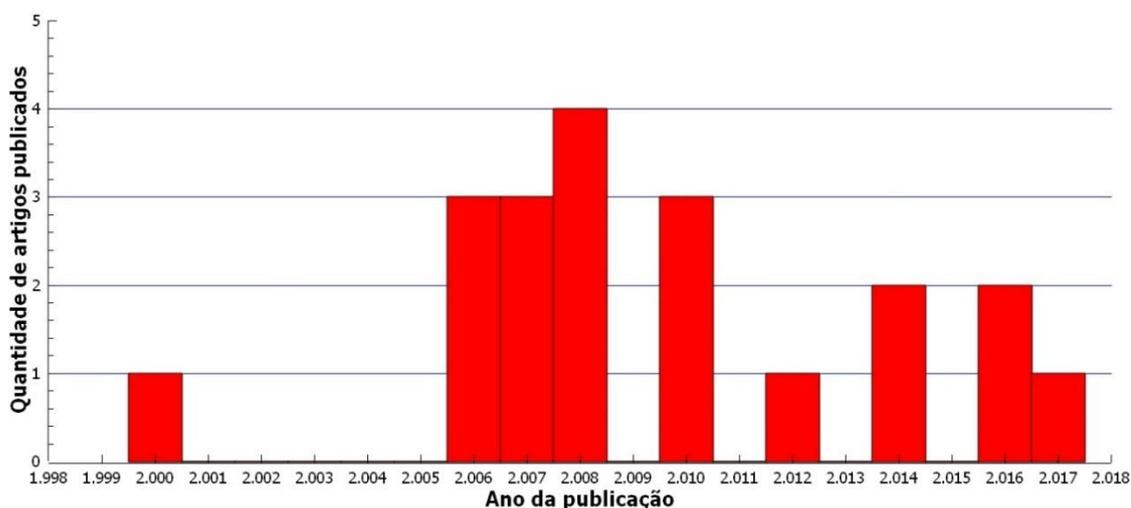
O ensino de Física no contexto da deficiência visual: análise de uma atividade estruturada sobre um evento sonoro - posição de encontro de dois móveis.	2006	CAMARGO, E. P. de; SILVA, D. de.	Revista Ciência e Educação (UNESP impresso)	Física	A1
O ensino de Física para deficientes visuais a partir de uma perspectiva fenomenológica.	2006	COSTA, L. G.; NEVES, M. C. D.; BARONE, D. A. C..	Revista Ciência e Educação (UNESP impresso)	Física	A1
Dificuldades e alternativas encontradas por licenciandos para o planejamento de atividades de ensino de óptica para alunos com deficiência visual.	2007	CAMARGO, E. P. de; NARDI, R..	Revista Brasileira de Ensino de Física	Física	A1
Dificuldades e alternativas encontradas por licenciandos para o planejamento de atividades de ensino de eletromagnetismo para alunos com deficiência visual.	2007	CAMARGO, E. P. de; NARDI, R..	Revista Investigações em Ensino de Ciências	Física	A2
Ensino de Física e deficiência visual: Atividades que abordam o conceito de aceleração da gravidade.	2007	CAMARGO, E. P. de; NARDI, R..	Revista Investigações em Ensino de Ciências	Física	A2
A comunicação como barreira à inclusão de alunos com deficiência visual em aulas de Óptica.	2008	CAMARGO, E. P. de; NARDI, R.; VERASZTO, E. V..	Revista Brasileira de Ensino de Física	Física	A1
Ensino e aprendizagem de Física a estudantes com deficiência visual: Desafios e perspectivas.	2008	DICKMAN, A. G.; FERREIRA, A. C..	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.	Física	A2
Atividades de observação e identificação do céu adaptadas às pessoas com deficiência visual.	2008	DOMINICI, T. P. et al.	Revista Brasileira de Ensino de Física	Física	A1
Panorama geral das dificuldades e viabilidades para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de óptica.	2008	CAMARGO, E. P. de; NARDI, R..	Revista de Educação em Ciência e Tecnologia	Física	A2
Contextos comunicacionais adequados e inadequados à inclusão de alunos com deficiência visual em aulas de mecânica.	2010	CAMARGO, E. P. de; NARDI, R..	Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências.	Física	A1
A comunicação como barreira à inclusão de alunos com deficiência visual em aulas de Física Moderna.	2010	CAMARGO, E. P. de; NARDI, R.; CORREIA, J.N..	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.	Física	A2
A comunicação como barreira à de alunos com inclusão deficiência visual em aulas de mecânica.	2010	CAMARGO, E. P. de.	Revista Ciência e Educação (UNESP impresso)	Física	A1
Formação inicial de professores de Física: A questão da inclusão de alunos com deficiências visuais no ensino regular.	2012	LIMA, M. da C. B.; CASTRO, G. F. de.	Revista Ciência e Educação (UNESP impresso)	Educação / Física	A1
O ensino não formal e a formação de um professor de Física para deficientes visuais.	2014	BARBOSA-LIMA, M. da C. de A.; GONÇALVES, C. O..	Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências.	Física	A1

Ensino do Sistema Solar para alunos com e sem deficiência visual: proposta de um ensino inclusivo.	2014	RIZZO, A. L.; BORTOLINI, S.; REBEQUE, P. V. dos S..	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.	Ciências / Física	A2
Proposta de um sistema de representação da reflexão da luz em um espelho esférico para alunos com deficiência visual.	2016	SOUZA, F. C. S. de; PALMA, F. R. C..	Revista Amazônica de Ensino de Ciências	Física	A2
Experimento adaptado para estudantes com deficiência visual: estudo da relação solubilidade versus temperatura.	2016	CARNEIRO, E. de A. et al.	Revista Amazônica de Ensino de Ciências	Física	A2
Experiências de Visitantes com Deficiência Visual na Sala de Física do Museu de Ciências da Universidade Estadual de Maringá.	2017	GRANDI, S. C.; GOMES, L. C..	Revista Brasileira de Educação Especial	Educação / Física	A1

Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura 2.1 mostra graficamente as publicações dispostas na TABELA 2.1.

**Figura 2.1** - Relação de publicações de artigos relacionados com o Ensino de Física para pessoas com deficiência visual. O eixo vertical refere-se à “Quantidade de artigos publicados”, o eixo horizontal refere-se ao “Ano de publicação” do artigo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A pesquisa não revelou muitos trabalhos relacionados com o Ensino de Física para pessoas com deficiência visual. Como podemos ver na figura 2.1, se considerarmos que o primeiro trabalho foi publicado no ano de 2000 e o último no ano de 2017, a média, não corresponde a dois artigos publicados por ano. Observando mais detalhadamente os trabalhos produzidos, verificamos que destes 20 trabalhos, 11 foram produzidos, direta ou indiretamente, pelo

pesquisador Éder de Camargo Pires, entre os anos 2006 a 2010, período em que o pesquisador estava completando sua formação em mestrado e, posteriormente, em doutorado.

Para a leitura dos trabalhos (referente aos trabalhos contidos na TABELA 2.1) ficamos atentos às seguintes informações: autor e local da pesquisa; tópico da Física abordado; justificativa dessa pesquisa; recursos multissensoriais utilizados; metodologia de ensino aplicada; teoria de aprendizagem aplicada; avaliação; e considerações finais da pesquisa.

Um grupo de pesquisadores, liderado pelo pesquisador Eder Pires de Camargo, realizou um trabalho com estudantes de graduação com o objetivo de analisar as habilidades e competências dos futuros professores de Física. Para isso, solicitou-se aos licenciandos que se dividissem em grupos de acordo com os seguintes temas: óptica, eletromagnetismo, mecânica, termologia e física moderna. A atividade proposta aos licenciandos resumia-se em: planejar, elaborar e ministrar, em situações reais de sala de aula, atividades de ensino de Física que contemplassem a presença de alunos com deficiência visual. O estudo de cada tema oferecido aos licenciandos pode ser encontrado individualmente em artigos periódicos ou compilados no livro: “Saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de física” (CAMARGO, 2012). Em respeito a esse estudo, notamos que a maioria dos grupos formados pelos licenciandos recorreu a recursos instrucionais táteis-visuais como ferramenta de ensino inclusivo. Segundo Camargo (2012, p. 259): “O registro tátil e visual simultâneo de fenômenos físicos torna-os acessíveis aos alunos cegos e com baixa visão, além de criar canais de comunicação entre esses alunos, seus colegas videntes e o docente.”. Para que a comunicação ocorra de fato, Camargo (2012) sugere que o professor saiba promover meios de interação:

As atividades devem ser organizadas prioritariamente em razão de contextos comunicacionais que favoreçam a interatividade entre seus participantes. Recomento contextos educacionais interativo/dialógico de forma intercalada ao interativo/de autoridade, sendo o primeiro reservado a momentos de discussão, exposição de ideias, de dúvidas etc.; e o segundo, a momentos em que o professor posiciona o conhecimento científico. (CAMARGO, 2012, p. 263)

Em Camargo et al. (2008), foram produzidos 7 modelos tátil-visuais voltados ao ensino de óptica, os quais apresentam significados de fenômenos ópticos desvinculados da visão (CAMARGO et. al., 2008, p. 20), ou seja, podem ser utilizados com alunos cegos, com alunos com baixa visão e com videntes. Dos 7 modelos produzidos, 6 são maquetes de alto-relevo e 1 modelo é um objeto com dimensões representando um prisma, todos eles representam adaptações de imagens ilustrativas contidas em livros didáticos. Sobre os modelos, podemos

notar a simplicidade dos materiais, ou seja, são utilizados materiais de baixo custo com recortes e texturas, de modo a facilitar não só o tatear, mas a leitura visual. A maioria dos modelos são apresentados com legendas a tinta.

Para todos os modelos os autores sugerem, respectivamente, uma metodologia de aplicação.

Este é um dos poucos artigos que sugere um modelo de aplicação considerando uma sala de aula por composta por alunos videntes e não videntes.

Em outro trabalho, Souza e Palma (2016) também apresentam maquetes tátil-visuais como recurso instrucional, porém não apresentam relatos da aplicação dos mesmos, apenas apontam aspectos de como os modelos poderiam contribuir para o ensino da óptica para pessoas com deficiência visual. Foram construídas duas maquetes de alto-relevo e dois objetos de dimensões representativas referentes aos espelhos esféricos, os materiais foram construídos com material de baixo custo. As maquetes de alto-relevo tinham como objetivo demonstrar o comportamento do feixe de luz após a incidência nos espelhos esféricos e os objetos de dimensões representativas tinham como objetivo demonstrar as propriedades dos espelhos esféricos em aumentar ou diminuir a imagem do objeto, ambos os modelos não possuíam legendas.

Numa primeira análise sobre os modelos produzidos pelos autores Souza e Palma (2006), nós videntes, poderíamos cometer o erro de concluir previamente, que os modelos por apresentarem simplicidade em sua produção e formatação, não seriam eficazes na aprendizagem. Porém, compreendemos que cada material tátil-visual produzido está diretamente relacionado com o grau de deficiência e a habilidade tátil do aluno com deficiência, ou seja, as vezes uma maquete tátil-visual pode fazer sentido para um aluno com deficiência visual e para outro não.

Entendemos que diferentes modelos de maquetes táteis-visuais, para a explicação de um mesmo conteúdo, seja necessário, ou seja, o estudo de Souza e Palma (2006), sob nosso entendimento, demonstram a sutileza e objetividade necessária que cada recursos instrucionais podem e devem oferecer, de acordo com a necessidade de aprendizagem de cada indivíduo.

Em Dominici et al. (2009), os pesquisadores, movidos a oferecer soluções para o ensino de astronomia para deficientes visuais, desenvolveram recursos instrucionais táteis-visuais baseados em ilustrações de mapas celestes, desta forma, realizaram adaptações para maquetes de alto-relevo e objetos representativos ao objeto real. Tiveram a participação da Fundação Dorina Nowill para o aperfeiçoamento e aplicação dos modelos produzidos. Os materiais utilizados na fabricação são de fácil acesso e de baixo custo. O material foi aplicado, como dito anteriormente, na Fundação Dorina Nowill e contou com um grupo de 11 pessoas com

deficiência visual (frequentes da fundação), das quais alguns possuíam cegueira de nascença, enquanto outros haviam perdido a visão no decorrer da vida. No encontro, participaram também uma fisioterapeuta e um terapeuta ocupacional, ambas da fundação (DOMINICI et al., 2009, p. 3).

Acreditamos que a aplicação de maquetes táteis-visuais em salas de aula comum, possibilita ao aluno vidente perceber e valorizar algo que de certa forma passa despercebido em uma aula cujas ferramentas se dão principalmente da utilização de lousa e giz, seguindo essa linha de raciocínio, podemos fazer uma analogia quando, segundo os pesquisadores descrevem em respeito a seus materiais táteis-visuais produzidos: “As pessoas tomam ciência de que, mesmo podendo enxergar, elas ignoram o céu noturno e a quantidade de informação e beleza disponível. O trabalho com o material é de descoberta e de interação entre os videntes e os não-videntes.” (DOMINICI, et al., 2009, p. 6).

A comunicação é peça chave para o desenvolvimento da aplicação das maquetes, nesse contexto, os pesquisadores destacam:

Os mapas são uma linguagem para descrever o céu (ou a tradução de uma linguagem?) e, como todas as linguagens, esta é limitada, porém dinâmica. Deve evoluir e desenvolver-se de acordo com as necessidades da comunicação, tendo como agentes transformadores os próprios indivíduos que dela fazem uso. (DOMINICI et al., 2009, p. 7)

Rizzo, Bortolini e Rebeque (2014) realizaram um trabalho cujo foco era o ensino do sistema solar para alunos com e sem deficiência visual. Para isso utilizaram de recursos instrucionais táteis-visuais e alguns desses recursos foram baseados em ilustrações contidas em livros didáticos (adaptações de imagens ilustrativas em maquetes de alto-relevo). Outros foram construídos em escala reduzidas e outros foram construídos sem escalas. O material foi aplicado a um grupo de 11 pessoas, sendo oito tinham cegueira total, dois com baixa visão e um com a visão perfeita. A aplicação ocorreu em formato de oficina, com 2 horas de duração, separadas por duas turmas, uma com oito alunos e a outra com três alunos.

Sobre as maquetes e a comunicação entre os envolvidos, os pesquisadores comentam:

Propor atividades verdadeiramente inclusivas não é tarefa fácil, principalmente quando se delega tal demanda exclusivamente ao professor. A inclusão, novo paradigma da escola, faz com que o professor tenha que se capacitar para trazer as ideias e metodologias de ensino que estimulem esta prática, além da socialização da turma como um todo.

[...]

Nosso trabalho procurou evidenciar a importância da didática multissensorial. Embora estudada no contexto de uma oficina de curta duração, observamos que a didática multissensorial oferece condições para

uma aprendizagem significativa dos alunos com deficiência visual sem trazer prejuízos para o aprendizado dos alunos sem deficiência visual. (RIZZO; BORTOLINI; REBEQUE, 2014, p. 202, grifo nosso).

De um modo geral, a leitura dos periódicos, indica a ocorrência de muitos relatos de desenvolvimento de projetos com sugestões de recursos instrucionais, porém, em sua maioria, poucos apresentaram uma metodologia que envolvesse uma sala de aula completa, constituída por alunos videntes e não videntes. Esse fato é comprovado no artigo dos pesquisadores Costa, Neves e Barone (2006):

Na Pesquisa em Educação em Ciências são praticamente inexistentes os registros sobre o ensino dirigido aos portadores de necessidades especiais. As poucas informações existentes dizem respeito a ensaios ou observações isoladas, mas nada que represente uma base de dados estruturada; e isso ocorre tanto com as questões psicológicas, como com as metodológicas ou epistemológicas. (COSTA; NEVES; BARONE, 2006, p. 144, grifo nosso)

Em respeito à produção de pesquisa voltada ao ensino para pessoas com deficiência visual, os pesquisadores Baughman e Zollamn (1977); Delucchi e Malone (1982); Lennon et al. (1976); Linn (1972); Sevilla et al. (1991) apud Costa, Neves e Barone (ibid., p. 144), comentam: “Na literatura especializada, ainda é pequena a quantidade de trabalhos sobre esse tema. Entre esses, a maioria refere-se à instrumentação adaptada a cegos”, ou, segundo Camargo et al. (2000) e Santos (2000) (apud Costa, Neves e Barone, 2006, p. 144): “simplesmente divulga os poucos projetos em desenvolvimento na área.”.

Apesar desse problema educacional relativo a carência de uma metodologia aplicada em uma sala de aula comum, encontramos algumas convergências na maioria dos artigos, dentre essas, destacamos a utilização de adaptações de imagens em maquetes em alto-relevo. Na generalidade, a maioria desses artigos utilizou como ferramenta o recurso instrucional tátil-visual. Essa observação pode ser notada também no estudo de Santos et al (2011), ou seja, os pesquisadores indicam basear-se na necessidade a que Soler (1999) denominou de uma “didática multissensorial”. Deixaremos para comentar mais sobre a didática multissensorial no capítulo seguinte.

# Capítulo 3

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E PREPARAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

---

*“As dúvidas revelam ao professor o percurso que o aluno está fazendo na construção do conhecimento” Vasconcellos (2000, p. 58).*

### 3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Neste capítulo serão apresentados alguns conceitos teóricos que contribuíram para a construção e prática dos recursos táteis-visuais em sala de aula comum. Sobre os conceitos teóricos destacam a didática multissensorial (SOLER, 1999), a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (MOREIRA, 1999), os estudos de Vigotski sobre os fundamentos da defectologia citada na obra: “A criança cega” (VIGOTSKI, 1997) e avaliação como sendo um processo (VASCONCELLOS, 2000). Em relação à construção das maquetes em alto-relevo, os estudos relacionados aos conceitos físicos referem-se à pressão atmosférica e espelho esférico: côncavo e convexo.

## 3.2 CONSTRUINDO A FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Em um estudo exploratório, Santos et al. (2011) apresentaram uma revisão bibliográfica das pesquisas da área da Educação em Ciências acerca do ensino de Física junto a alunos com deficiência visual durante o primeiro semestre de 2005 ao primeiro semestre de 2011. Dos 44 artigos encontrados, 27 indicam a necessidade do que Soler (1999) denominou uma “didática multissensorial” (SANTOS et al., 2011, p. 9).

A expressão: “didática multissensorial”, está no livro de Soler (1999) intitulado: “Didáctica multissensorial de las ciencias”. Esse termo representa um equívoco conceitual que segundo Camargo (2016, p. 31): “O correto é limitar essa definição à ideia de multissensorialidade, já que a didática, área da Pedagogia, envolve um campo que transcende a observação.”, por esta razão, em toda literatura brasileira, mais especificamente do pesquisador Camargo, encontraremos o termo: “multissensorialidade” referindo-se a didática multissensorial, mas não deixa de ser a mesma utilizada por Soler (op. cit.). Enfim, visando atender às diferentes necessidades dos alunos, de acordo com os princípios da inclusão, Soler (op. cit.) propõe uma didática que explore os demais sentidos. Em seu livro questiona o fato do ensino das ciências naturais possuir um enfoque em elementos puramente visuais e, em consequência disso, ocorre a perda de muitas informações não visuais, podendo acarretar a desmotivação e uma interpretação tendenciosa do meio ambiente que nos cerca. Segundo a didática multissensorial, os sentidos do tato, da audição, da visão, do paladar e do olfato, podem contribuir como canais de entrada de informações, nessa perspectiva, a observação deixa de ser um elemento exclusivamente visual. Observar requer a captação do maior número de informações provinda dos sentidos. Segundo Camargo (2016, p. 31): “Por exemplo, na observação de um ambiente em uma aula de campo, é muito mais significativo se o aluno, além de observar visualmente o ambiente, descrever seu cheiro, sua sensação térmica, texturas de seus componentes, entre outras características.”.

Soler (op. cit.) classifica os sentidos como sintéticos e analíticos. Os sintéticos estão relacionados com os sentidos da visão, da audição, do olfato e do paladar, pois estes sentidos percebem os fenômenos de forma global, ou seja, parte se do geral para o particular, a esse processo damos o nome de processo dedutivo. O tato por sua vez é considerado como analítico pois percebe os fenômenos mediante a captação das partes e da soma dessas percepções, a esse processo damos o nome de processo dedutivo. Segundo Camargo (2016, p. 32, grifo nosso): “A combinação desses processos é central para a construção de

aprendizagem significativa, ou seja, de aquisição de significados mais relevantes aos discentes.”.

A aprendizagem significativa, segundo a teoria de Ausubel, é um processo de articulação entre o novo conhecimento e os conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Em outras palavras, segundo Moreira (1999, p. 151): “A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos ou proposições relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz.”. A esses conceitos preexistentes na estrutura cognitiva, Ausubel define como subsunçores. Segundo Moreira (1999, p. 151): “Em Física, por exemplo, se os conceitos de força e campo já existem na estrutura cognitiva do aluno, eles servirão de subsunçores para novas informações referentes a certos tipos de força e campo como, por exemplo, a força e o campo eletromagnéticos.”, desta forma, este processo de “ancoragem” da nova informação pode resultar em um crescimento e modificação do subsunçor.

Contrastando com a aprendizagem significativa, Ausubel define a aprendizagem mecânica como sendo uma aprendizagem que recebe uma nova informação com pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes presentes na estrutura cognitiva do aprendiz e é armazenada de maneira arbitrária, em outras palavras, não há interação entre a nova informação e aquela já armazenada, desta forma o conhecimento adquirido fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva, sem se ligar aos conceitos subsunçores específicos, a exemplo disso podemos citar a aprendizagem de pares de sílabas ou a aprendizagem de fórmulas de física, leis e conceitos, apesar de que algum tipo de associação possa se argumentar para este último caso (MOREIRA, 1999, p. 152).

A aprendizagem mecânica é sempre necessária quando um indivíduo se vê diante de informações em uma área de conhecimento completamente nova para ele. Assim, a aprendizagem mecânica ocorre até que as informações recém adquiridas se tornem relevantes a novas informações e passem a servir como subsunçores, ainda que pouco elaborados. Desta forma, à medida que a aprendizagem começa a se tornar significativa, esses subsunçores vão se tornando cada vez mais elaborados e mais capazes de ancorar novas informações.

Para facilitar a aprendizagem significativa, Ausubel propõe o uso de organizadores prévios que, segundo o autor, são “[...] materiais introdutórios apresentados antes do material a ser aprendido em si.” (MOREIRA, 1999, p. 153):

Contrariamente a sumários, que são, em geral, apresentados ao mesmo nível de abstração, generalidade e inclusividade, simplesmente destacando certos

aspectos do assunto, organizadores são apresentados em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade.

[...] a principal função do organizador prévio é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber, a fim de que o material possa ser aprendido de forma significativa, ou seja, organizadores prévios são úteis para facilitar a aprendizagem na medida em que funcionam como “pontes cognitivas.” (MOREIRA, 1999, p. 153, grifo nosso)

Para que a aprendizagem significativa aconteça, duas condições devem ser atendidas: o material a ser aprendido deve ser relacionável à estrutura cognitiva do aprendiz e o aprendiz deve manifestar disposição para relacionar. Para tentarmos evitar a “simulação da aprendizagem significativa” é preciso:

[...] formular questões e problemas de uma maneira nova e não familiar, que requeira máxima transformação do conhecimento adquirido. Teste de compreensão, por exemplo, devem, no mínimo, ser fraseados de maneira diferente e apresentados em um contexto de alguma forma diferente daquele originalmente encontrado no material instrucional. (MOREIRA, 1999, p. 154-155, grifo nosso)

Sobre a aprendizagem significativa e a multissensorialidade, Ballestro-Álvarez (2002, apud CAMARGO, 2016, p. 32, grifo nosso), ressalta: “Os fundamentos psicológicos da aprendizagem significativa aliados à multissensorialidade em alunos com deficiência visual são também válidos para os estudantes sem deficiência visual.”, segundo Camargo (2016):

[...] nosso cérebro é preparado para sintetizar a partir da análise e analisar a partir da síntese. A aprendizagem significativa dá-se pela combinação de processos sintéticos e analíticos com a participação de diferentes canais de captação de informações. Portanto, a didática multissensorial é um método pedagógico de interesse geral para o ensino e a aprendizagem das Ciências Naturais e Experimentais, que utilizam todos os sentidos humanos possíveis relacionando-os de modo a formar conhecimentos multissensoriais completos e significativos. (CAMARGO, 2016, p. 33, grifo nosso)

Sobre ensinar Física com ênfase na diversidade sensorial, Camargo (2016) aponta que a esta pode proporcionar maior percepção e significados conceituais, tanto para alunos com e sem deficiência visual. Assume também que fenômenos e conceitos físicos podem ser reconhecidos e construídos socialmente em função da diversidade sensorial, em salas de aula comum.

Em uma sala de aula que se preocupa em promover uma educação inclusiva, as palavras “multiplicidade” e “convivências de elementos distintos” são palavras chaves, assim como “pluralidade” e “heterogeneidade”. Todas essas palavras exibem relações comuns de contrários, mas não necessariamente devem ser entendidos como opostos pois, segundo

Camargo (2016, p. 28) há de se entender e superar o termo: “compreensão polar da diferença”.

### 3.3 PREPARAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

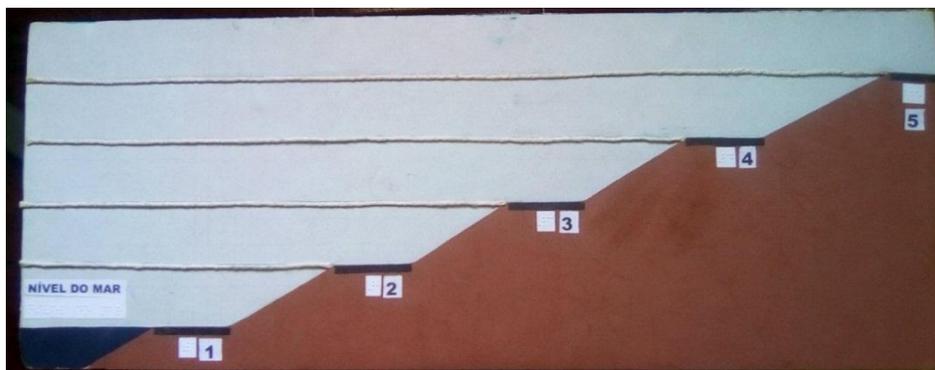
Para a elaboração dos recursos instrucionais táteis-visuais aqui apresentados, contamos, além da leitura de artigos e livros, com a realização de uma pesquisa de campo. Sobre a pesquisa de campo destacamos a visita técnica que fizemos no Centro de Pesquisa e Reabilitação Visual (CEPREVI), localizado na cidade de Itapetininga-SP, onde conhecemos um pouco mais sobre o universo da deficiência visual e tivemos o prazer de conhecer a professora Luciana. A professora Luciana colaborou na tradução da escrita convencional para o Braille, fornecendo toda a tradução em papel específico, o qual foi recortado e colado, por nós, nos modelos. Antes da colagem das legendas em Braille nos modelos, tivemos o cuidado de certificar a tradução da escrita Braille, para isso utilizamos um programa gratuito disponível na internet chamado “Braille fácil 4.0” (BRASIL, [s.d]). Os modelos descritos a seguir foram construídos pelo pesquisador, a partir de recurso próprio.

#### 3.3.1 Construção do MODELO 1

Para o estudo do conceito de pressão atmosférica, é apresentado o MODELO 1. O MODELO 1 é composto de uma maquete de alto-relevo e alguns objetos.

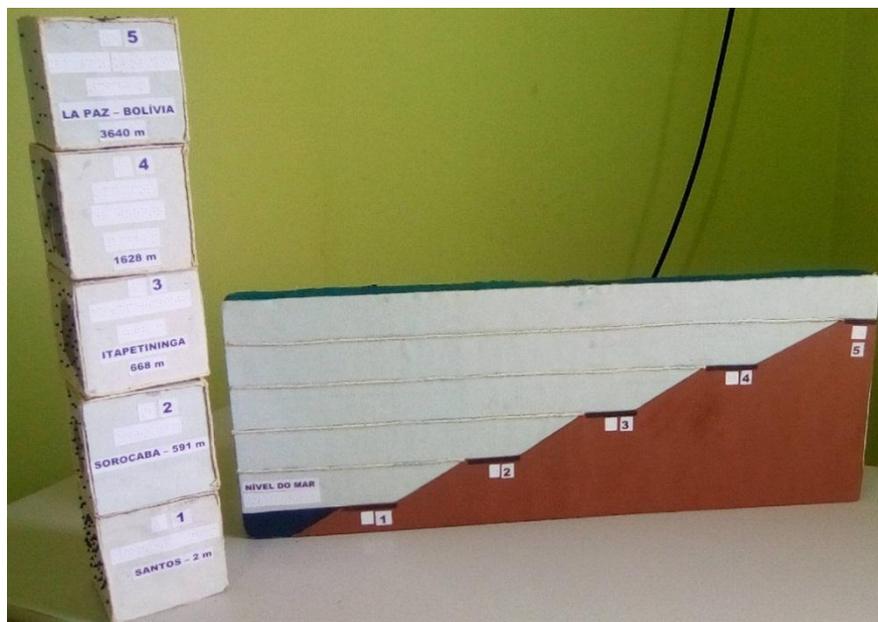
A maquete de alto-relevo tem como objetivo representar os diferentes níveis de altitude. Os objetos resumem-se em cubos que têm como objetivo demonstrar a densidade do ar em diferentes altitudes e que, quando empilhados, ajudam a compreender o conceito de pressão atmosférica. Para ambos os recursos, tivemos o cuidado de escolher os melhores materiais para sua formatação, de modo que o aluno com ou sem deficiência visual possa interagir. Desta forma, o MODELO 1 é composto de formas geométricas com pouco detalhes, diferentes texturas, tamanho e cores, e não nos preocupamos em reproduzir em escalas. Como podemos observar nas figuras a seguir:

**Figura 3.1** - Foto superficial da maquete. Do lado dos números e embaixo da escrita: “nível do mar”, seguem suas respectivas legendas em Braille. O papel camurça azul escuro representa o mar, a folha de E.V.A. marrom representa o solo terrestre, o barbante representa a localização da altitude. As tiras pretas (lixa nº 240) acima dos números representam a localização de uma determinada cidade. A maquete tem 65,5 cm de comprimento e 25,5 cm de largura. O espaçamento entre cada nível de altitude é de aproximadamente 4,5 cm.



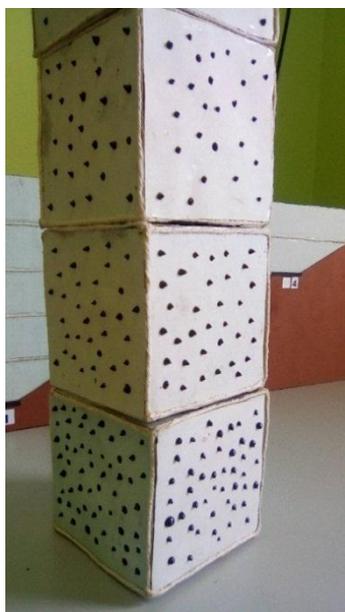
Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 3.2** - Foto da maquete com os cubos. Os cubos representam uma porção de ar referente a cada altitude. Escolhemos as cidades pressupondo serem conhecidas pelos alunos a fim de contextualizar o ensino. Não nos preocupamos em reproduzir nas devidas escalas (referentes à densidade do ar atmosférico para cada altitude). A aresta de cada cubo é 10 cm.



Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 3.3** - Foto aproximada dos cubos a fim do leitor observar os detalhes do modelo. As arestas são preenchidas por barbante e os pingos feitos com tinta relevo de cor azul escuro representam as moléculas de ar.



Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.3.2 Construção do MODELO 2

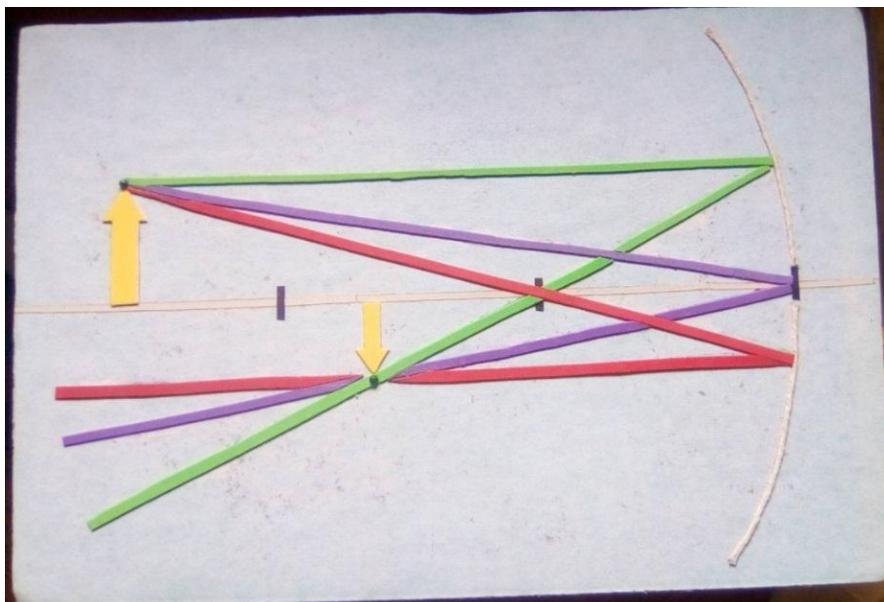
Para o estudo dos fenômenos físicos relacionados aos espelhos esféricos: côncavo e convexo, é apresentado o MODELO 2. O MODELO 2 é composto de seis maquetes de alto-relevo.

As maquetes de alto-relevo têm como objetivo representar as ilustrações contidas no material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2014-2017b, p. 44).

Para elaboração das maquetes, tivemos o cuidado de escolher materiais específicos para sua formatação de modo que o aluno com ou sem deficiência visual pudesse interagir, desta forma, as maquetes são compostas de formas geométricas com poucos detalhes, diferentes texturas, tamanho e cores.

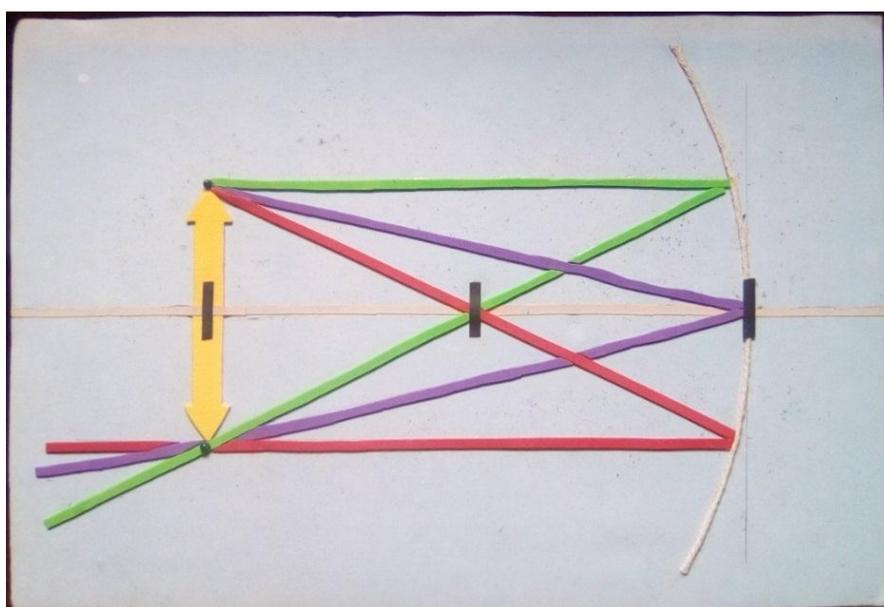
As dimensões de todas as maquetes são: 50 cm de comprimento e 33,3 cm de largura. O raio de curvatura do espelho côncavo é de 30 cm e do espelho convexo é de 21 cm. Para ambos os espelhos esféricos o tamanho do objeto (da seta) é de 7 cm. Como podemos observar nas figuras a seguir:

**Figura 3.4** - Foto da maquete finalizada referente ao espelho côncavo. Objeto posto sobre o eixo principal e antes do centro de curvatura do espelho. Produz uma imagem real, invertida e de menor tamanho em relação ao objeto (cerca de 4 cm).



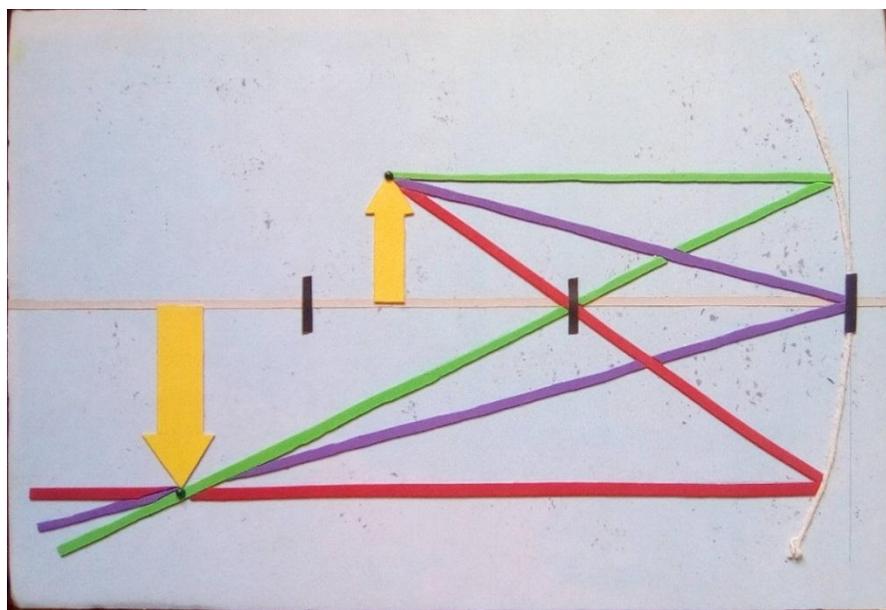
Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 3.5** - Foto da maquete finalizada referente ao espelho côncavo. Objeto posto sobre o eixo principal e sobre o centro de curvatura do espelho. Produz uma imagem real, invertida e de mesmo tamanho do objeto (7 cm).



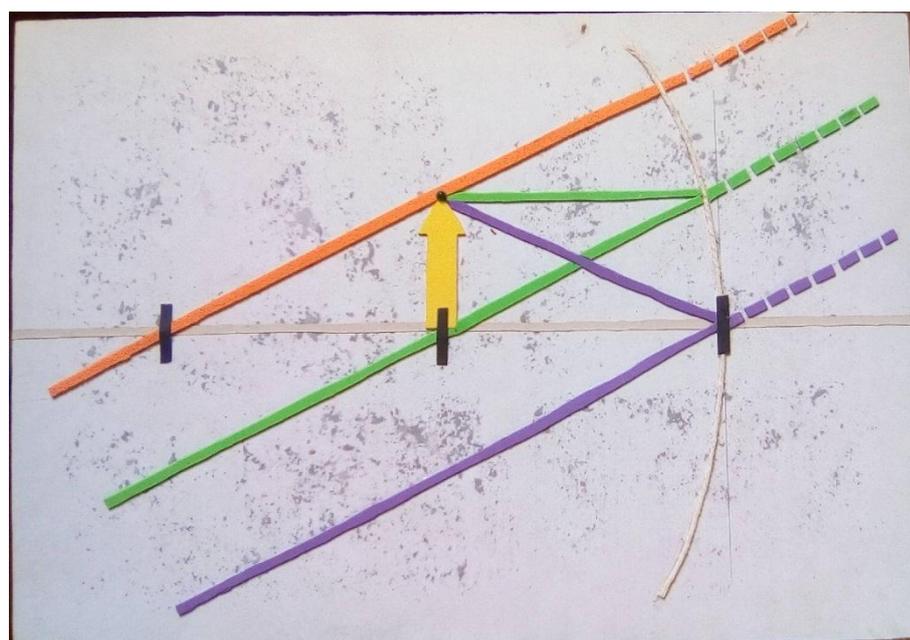
Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 3.6** - Foto da maquete finalizada referente ao espelho côncavo. Objeto posto sobre o eixo principal e entre o centro de curvatura e foco do espelho. Produz uma imagem real, invertida e de maior tamanho em relação ao objeto (cerca de 10 cm).



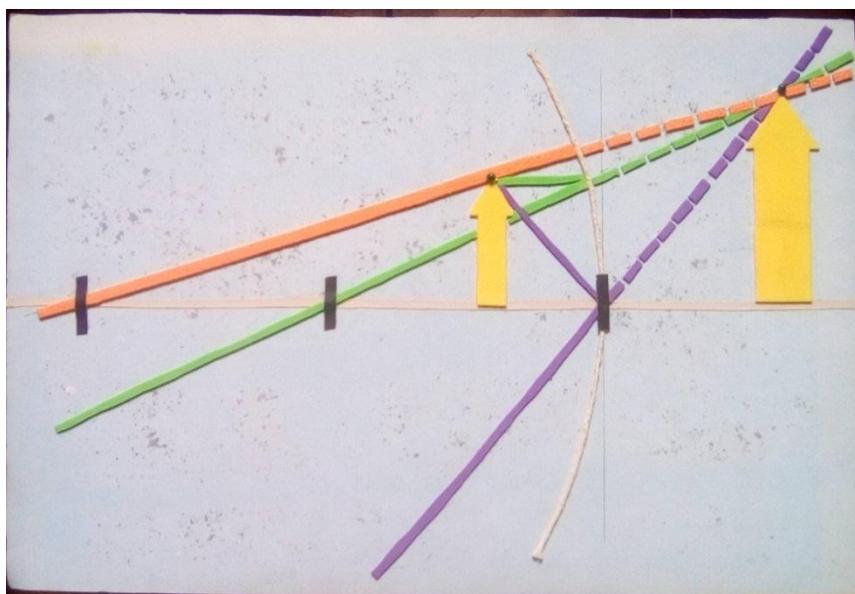
Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 3.7** - Foto da maquete finalizada referente ao espelho côncavo. Objeto posto sobre o eixo principal e sobre foco do espelho. Não produz imagem.



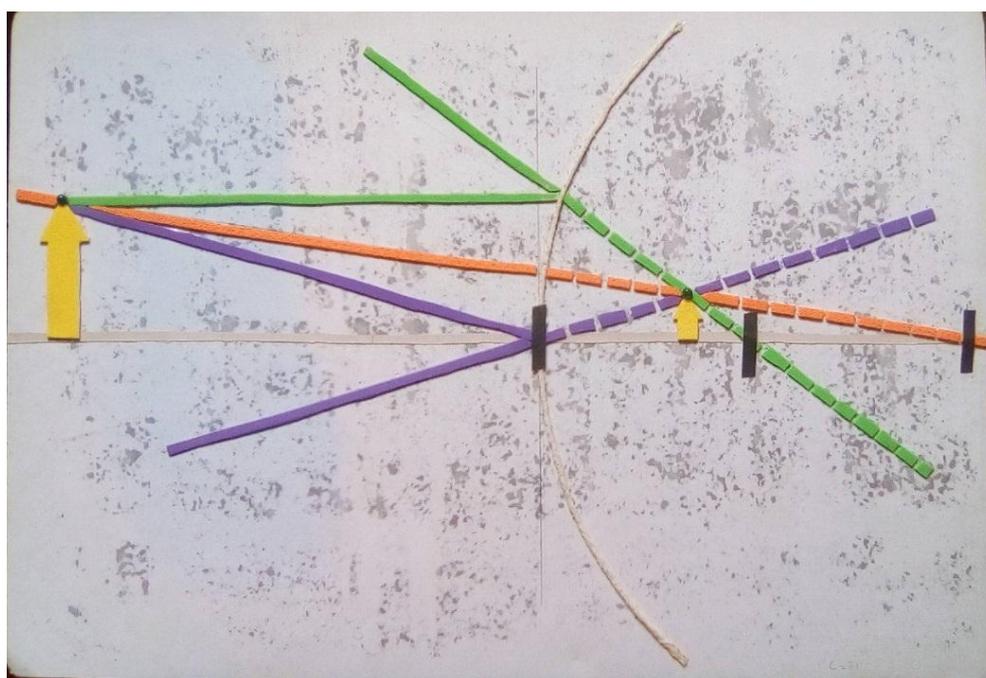
Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 3.8** - Foto da maquete finalizada referente ao espelho côncavo. Objeto posto sobre o eixo principal e entre o foco e o vértice do espelho. Produz uma imagem virtual, direita e de maior tamanho em relação ao objeto (12 cm).



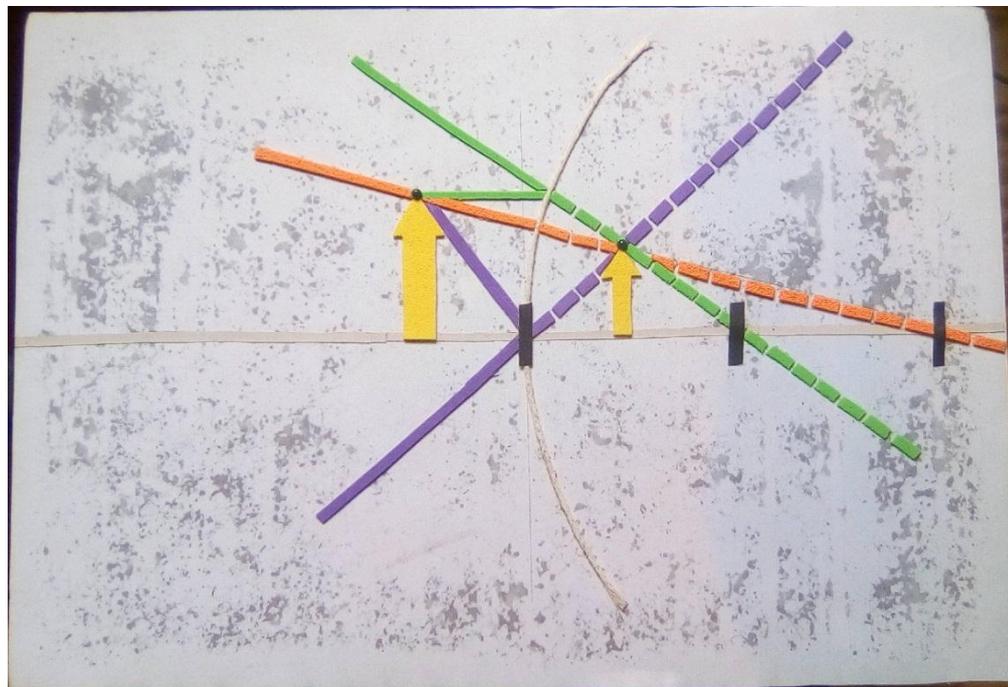
Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 3.9** – Foto da maquete finalizada referente ao espelho convexo. Objeto posto sobre o eixo principal e distante do espelho. Produz uma imagem virtual, direita e de menor tamanho em relação ao objeto (cerca de 2,2 cm).



Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 3.10** – Foto da maquete finalizada referente ao espelho convexo. Objeto posto sobre o eixo principal e próximo do espelho. Produz uma imagem virtual, direita e de menor tamanho em relação ao objeto (cerca de 4,5 cm).



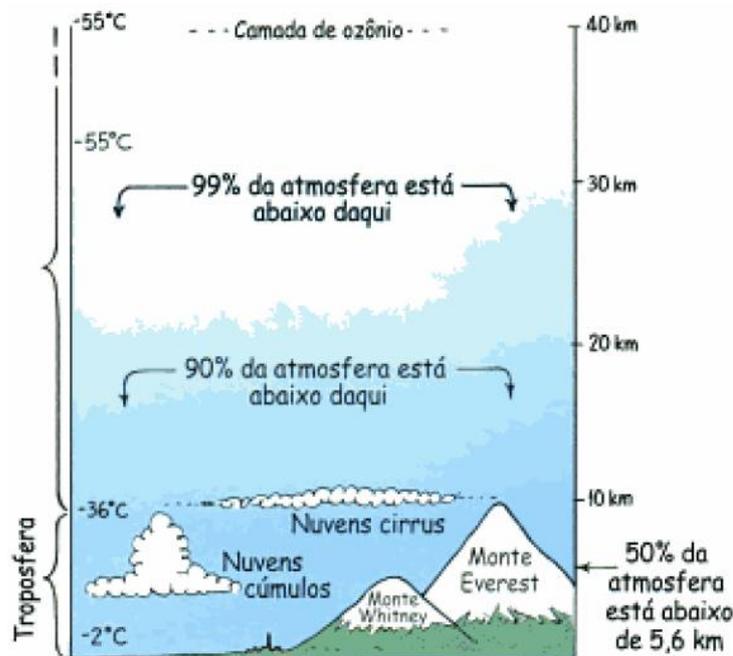
Fonte: Elaborado pelo autor.

## 3.4 CONTEÚDO DE FÍSICA

### 3.4.1 Tópico de Física: Pressão atmosférica

A atmosfera terrestre é determinada por dois fatores que competem entre si: a energia cinética de suas moléculas, que tende a espalhá-las, e a gravidade, que tende a mantê-las junto ao planeta. A energia cinética das moléculas é provinda, primordialmente, da radiação solar e, em razão disso, as moléculas podem chegar a velocidades da ordem de 1.600 km/h, podendo alcançar altitudes de muitos quilômetros. A densidade da atmosfera fica mais rarefeita com o aumento da altitude, até reduzir-se ao vácuo do espaço interplanetário. Cerca de 50% da atmosfera está abaixo de uma altitude de 5,6 km, 75% dela está abaixo de 11 km, 90% abaixo de 18 km e 99% abaixo de 30 km, como podemos ver na figura 3.11:

**Figura 3.11** – Imagem ilustrativa de uma representação conceitual que foca em demonstrar a porcentagem da atmosfera contida em determinada altura. Apresenta também uma altura aproximada da troposfera (~ 10 km).



Fonte: Hewitt (2002, p. 248)

A atmosfera exerce uma força por unidade de área sobre todos os corpos situados na superfície terrestre. A essa força por unidade de área é o que chamamos de pressão atmosférica.

À medida que a altitude aumenta, a pressão diminui, pois diminui o peso da coluna de ar acima. Como o ar é compressível, diminui também a densidade com a altura, o que contribui para diminuir ainda mais o peso da coluna de ar à medida que a altitude aumenta.

Muitas tentativas são feitas de equacionar a atmosfera em relação à pressão, densidade e temperatura, porém todas são meras aproximações da realidade. Entendemos que se trata de um cálculo muito complicado, pois há muitas variáveis envolvidas. Segundo os pesquisadores Dias, Andrade-Neto e Miltão:

O estudo da circulação atmosférica é realizado através da aplicação das leis da termodinâmica e da mecânica clássica (leis de Newton). Contudo, é importante ressaltar que a aplicação dessas leis pode ser um problema complicado. Em primeiro lugar, a atmosfera é um fluido podendo então sofrer variações de massa e volume. Adicionalmente, a Terra é um sistema que gira, o que constitui um sistema de referência não inercial, sendo necessário introduzir forças inerciais (fictícias) na descrição do movimento dos corpos próximos ou na sua superfície. (DIAS; ANDRADE-NETO; MILTÃO, 2007, p. 12)

No entanto demonstraremos uma equação que se aproxima da realidade, sobretudo por estar, também, relacionado com o estudo do MODELO 1 (refere-se ao estudo conceitual da variação da pressão atmosférica conforme a altitude, nesse estudo utilizamos como altura limite a cidade de La Paz -Bolívia, cerca de 3.640 m ).

Os pesquisadores Dias, Andrade-Neto e Miltão (2007) realizaram um estudo sobre a variação da pressão atmosférica com altitude numa temperatura isotérmica e não-isotérmica. Nesse estudo os pesquisadores concluíram que a equação referente à temperatura isotérmica pode ser considerada uma boa aproximação da realidade<sup>9</sup>, porém, apenas nos quatro primeiros quilômetros de altitude. Contudo, achamos viável o professor conhecer a construção dessa equação (isotérmica), pois envolve muitos conceitos físicos e matemáticos, os quais serão uteis para aplicação e desenvolvimento do MODELO 1. Assim como achamos viável, também, o professor conhecer um instrumento, que segundo Varejão-Silva (2005, p. 129), é “ainda hoje, o meio mais preciso para determinar a pressão atmosférica”. Trata-se do barômetro.

Começaremos o estudo analisando a equação que mostra como a pressão atmosférica varia conforme a altitude (esta equação é conhecida como lei de Halley).

i) Lei de Stevin (variação da pressão com a profundidade em um fluido):

Aplicando as leis de Newton a um elemento de volume  $dV = Adz$  de um fluido em equilíbrio é possível mostrar que a variação da pressão  $P$  com a altura  $z$  é dada por:

$$\frac{dP}{dz} = -\rho g \quad (3.1)$$

Note que essencialmente essa expressão equivale à segunda lei de Newton, “ $F = ma$ ”. Se multiplicarmos pelo volume  $dV = Adz$  os dois lados dessa equação, no esquerdo teremos  $A \cdot P = F$  e, no direito,  $\rho \cdot V \cdot g = mg$ .

Se  $\rho =$  constante, fica fácil integrar (3.1) e obtemos a conhecida lei de Stevin:

$$\frac{dP}{dz} = -\rho g \Rightarrow \int_{P_0}^P dP' = -\rho g \int_{z_0}^z dz' \Rightarrow P - P_0 = -\rho g(z - z_0) \quad (3.2)$$

Mas  $\rho =$  constante apenas para um fluido incompressível, ou seja, é uma boa aproximação apenas para um líquido.

---

<sup>9</sup> Note: a realidade que os pesquisadores se referem é a comparação feita com o resultado obtido da equação considerando a temperatura não-isotérmica, ou seja, na realidade não há uma comparação com a realidade, pois na própria conclusão do trabalho, os pesquisadores confessam que a equação considerando a temperatura não-isotérmica ainda merece reparos.

A equação (3.2) é a famosa fórmula usada no colegial para calcular a variação da pressão com a profundidade  $h$  de uma piscina ou lago:

$$P(z) = P_0 + \rho gh \quad (3.3)$$

A eq. (3.3) é conhecida como lei de Stevin, com  $h = (z_0 - z)$ .

ii) Lei de Halley (variação da pressão com a altitude na atmosfera):

Para um gás não é razoável supor  $\rho = \text{constante}$ , pois os gases são bastante compressíveis. Logo,  $\rho \neq \rho(z)$ , ou seja, tanto a pressão como a densidade variam com a altura. Para integrar a equação (3.1) e encontrar a expressão equivalente à lei de Stevin para fluidos compressíveis, temos que achar a função  $\rho(z)$ , ou seja, descobrir como  $\rho$  varia com a altura (ou profundidade).

Halley, interessado em calcular como a pressão da atmosfera diminuía com a altitude, obteve uma aproximação para  $\rho(z)$  a partir de duas hipóteses:

- a) a atmosfera pode ser tratada como um gás ideal;
- b)  $T = \text{constante}$ , ou seja, a atmosfera está em equilíbrio térmico, uma hipótese bastante restritiva, que certamente não é verdadeira para grandes variações de altura.

A partir da lei dos gases, supondo  $T = \text{constante}$ , temos:

$$PV = nRT = \frac{m}{M}RT \Rightarrow P = \frac{m}{V} \frac{RT}{M}$$

Onde  $m$  é a massa de um gás e  $M$  a massa molar.

As hipóteses de Halley (gás ideal e  $T$  constante) significam, portanto, que  $P = \rho x \text{ constante}$ , ou seja,  $P(z)$  é proporcional a  $\rho(z)$ . Mas se  $P(z) \propto \rho(z)$ , teremos  $P_0 \propto \rho_0$ , ou seja, se conhecermos a pressão e a densidade em certa altura de referência ( $z_0$ ) podemos calcular a constante de proporcionalidade:

$$\rho(z) = \frac{\rho_0}{P_0} P(z) \quad (3.4)$$

Com (3.4) podemos integrar a equação (3.1):

$$\frac{dP}{dz} = -\rho g = -\frac{\rho_0}{P_0} P(z) g \Rightarrow \frac{dP(z)}{P(z)} = -\frac{\rho_0}{P_0} g dz \Rightarrow$$

$$\int_{P_0}^P \frac{dP'}{P'} = -\int_{z_0}^z \alpha dz' \quad \left( \alpha = cte = \frac{\rho_0 g}{P_0} \right)$$

$$\ln P' \Big|_{P_0}^P = -\alpha z' \Big|_{z_0}^z \Rightarrow \ln \left( \frac{P}{P_0} \right) = -\alpha z$$

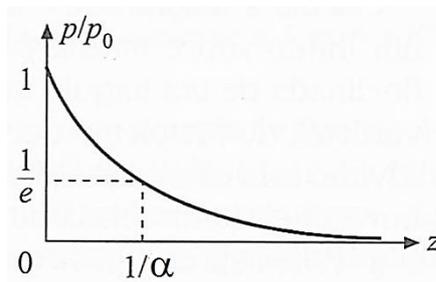
$$P(z) = P_0 e^{-\frac{\rho_0 g}{P_0} z} \tag{3.5}$$

A eq. (3.5) descreve a lei de Halley.

A eq. (3.5) pode ser chamada de fórmula barométrica, visto que, segundo Hewitt (2002, p. 250): “Os instrumentos usados para medir a pressão atmosférica são chamados de barômetros.”.

Para o ar à temperatura de 15°C, a densidade ao nível do mar é  $\rho_0 \approx 1,226 \text{ kg/m}^3$  e a pressão de 1 atm =  $1,013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ , resulta em  $1/\alpha \approx 8,4 \text{ km}$ , esta é ordem de grandeza da troposfera, a camada mais baixa da atmosfera.

**Figura 3.12** – O gráfico mostra que a pressão, numa atmosfera isotérmica, decresce exponencialmente com a altitude. No eixo da ordenada,  $P$  refere-se a pressão final e  $P_0$  a pressão inicial. No eixo da abscissa,  $z$  refere-se a altitude e  $\alpha$  a uma constante.



Fonte: Elaborado pelo autor<sup>10</sup>.

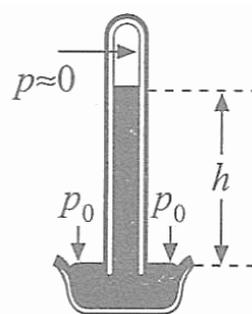
Agora mais alguns detalhes sobre o barômetro.

<sup>10</sup> Figura baseada na imagem contida em Nussenzveig (2002, p. 13).

Segundo a história, no tempo de Galileu, um construtor projetou uma bomba aspirante muito elevada e verificou que a água não podia ser aspirada a uma altura superior a 10 m. A explicação foi dada por um estudante de Galileu, Evangelista Torricelli. Torricelli afirmou: “Vivemos no fundo de um oceano de ar, que, conforme mostra a experiência, sem dúvida tem peso”, devendo, portanto, exercer sobre um corpo uma pressão atmosférica. Se esta pressão era justamente suficiente para elevar uma coluna de água a uma altura de  $\sim 10$  m, Torricelli previu que elevaria uma coluna de mercúrio (13,6 vezes mais denso do que a água) a uma altura de  $\sim 10 \text{ m}/13,6 \approx 76 \text{ cm}$ .

Um tubo de vidro de aproximadamente 1 m de comprimento, fechado em uma das extremidades é completado por mercúrio até borda, tampa-se com o dedo a extremidade e inverte o tubo sobre uma bacia contendo mercúrio, em seguida retira-se o dedo. A coluna de mercúrio desce para baixo, aumentando o volume de mercúrio na bacia, a altura da coluna de mercúrio baixa até uma altura de  $\sim 76 \text{ cm}$ . Acima da coluna forma-se um bom vácuo (a pressão de vapor de mercúrio é muito pequena). O barômetro “se equilibra” quando o peso do líquido dentro do tubo exerce a mesma pressão que a atmosfera de fora exerce, na altura da base da coluna. O mercúrio no interior do tubo de um barômetro é literalmente empurrado para cima pelo peso da atmosfera.

**Figura 3.13** – Imagem ilustrativa de um barômetro de mercúrio. A letra **P** refere-se a pressão final e ela sempre vai ser considerada como aproximadamente zero. **P<sub>0</sub>** refere-se a pressão inicial, em outras palavras ela é a pressão atmosférica. **h** refere-se à altura da coluna de mercúrio.



Fonte: Nussenzveig (1998, p. 9)

A equação utilizada no cálculo do barômetro é a eq. (3.3).

O que acontece no barômetro é semelhante ao que acontece quando tomamos uma bebida pelo canudinho. A pressão interna do canudinho diminui quando sugamos, a pressão externa (pressão atmosférica) empurra a bebida para nossa boca.

**Figura 3.14** – Imagem ilustrativa da pressão atmosférica agindo sobre a superfície de uma bebida que está dentro do copo. Isso acontece porque antes de sugarmos o líquido, sugamos o ar contido dentro do canudinho, desta forma, a pressão interna do canudinho diminui, como a pressão externa (pressão atmosférica) é maior, ela empurra líquido fazendo-o subir pelo canudinho.

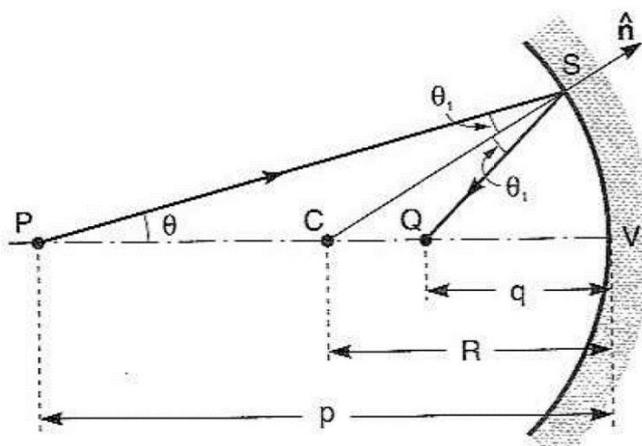


Fonte: Hewitt (2002, p. 251)

### 3.4.2 Tópico de Física: Espelhos esféricos

Primeiramente devemos entender que nem todos os espelhos esféricos formam imagens. Para dedução dessa afirmação acompanhe a figura 3.15:

**Figura 3.15** – Imagem ilustrativa do estudo relacionado com a óptica geométrica referente ao espelho côncavo. O ponto objeto ( $P$ ) é posto sobre o eixo principal antes do centro de curvatura ( $C$ ). O raio de curvatura ( $R$ ) é a distância entre  $C$  e o vértice ( $V$ ).  $P$  reflete raios de luzes para todas as direções, um desses raios incide sobre um ponto no espelho, chamaremos esse ponto no espelho de ( $S$ ) e o raio incidente de  $\overline{PS}$ .  $\overline{PS}$  forma um ângulo ( $\theta$ ) com o eixo principal. Segundo a Lei da Reflexão, todo raio incidente forma um ângulo de incidência de mesmo valor do ângulo reflexão, em relação a componente normal ( $\hat{n}$ ) do ponto incidido, desta maneira,  $\overline{PS}$  ao incidir em  $S$  forma um ângulo de incidência ( $\theta_1$ ) e um ângulo de reflexão ( $\theta_1$ ). O raio refletido ( $\overline{SQ}$ ) cruza o eixo principal no ponto ( $Q$ ). A distância ente  $Q$  e  $V$  ( $\overline{QV}$ ) é equivalente a  $q$  e a distância entre  $P$  e  $V$  ( $\overline{PV}$ ) é igual  $p$ .



Fonte: Nussenzveig (1998, p.18)

Segundo a figura 3.15, relacionado a distância  $q$  com a distância  $p$  e com o ângulo  $\theta$ , utilizando a Lei dos senos no  $\Delta CSP$ , teremos:

$$\frac{p-R}{\sin \theta_1} = \frac{R}{\sin \theta} \quad (3.6)$$

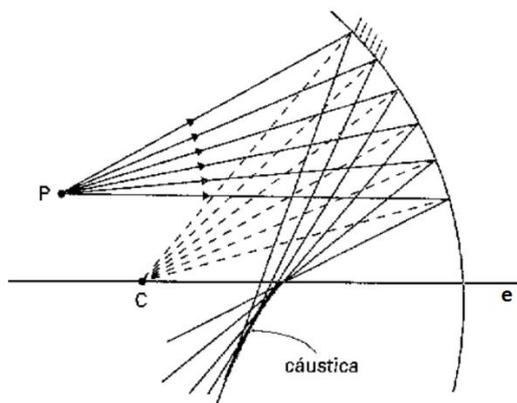
Da mesma maneira para o  $\Delta SQP$ , onde  $\angle S\hat{Q}P = \pi - (\theta + 2\theta_1)$ , teremos:

$$\frac{R-q}{\sin \theta_1} = \frac{R}{\sin(\theta+2\theta_1)} \quad (3.7)$$

A partir das eq. (3.6) e eq. (3.7), a princípio é possível eliminar  $\theta_1$  e relacionar  $q$  com  $p$  para cada valor de  $\theta$ , fazendo isso, o resultado mostra depender exclusivamente de  $\theta$ , ou seja, ao contrário do espelho plano, o espelho esférico não forma uma imagem nítida do objeto puntiforme, os inúmeros raios refletidos pelo ponto objeto  $P$  produzem diferentes ângulos  $\theta$  de inclinação em relação ao eixo principal, desta forma ao incidirem no espelho produzem diferentes pontos  $Q$  no eixo principal, quando isso acontece dizemos que há “aberração esférica” (NUSSENZVEIG, 1998, p. 19).

Segundo Gaspar essa aberração esférica acontece porque nem todos os espelhos esféricos é um sistema óptico estigmático, ou seja, um sistema estigmático é aquele em que um ponto objeto fornece um único ponto imagem, a rigor, o único espelho estigmático é o espelho plano (GASPAR, 2005, p. 262), para melhor compreensão ver a figura 3.16:

**Figura 3.16** – Imagem ilustrativa do estudo relacionado com a óptica geométrica referente ao espelho côncavo. Os inúmeros raios emanados do ponto objeto  $P$  com diferentes ângulos  $\theta$ , respectivamente em relação ao eixo principal ( $e$ ), incidem no espelho côncavo que por sua vez refletem e cruzam o eixo principal em diferentes pontos  $Q$  formando uma superfície curva denominada cóustica. A imagem não é nítida porque a imagem de um ponto conjugada com espelho esférico não é um ponto, mas uma curva.



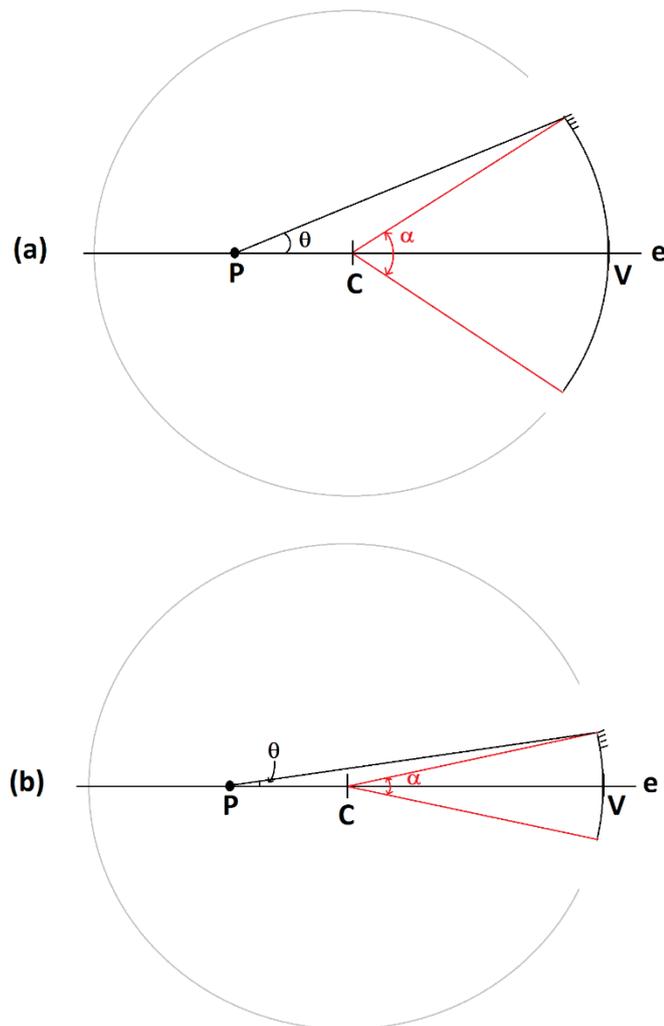
Fonte: Gaspar (2005, p. 262)

Entretanto, veremos a seguir, que há algumas condições para que os espelhos esféricos possam ser considerados estigmáticos, estas condições são conhecidas como condições de estigmatismo de Gauss (GASPAR, 2005, p. 263).

Se limitarmos em usar apenas uma pequena abertura angular do espelho, como mostra a figura 3.17:

**Figura 3.17** – Imagem ilustrativa do estudo relacionado com a óptica geométrica referente ao espelho côncavo. Para ambas as figuras (a) e (b), foi utilizada uma mesma esfera, ou seja, com mesmo raio de curvatura. Porém com diferentes cortes na esfera de modo que a abertura angular ( $\alpha$ ) apresenta diferentes valores para (a) e (b). Para ambas, foi posto um ponto objeto ( $P$ ) a mesma distância em relação ao centro de curvatura do espelho ( $C$ ), com intuito de verificar o comportamento do ângulo ( $\theta$ ).

Em (a) mostra um espelho côncavo com abertura angular ( $\alpha$ ) maior que  $10^\circ$ . Este espelho provavelmente apresentaria aberrações esféricas. Em (b) a abertura angular ( $\alpha$ ) é menor que  $10^\circ$ , desta forma, observe que a pequena abertura angular ( $\alpha$ ) torna a esfericidade do espelho esférico quase desprezível, promovendo assim que os raios provindos do ponto objeto ( $P$ ) formem, em relação ao eixo principal ( $e$ ), ângulos ( $\theta$ ) pequenos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Se considerarmos a configuração do espelho disposta na figura 3.17 (b), isso restringiria os raios admitidos em raios paraxiais, ou seja, esses raios formariam com o eixo principal ângulos  $\theta$  suficientemente pequenos, os quais podem ser empregados seguintes as aproximações (medidos em radianos):

$$\left. \begin{aligned} \sin \theta &= \theta - \frac{\theta^3}{3!} + \dots \theta \\ \cos \theta &= 1 - \frac{\theta^2}{2!} + \dots \approx 1 \\ \tan \theta &= \theta + \frac{\theta^3}{3} + \dots \approx \theta \end{aligned} \right\} \quad (3.8)$$

Na aproximação paraxial, para todos os espelhos esféricos, geralmente são utilizadas as condições descritas no conjunto de equações descrita na eq. (3.8), desta forma, para um espelho de pequena abertura,  $\theta_1$  também será pequeno. Substituindo a eq. (3.8) nas eq. (3.6) e eq. (3.7), respectivamente:

$$\frac{p-R}{R} \cong \frac{\theta_1}{\theta}, \quad \frac{R-q}{R} \cong \frac{\theta_1}{\theta+2\theta_1} = \frac{\theta_1/\theta}{1+2\frac{\theta_1}{\theta}}$$

Substituindo a primeira dessas equações na segunda, vem:

$$\frac{q}{R} = \frac{\frac{p}{R}}{-1+2\frac{p}{R}} \quad \left\{ \begin{aligned} \frac{1}{p} + \frac{1}{q} &= \frac{2}{R} \end{aligned} \right. \quad (3.9)$$

A eq. (3.9) mostra que adotando a aproximação paraxial, a posição de  $Q$  é independente de  $\theta$ , ou seja, todos os raios paraxiais convergem para o mesmo ponto  $Q$ , formando a imagem de  $P$ . Pela eq. (3.9) podemos notar que a distância imagem  $q$  está relacionada com a distância objeto  $p$  e com o raio de curvatura  $R$ , desta forma, a simetria entre em  $p$  e  $q$  mostra que se  $Q$  é a imagem de  $P$ ,  $P$  pode ser a imagem de  $Q$ , fato decorrente da reversibilidade dos raios luminosos.

Se fizermos  $p \rightarrow \infty$  na eq. (3.9), teremos uma imagem de um ponto objeto infinitamente distante, que pode ser representado como um raio paralelo ao eixo, ou seja, a imagem, nesse caso, é o foco ( $F$ ) do espelho, situado entre o centro de curvatura e o vértice. A distância entre  $F$  e  $V$  é denominada distância focal ( $f$ ). Reciprocamente, quando um ponto objeto é posto no  $F$  terá sua imagem no infinito (representado por raio paralelo ao eixo).

$$p \rightarrow \infty \quad \left\{ \quad q \rightarrow f \equiv \frac{R}{2} \right. \quad (3.10)$$

Substituindo a eq. (3.10) na eq. (3.9):

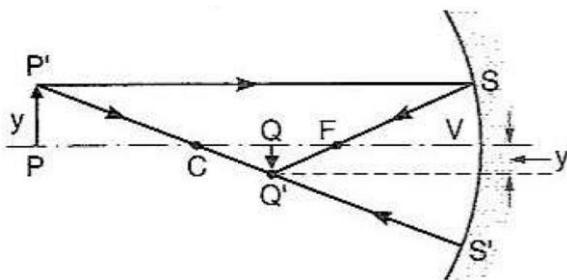
$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \quad (3.11)$$

A eq. (3.11) é denominada equação da conjugação<sup>11</sup> (GASPAR, 2005, p. 266).

Uma das principais aplicações dos espelhos esféricos é aumentar ou diminuir o tamanho da imagem. Para calcular esse efeito, precisamos determinar a imagem de um ponto objeto situado fora do eixo de simetria do espelho.

Um dos procedimentos é utilizar o “traçado de raios” (NUSSENZVEIG, 1998, p. 21), que resume em utilizar as propriedades do foco e do centro de curvatura do espelho esférico, para isso acompanhe a figura 3.18:

**Figura 3.18** – Imagem ilustrativa do estudo relacionado com a óptica geométrica referente ao espelho côncavo. Considerando um objeto representado pela seta ( $y$ ) de segmento  $\overline{PP'}$ . Em um ponto na extremidade de  $y$  é refletido dois raios em direção ao espelho côncavo, um deles é o raio  $\overline{P'S}$ , ele é paralelo ao eixo principal e produz um raio refletido que passa pelo foco ( $F$ ), o outro raio é o segmento  $\overline{P'S'}$ , ele passa pelo centro de curvatura do espelho ( $C$ ) e como ele é a normal do espelho, volta refletido na mesma direção, mas em sentido oposto. A intersecção ( $Q'$ ) desses dois raios é a imagem ( $Q'$ ) do ponto ( $P'$ ). Note, poderíamos ter tomado um raio de segmento  $\overline{P'F}$ , ele passaria por  $F$ , incidiria no espelho e refletiria paralelo ao eixo principal, coincidindo na intersecção  $Q'$ .



Fonte: Nussenzveig (1998, p. 21)

Analisando a figura 3.18, vemos que a imagem  $\overline{QQ'} = y'$  é invertida ( $y' < 0$ ) e os triângulos semelhantes  $PP'C$  e  $QQ'C$ , dão:

<sup>11</sup> Note: a equação da conjugação é conhecida por outros nomes, como por exemplo: “função dos pontos conjugados” (VILLAS BOAS; DOCA; BISCUOLA, 2016, p. 218) e “equação de Gauss” (FILHO; SILVA, 2016, p. 174).

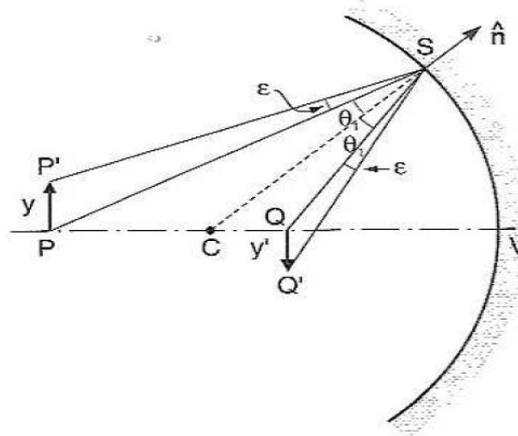
$$-\frac{y'}{y} = \frac{\overline{CQ}}{\overline{PC}} = \frac{R - q}{p - R} = \frac{q}{p} \left( \frac{\frac{R}{q} - 1}{1 - \frac{R}{p}} \right)$$

Decorre da eq. (3.9) que a expressão entre parênteses no último membro é igual a 1, desta forma, o aumento lateral<sup>12</sup>( $m$ ) do espelho é dado por:

$$m \equiv \frac{y'}{y} = -\frac{q}{p} \tag{3.12}$$

Para demonstrar efetivamente que se trata de uma imagem  $y'$  do ponto  $P'$ , ou seja, que raios provindos de  $P'$ , porém com outros ângulos em relação ao eixo principal, também vão se cruzar em  $Q'$ , considere a figura 3.19, para a explicação:

**Figura 3.19** – Imagem ilustrativa do estudo relacionado com a óptica geométrica referente ao espelho côncavo. Perceba que o raio ( $\overline{PS}$ ), proveniente do ponto ( $P$ ), após a interação com o espelho no ponto ( $S$ ) forma uma imagem no ponto ( $Q$ ) e um raio ( $\overline{P'S}$ ), proveniente do ponto ( $P'$ ), atinge o mesmo ponto  $S$  e forma uma imagem no ponto ( $Q'$ ). O ângulo de incidência de  $\overline{P'S}$  é igual ( $\theta_1 + \varepsilon$ ), onde  $\theta_1$  é o ângulo de incidência de  $\overline{PS}$ , logo, os ângulos de reflexões são ( $\theta_1 + \varepsilon$ ) e  $\theta_1$ , respectivamente.



Fonte: Nussenzveig (1998, p. 22)

Na aproximação paraxial,  $\overline{PP'}$  se confunde com um arco de círculo de centro  $S$  e abertura  $\varepsilon$ , logo, no  $\Delta PP'S$ ,

<sup>12</sup> Note: a equação do aumento lateral também é conhecida por outros nomes, como por exemplo: “equação do aumento linear” (FILHO; SILVA, 2016, p. 174) e “aumento linear transversal” (VILLAS BOAS; DOCA; BISCOLOLA, 2016, p. 219).

$$\varepsilon \approx \frac{\overline{PP'}}{\overline{PS}} \approx \frac{y}{\overline{PV}} = \frac{y}{p}$$

Analogamente, no  $\Delta QQ'S$

$$\varepsilon \approx \frac{\overline{QQ'}}{\overline{QS}} \approx \frac{y'}{\overline{QV}} = -\frac{y'}{q}$$

Comparando esses dois resultados, obtemos novamente a eq. (3.12) (ver a eq. 3.12).

Desta forma, como o resultado é independente de  $\varepsilon$ , ele mostra que, na aproximação paraxial, todos os raios que emergem de  $P'$  produzirão raios refletidos que se cruzam em  $Q'$ , ou seja,  $Q'$  é a imagem de  $P'$ .

O tratamento dado ao estudo de espelhos esféricos côncavos se estende para espelhos esféricos convexos, porém há algumas informações a considerar:

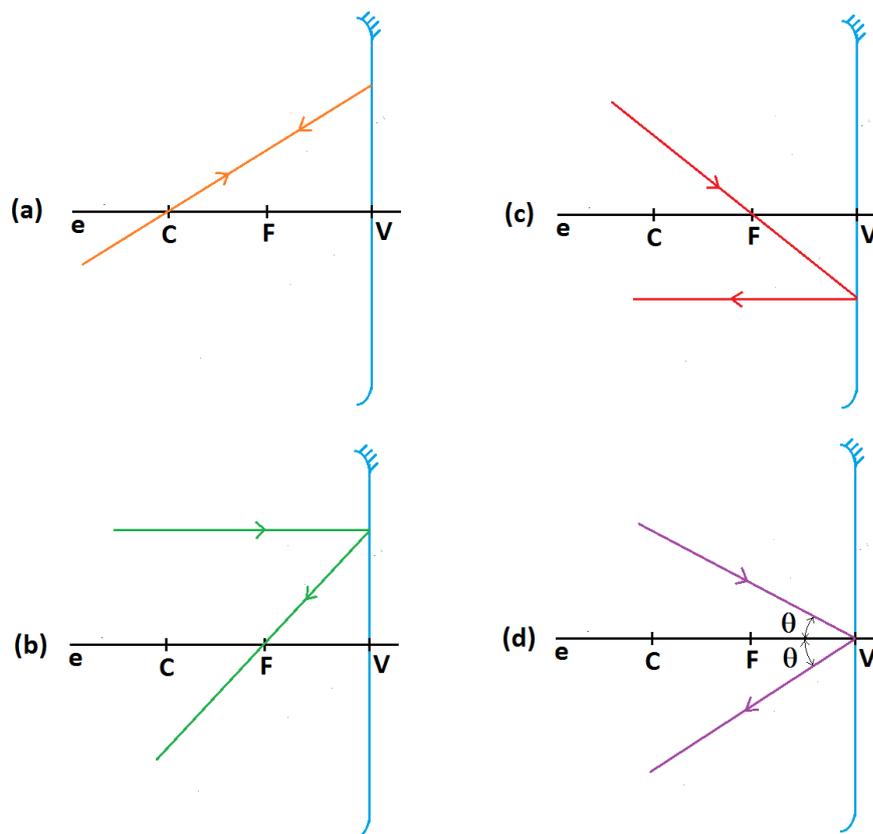
1. Quando a luz incide da esquerda para direita, a luz refletida viaja da direita para esquerda.
2. As distâncias objeto e imagem são medidas de  $P$  para  $V$  e  $Q$  para  $V$ , respectivamente, sendo positivas (objetos e/ou imagem reais) quando  $P$  e/ou  $Q$  estão à esquerda de  $V$ , e virtuais (negativas) quando à direita.
3. A distância focal ( $f$ ) é  $\overline{FV}$  (positiva para  $F$  à esquerda de  $V$ ).
4. O raio de curvatura ( $C$ ) é  $\overline{CV}$  (positiva para o espelho côncavo).
5. Distâncias verticais são positivas acima do eixo principal e negativas abaixo.

#### 3.4.2.1 Aplicação da teoria para construção gráfica de espelhos esféricos.

Antes de mais nada devemos lembrar que, como a abertura angular deve ser muito pequena, os espelhos esféricos apresentam ser mais planos do que esféricos.

A construção gráfica da imagem de um objeto baseia-se em definições ou regras de fácil comprovação, ilustradas na figura 3.20:

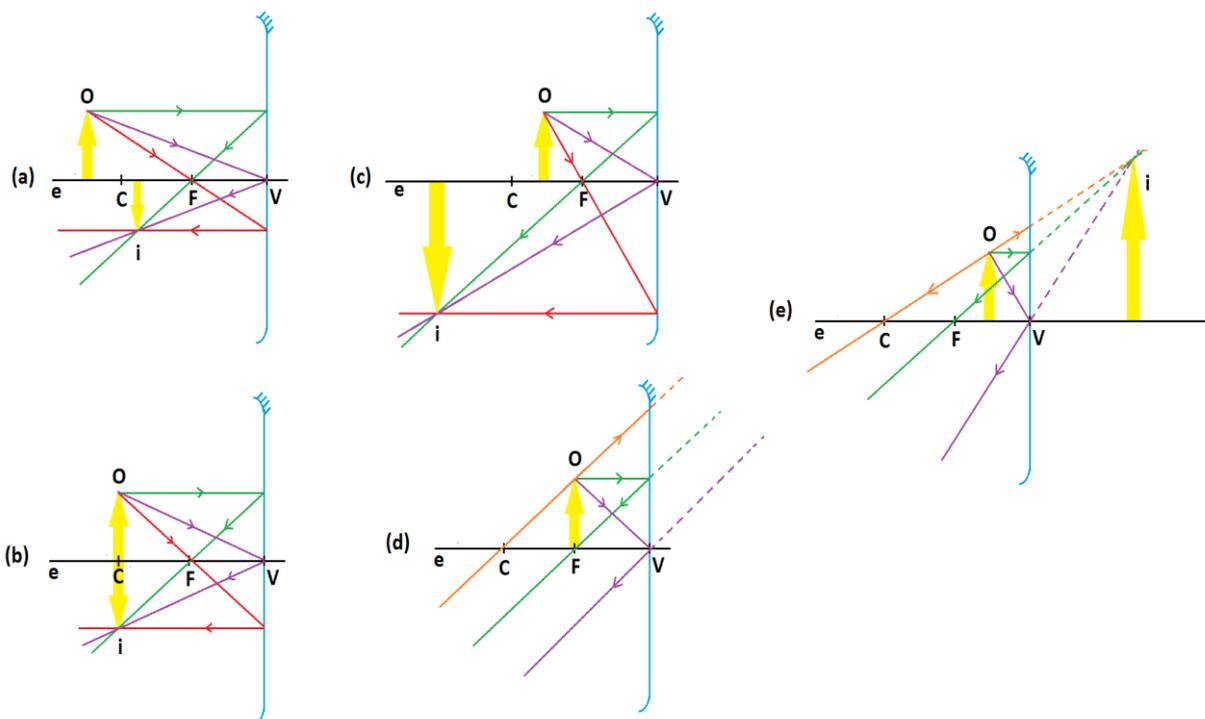
**Figura 3.20** – As imagens ilustrativas mostram alguns dos principais traços de raios a fim de podermos determinar a posição e as características da imagem do objeto. Para todas as figuras seguem as legendas: eixo principal ( $e$ ), centro de curvatura ( $C$ ), foco ( $F$ ) e vértice ( $V$ ). Em (a): todo raio de luz que incide no espelho passando por  $C$ , reflete na mesma direção em sentido oposto. Em (b): todo raio de luz que incide no espelho paralelamente a  $e$ , reflete passando por  $F$ . Em (c): todo raio que incide no espelho passando por  $F$ , reflete paralelamente a  $e$ . Em (d): todo raio que incide no  $V$ , forma um ângulo de incidência ( $\theta$ ) de mesmo valor do ângulo de reflexão ( $\theta$ ), ambos relacionado com  $e$ .



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação ao estudo do espelho esférico côncavo, há cinco principais posições em que o objeto é posto, sobre o eixo principal, em frente ao espelho. Admitindo que o tamanho do objeto utilizado para todas as posições é o mesmo. Desta forma analisaremos se há formação de imagem e suas características quando houver, para isso acompanhe a figura 3.21:

**Figura 3.21** – Para todas as figuras: (a), (b), (c), (d) e (e), seguem as legendas: *e* refere-se ao eixo principal, *C* refere-se ao centro de curvatura do espelho, *F* refere-se ao foco do espelho, *V* refere-se ao vértice do espelho (centro geométrico da calota), *O* refere-se ao objeto e *i* refere-se a imagem. Em (a): *O* é posto antes de *C*. Em (b): *O* é posto sobre *C*. Em (c): *O* é posto entre *C* e *F*. Em (d): *O* é posto sobre *F*. Em (e): *O* é posto entre *F* e *V*.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Sobre a análise geométrica das imagens, são apresentadas três principais características para o estudo das imagens: Natureza, Orientação e Tamanho. A característica relacionada com a Natureza refere-se ela ser “real” ou “virtual”, sendo assim, uma imagem será real quando sua imagem se formar antes do vértice do espelho e virtual quando sua imagem se formar depois do vértice do espelho, em outras palavras, diz-se que uma imagem é virtual quando não há raios luminosos emanando dela, ela (imagem virtual) é formada pelo prolongamento de raios luminosos (NUSSENZVEIG, 1998, p. 17). A característica relacionada com a Orientação refere-se ela ser “direita” ou “invertida”, sendo assim, uma imagem será direita quando sua imagem se formar acima do eixo principal e invertida quando sua imagem se forma abaixo do eixo principal. E por fim, a característica relacionada com o Tamanho refere-se ela ser “maior” ou “menor”, sendo assim, uma imagem será maior quando em comparação ao tamanho do objeto ela se mostrar maior e será menor quando em comparação ao objeto ela se mostrar menor.

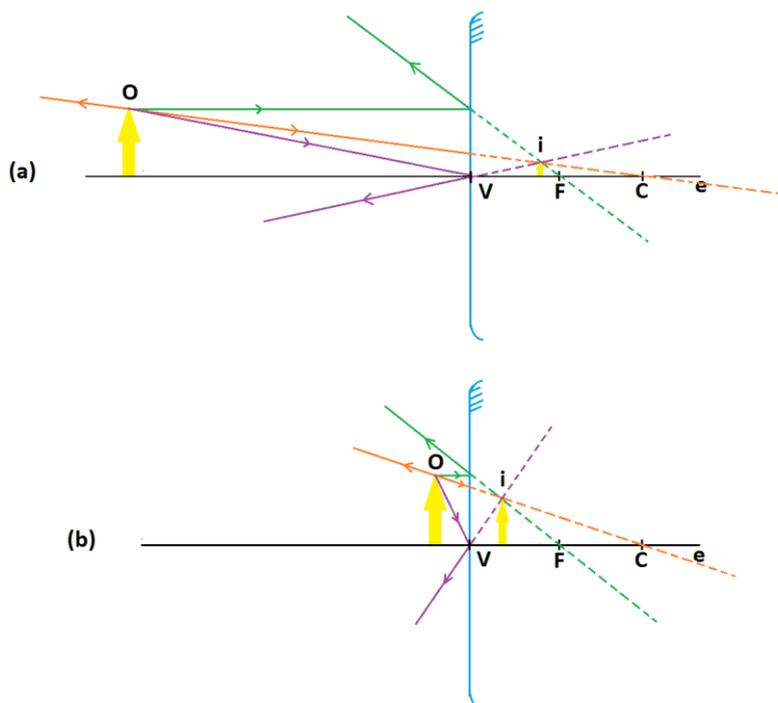
TABELA 3.1: Resultado da análise geométrica referente a figura 3.21

Figura	Natureza	Orientação	Tamanho
a	real	invertida	menor
b	real	invertida	de mesmo tamanho
c	real	invertida	maior
d	indefinida	indefinida	indefinida
e	virtual	direita	maior

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação ao estudo dos espelhos côncavos, analisaremos as características da imagem quando um objeto é posto a uma longa distância e próxima do espelho, para isso acompanhe a figura 3.22:

**Figura 3.22** – Para ambas as figuras: (a) e (b), seguem as legendas: *e* refere-se ao eixo principal, *C* refere-se ao centro de curvatura do espelho, *F* refere-se ao foco do espelho, *V* refere-se ao vértice do espelho (centro geométrico da calota), *O* refere-se ao objeto e *i* refere-se a imagem. Em (a): *O* é posto distante de *C*. Em (b): *O* é posto próximo de *C*.



Fonte: Elaborado pelo autor.

TABELA 3.2: Resultado da análise geométrica referente a figura 3.22.

Figura	Natureza	Orientação	Tamanho
a	virtual	direita	menor
b	virtual	direita	menor

Fonte: Elaborado pelo autor.

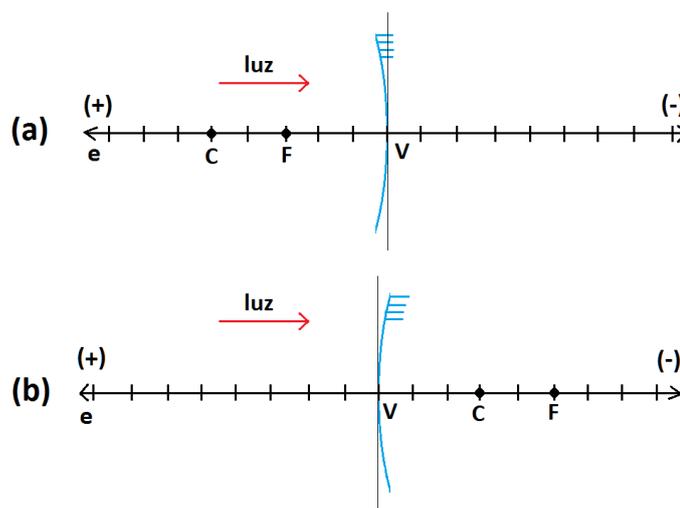
Sobre o estudo analítico das imagens.

O estudo analítico pode representar, da mesma maneira que a análise geométrica, o comportamento da imagem em frente a um espelho esférico. Para o estudo analítico recorreremos às equações: eq. (3.11) e eq. (3.12).

O estudo analítico está baseado na posição do objeto ( $p$ ), na posição da imagem ( $q$ ) e na distância focal ( $f$ ). Onde  $p$  é igual a distância entre o objeto ( $O$ ) até vértice do espelho ( $V$ ),  $q$  é a distância entre a imagem ( $i$ ) até  $V$  e  $f$  é a distância entre o foco do espelho ( $F$ ) até  $V$ .

O referencial adotado utiliza o eixo principal ( $e$ ) como eixo das abcissas, com origem no vértice ( $V$ ) do espelho. O sentido positivo é o oposto ao da luz incidente no espelho, como podemos perceber na figura 3.23:

Figura 3.23 – Para ambas as figuras: (a) e (b), seguem as legendas:  $e$  refere-se ao eixo principal,  $C$  refere-se ao centro de curvatura do espelho,  $F$  refere-se ao foco do espelho e  $V$  refere-se ao vértice do espelho (centro geométrico da calota). Em (a) representação de um espelho côncavo e em (b) representação de um espelho convexo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Estudo dos sinais referente a  $p$ :

Quando  $p > 0 \rightarrow$  real.

Quando  $p < 0 \rightarrow \cancel{A}$ .

O estudo sobre  $p$ , mostra que  $p$  sempre terá um valor positivo, logo não faz sentido  $p$  ter valor negativo, se ele tivesse valor negativo o objeto ( $O$ ) estaria dentro do espelho, e isso não pode acontecer.

Estudo dos sinais referente a  $q$ :

Quando  $q > 0 \rightarrow$  imagem real.

Quando  $q < 0 \rightarrow$  imagem virtual.

Estudo dos sinais referente a  $f$ :

Quando  $f > 0 \rightarrow$  espelho esférico côncavo.

Quando  $f < 0 \rightarrow$  espelho esférico convexo.

Os valores de  $p$ ,  $q$  e  $f$  quando aplicados na eq. (3.11), possibilitam a compreensão das características da imagem referente sua natureza. Para compreender as características da imagem referente a sua orientação e tamanho devemos recorrer a eq. (3.12) (equação do aumento lateral).

O aumento lateral ( $m$ ) pode determinar o tamanho da imagem:

Quando  $m > 0 \rightarrow$  orientação direita.

Quando  $m < 0 \rightarrow$  orientação invertida.

O módulo do aumento lateral ( $m$ ) pode determinar o tamanho da imagem:

Quando  $|m| > 1 \rightarrow$  a imagem é maior que o tamanho do objeto.

Quando  $|m| = 1 \rightarrow$  o tamanho da imagem é igual à do tamanho do objeto.

Quando  $|m| < 1 \rightarrow$  a imagem é menor que o tamanho do objeto.

# Capítulo 4

## DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA E APLICAÇÃO DO PRODUTO

---

---

### 4.1 ENTRANDO EM CONTATO COM A REALIDADE DA DEFICIÊNCIA VISUAL

A partir de uma visita em uma instituição de apoio aos deficientes visuais, chamada Centro de Pesquisa e Reabilitação Visual (CEPREVI), localizado na cidade de Itapetininga-SP, tivemos conhecimento de uma estudante de ensino médio matriculada na rede pública estadual, o que nos levou ao estabelecimento de contato com a instituição.

Na escola foi apresentado o projeto de pesquisa e foi possível observar que a mesma não conta com sala de recurso e nenhum tipo de material de apoio (máquina de escrever em Braille, soroban, lentes de aumento, etc.).

Após a apresentação do projeto e a explicação da proposta de trabalho, houve a concordância por parte da gestão escolar e do professor de Física de que ele cederia uma das suas duas aulas semanais para a aplicação do projeto.

Com o intuito de conhecer o ambiente e os alunos, acompanhamos as aulas do professor responsável durante o segundo semestre de 2018. Num certo momento, quando nos encontrávamos preparados para a aplicação, e como combinado previamente com o professor responsável, ele cedeu uma das suas duas aulas semanais e o produto foi aplicado em dois dias distintos em uma aula de 50 minutos. No dia das aplicações a turma contava com uma média de 35 alunos (entre eles, uma aluna com deficiência visual).

## 4.2 DADOS ESCOLARES DA ESTUDANTE COM DEFICIÊNCIA VISUAL

Em relação à aluna com deficiência visual<sup>13</sup> participante do projeto, com a qual foi possível realizar uma breve entrevista, ela nos contou sobre sua vida pessoal e estudantil. A aluna tem 17 anos e é cega congênita. Começou a frequentar a sala de recurso aos 11 meses de vida. Aos 2 anos começou a frequentar o CEPREVI e, aos 7, ingressou no Ensino Fundamental, onde passou por duas escolas de rede pública até chegar na atual. Ela faz parte do time de goalball<sup>14</sup> do CEPREVI desde os 12 anos. Atualmente não frequenta CEPREVI com intuito de reabilitação, mas somente para o treino do goalball. Costuma viajar para participar de jogos regionais de goalball.

## 4.3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Foram desenvolvidas duas atividades, tendo ambas ocorridas em dezembro de 2018. A primeira, relacionada ao conceito de pressão atmosférica e a segunda relacionada aos conceitos de espelhos esféricos.

Lembrando que os conceitos físicos acatados nessas atividades foram escolhidos porque seriam os conceitos que o professor trabalharia no semestre letivo.

Para ambas as atividades, destacamos que a presença da aluna com deficiência visual promoveu o desenvolvimento de recursos táteis-visuais. A seguir, as atividades serão descritas.

### 4.3.1 Atividade 1

A atividade 1 tem como objetivo desenvolver o que Ausubel chama de organizadores prévios (ver o tópico: 3.2 – Construindo a fundamentação teórica). Assim, se considerarmos que a proposta dos “organizadores prévios” vai além de uma mera apresentação feita como em um sumário, ou seja, a ideia que se tem dos “organizadores prévios” é que eles devem ser

---

<sup>13</sup> Essa aluna será citada nesse trabalho pelo nome fictício de Betina.

<sup>14</sup> O goalball, também conhecido por golbol, é um jogo praticado por atletas que possuem deficiência visual, cujo objetivo é arremessar uma bola com as mãos no gol do adversário.

apresentados em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade, a fim de servirem de pontes entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber. Considerando que o conteúdo disciplinar escolhido para essa atividade foi o conceito de pressão atmosférica. Buscamos contextualizar e abstrair os fundamentos físicos que levam ao conceito de pressão atmosférica. Entendemos que os fundamentos físicos que levam ao conceito de pressão atmosférica são os conceitos relacionados a densidade e altura. Ou seja, para trabalharmos o conceito de pressão atmosférica, acatamos como organizadores prévios os conceitos de densidade do ar e altitude.

Em resumo, organizadores prévios segundo Moreira (1999, p. 153): “[...] são úteis para facilitar a aprendizagem na medida em que funcionam como ‘pontes cognitivas’.”.

#### 4.3.1.1 Aplicação do MODELO 1

A aplicação do produto, a nosso ver, é a parte mais delicada deste projeto, pois exige do professor a sensibilidade de perceber não só a deficiência do seu aluno (deficiente visual), como em ministrar a aula para os demais alunos (videntes).

O início da aula se deu pedindo aos alunos que se sentassem em círculo. Vimos que essa configuração facilitou e incentivou o diálogo entre os alunos-alunos e professor-alunos. Notamos também que facilitou a visualização da maquete por meios visuais e táteis, visto que, a maquete pôde ser facilmente transferida de mãos em mãos e vista por todos de qualquer lugar do círculo. Reservamos um espaço vazio no círculo, a fim de facilitar a circulação do professor entre o círculo e a lousa.

Com o modelo de ensino 1 em mãos, descrevemos para a classe, de forma sucinta, os materiais utilizados e como foi feita a construção do mesmo, simultaneamente relacionamos os materiais com os novos significados, por exemplo: “Para a construção da maquete utilizamos uma folha de papel E.V.A. de cor marrom e uma folha de papel cartão azul claro. Colamos na folha de isopor o papel cartão. Sobre a folha de papel cartão, colamos o recorte da folha de E.V.A.. Os diferentes aspectos (textura, cor e saliência) entre a folha de E.V.A. e o papel cartão possibilitaram aos alunos diferenciarem e darem novos significados aos materiais, ou seja, a folha de E.V.A. passa a representar o solo e a folha de papel cartão o ar atmosférico.”. Para a observação do modelo, exibimos os detalhes da maquete à classe, apontando com o dedo para o modelo 1, e em relação a aluna com deficiência visual, ajudamos a tatear, como mostra a figura 4.1:

**Figura 4.1** – Foto do momento em que o professor auxilia a aluna Betina a compreender a maquete, definindo os novos significados dos materiais.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Desenhamos na lousa quando houve a necessidade de especificar algum conceito. Isso foi realizado sempre com o devido cuidado com a linguagem, de modo a não promover equívocos tanto para os alunos videntes quanto para a aluna Betina.

Introduzimos os conceitos físicos oralmente relacionando-os com as características do modelo de ensino 1.

Para definir o que é altitude, criamos um modelo sem escala, mas bastante representativo, o qual enfatiza que altitude é uma medida de altura em relação ao nível do mar. Essa explicação foi dada colocando o modelo onde todos pudessem ver e posteriormente levando-o até a aluna Betina para ela pudesse tocar, essa situação pode ser vista na figura 4.2:

**Figura 4.2** – Foto do momento em que o professor explica a definição de altitude e aproveita para relacionar com algumas cidades, provavelmente, conhecida pelos alunos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para apresentar a ideia de que, para cada altitude há certa densidade distinta de ar, contamos aos alunos uma experiência hipotética: “Se imaginarmos uma experiência, na qual pegássemos duas caixas (um cubo) de mesmo volume e levássemos uma até a cidade de Santos-SP e a outra até a cidade de Itapetininga-SP, abrísssemos e fechássemos, respectivamente, e depois levássemos as duas caixas para um análise em algum laboratório, não ficaríamos surpresos em descobrir que a caixa de Santos-SP tem mais quantidade de moléculas de ar do que a caixa da cidade de Itapetininga-SP.”. Após essa primeira introdução sobre a variação da densidade conforme a variação de altitude foi questionado aos alunos: “E se fizéssemos a mesma experiência para as cidades de Campos do Jordão-SP e La Paz-Bolívia, qual teria maior densidade?”. Constatando que todos os alunos (aqueles que participaram), deram uma resposta satisfatória, concluímos, de certo modo, que eles entenderam a ideia de que a densidade pode variar conforme a variação da altitude. Desta forma, prosseguimos a aula apresentando aos alunos as representações que fizemos para a variação de densidades conforme a variação de altitude. Para isso utilizamos alguns cubos (de mesmo volume) os quais foram pintados com certa quantidade de pontinhos, simbolizando as possíveis variações de densidades. Esses cubos foram apresentados para a classe da mesma forma como foi apresentada a definição de altitude, ou seja, expostos num ponto visível a todos e, acessível para a aluna Betina pudesse tatear, como mostra a figura 4.3:

**Figura 4.3** – Foto do momento em que é explicado para aluna Betina a descrição dos cubos e seus significados. Cada cubo representa a densidade de cada cidade contida na maquete.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para apresentarmos a ideia de pressão atmosférica, seguiu-se o seguinte diálogo entre professor e aluno<sup>15</sup>:

(Fala do professor): *Imagine que você está em Santos-SP onde a altitude é cerca de 2 m ao nível do mar, se você estendesse um cano até a altura de 3.640 m (altitude da cidade de La Paz-Bolívia), você consegue imaginar que lá na extremidade, oposta à base, conteria ar?*

(Fala do aluno): *Claro professor, essa altitude é de La Paz-Bolívia, lá tem que haver ar, porque há vida!*

(Fala do professor): *Pois bem, imagine então, que ao invés de um cano, nós estendêssemos uma torre com base (área) de 1m quadrado e altura bem acima da altitude de La-Paz, a pressão que essa torre de ar causaria na superfície, é o que chamamos de pressão atmosférica e equivale a  $10^5 \text{ N/m}^2$  ( $[\text{N/m}^2]$ : lê-se Newton por metro quadrado) ou aproximadamente 100 kPa ( $[\text{kPa}]$ : lê-se: quilo Pascals).*

(Fala do aluno): *Hum, então quer dizer que a pressão atmosférica está relacionada com uma força que uma coluna de ar faz sobre uma determinada área?*

---

<sup>15</sup> A fala do aluno representada aqui é uma constituição entre as outras falas de alunos, ou seja, a “fala do aluno” representa a composição de falas que aconteceram no decorrer do diálogo com a classe.

(Fala do professor): *Exato! Agora acompanhe comigo o mesmo raciocínio utilizando os cubos do modelo 1.*

A apresentação do conceito de pressão atmosférica deu-se nos moldes da situação descrita acima. Desta maneira, conforme as dúvidas surgiam, iam sendo respondidas. Na figura 4.4, o processo de ensino do conceito de pressão atmosférica utilizando os cubos referentes a densidades de cada cidade contida na maquete.

**Figura 4.4** – Foto do momento em que o professor explica o conceito de pressão atmosférica relacionando com coluna de ar representado pelos cubos empilhados.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para fomentar discussões e, acima de tudo, evitar o que Ausubel (MOREIRA, 1999, p. 154) denomina: “simulação da aprendizagem significativa”, foi elaborado um conjunto de perguntas (TABELA 4.1), que compõem nossa “avaliação” sobre o produto e sobre os alunos.

**TABELA 4.1:** Questões para o debate (pressão atmosférica).

<b>Questões para o debate</b>	
1	Por que a pressão atmosférica não quebra as vidraças das janelas?
2	Por que sentimos um desconforto no ouvido quando estamos indo de uma cidade de maior altitude para uma de menor altitude?
3	Por que a densidade do ar é menor em altitudes mais elevadas?
4	Por que segundo os jogadores de futebol dizem que a bola quando chutada é mais rápida em La Paz (Bolívia) do que a bola chutada pelo mesmo jogador na baixada santista?
5	Por que os jogadores do Brasil quando vão jogar em La Paz (Bolívia) usam cilindros de oxigênio no banco de reserva?
6	Discuta com seu colega: a pressão atmosférica pode variar no decorrer do dia para uma mesma cidade? Explique.
7	Qual é a relação da pressão atmosférica e seu canudinho quando está tomando milk shake?

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 4.3.2 Atividade 2

Neste trabalho, o modelo de ensino 2 teve como objetivo desenvolver o que Ausubel chama de aprendizagem mecânica ou aprendizagem por recepção (MOREIRA, 1999, p. 152). Isto porque o conteúdo a ser aprendido é apresentado em sua forma final e provavelmente a nova informação tem pouca, ou em alguns casos, nenhuma interação com os conhecimentos subsunçores dos alunos. Nas melhores das hipóteses, acreditamos que os alunos tenham alguns subsunçores, os quais estão relacionados com o conceito de reflexão da luz em espelhos planos, e desta forma, poderão ancorar os novos conhecimentos adquiridos (reflexão da luz em espelhos esféricos), tornando os subsunçores mais elaborados e mais capazes de ancorar novas informações, promovendo assim uma aprendizagem significativa.

#### 4.3.2.1 Aplicação do MODELO 2

Um pouco antes de começar a aula, tivemos uma breve conversa com Betina, sobre como a aula iria proceder. Optamos por apresentar antecipadamente os principais pontos da maquete (ajudando-a tatear e reconhecer a maquete), evitando uma futura dispersão da aluna.

Quando a aula efetivamente começou, pedimos aos alunos que se dividissem em 5 grupos. Pedimos ao grupo de Betina que se aproximasse da mesa do professor. Colocamos todas as maquetes à mostra para que os alunos pudessem observar, como mostra a figura 4.5:

**Figura 4.5** – Foto do momento inicial da aula em que o professor explica como irá desenvolver a aula.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Desta forma, descrevemos o tópico da Física que iríamos aprender (relacionado com ótica geométrica: espelhos esféricos), a atividade que iríamos realizar e os objetivos que tentaríamos alcançar. Em seguida descrevemos como foi construído as maquetes e, simultaneamente com a descrição da construção das maquetes, vamos dando significado às estruturas das maquetes, como podemos ver na figura 4.6:

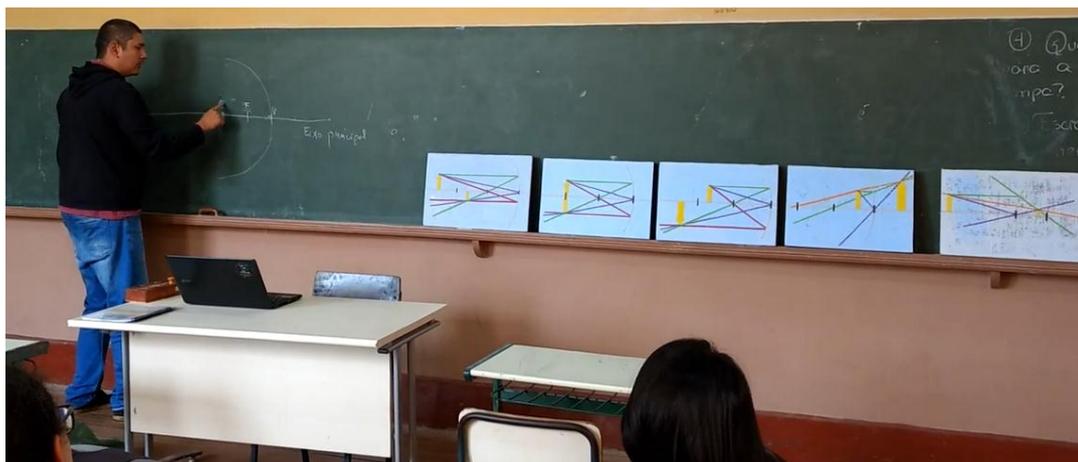
**Figura 4.6** – Foto do momento em que o professor apresenta breve a construção das maquetes.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em seguida, utilizando a lousa, começamos a aula com a explicação dos principais pontos de um espelho esférico: vértice, centro de curvatura, foco e eixo principal; como mostra a figura 4.7:

**Figura 4.7** – Foto do momento em que o professor introduz os conceitos físicos, para isso utiliza a lousa e uma linguagem adequada para que todos possam acompanhar.



Fonte: Elaborado pelo autor.

É importante destacar que essa explicação (referindo-se a figura 4.7) foi realizada pausadamente, de modo que Betina pudesse compreender as palavras e relacioná-las com a maquete, ou seja, a cada passo que dávamos em relação a um conceito, a aluna Betina tinha a disponibilidade, além de acompanhar a fala do professor, a disposição da maquete em mãos. Desta forma, o professor deve estar atento a qualquer tipo de questionamento dos alunos e a todo momento questionar. Ou seja, durante a explicação, destacamos a forma como o professor introduz os conceitos, para isso é sugerido que o professor fomente discussões, as quais possa interagir com os alunos, do tipo: “Todo mundo lembra do formato de uma esfera? Como é nome do ponto central de uma esfera até a sua extremidade? Isso mesmo! É o raio, e ele é representado pela letra: ‘r’, todo mundo lembra disso?”. A comunicação entre professor e aluno é fundamental para a trajetória da aula.

Dessa maneira a aula desenvolveu, passamos pela explicação dos raios notáveis (os principais tipos de raios que incidem no espelho e refletem para a formação de imagem), descrevemos também o que é o objeto, o que é imagem (como ela se forma e suas características), a distância do objeto até o espelho e a distância da imagem até o espelho.

Ao final da explicação, distribuimos uma maquete e um roteiro (TABELA 4.2) para cada um dos 5 grupos e para os quais foi estipulado um tempo máximo de 5 minutos para responder.

Desta forma, orientamos aos alunos que se organizassem em relação a essa atividade, ou seja, foi orientado que um integrante do grupo ficasse responsável em ler o roteiro, outro anotasse as respostas do grupo, porém todos deveriam participar na observação das maquetes, contribuindo na conclusão do grupo.

Ao final dessa atividade (desenvolvimento do roteiro de observações), propomos aos alunos que tentassem responder algumas perguntas (TABELA 4.3), as quais foram baseadas na teoria de Ausubel (MOREIRA, 1999, p. 154), ou seja, foram elaboradas com objetivo de evitar a simulação de uma aprendizagem significativa e serviu como um instrumento de “avaliação” do produto e dos alunos.

Uma observação importante a fazer é de que não houve a necessidade de se realizarem todos os desenhos na lousa, pois os alunos videntes conseguiam acompanhar a explicação pelas maquetes, visto que as mesmas, por serem grandes, eram facilmente vistas do fundo da sala.

**TABELA 4.2:** Roteiro para observações táteis.

<b>Roteiro para observações táteis</b>	
1	É formada a imagem?
2	Qual posição sobre o eixo principal se encontra o objeto? (Obs.: Tenha como referência os principais pontos do espelho esférico).
3	Qual é a natureza da imagem formada?
4	Qual é o tamanho da imagem formada?
5	Qual é a orientação da imagem formada?
6	Qual tem a distância maior em relação ao vértice: o objeto ou a imagem?
7	Quais são as características dos feixes de raios incidentes utilizados nessa maquete?
8	O tamanho da imagem depende ou não da posição do objeto em frente de qualquer espelho esférico?

Fonte: Elaborado pelo autor.

**TABELA 4.3:** Questões para o debate (espelhos esféricos)

<b>Questões para o debate</b>	
1	O tamanho da imagem depende ou não da posição do objeto em frente de qualquer espelho esférico? (Note: pergunta idêntica à pergunta nº 8 da Tabela 4.2).
2	Existe uma posição sobre o eixo principal onde ao colocar um objeto não haverá formação de imagem? (Obs.: referindo ao espelho côncavo).
3	O feixe de raio que incide paralelamente ao eixo principal sobre o espelho côncavo tem sua reflexão sobre qual ponto sobre o eixo principal?
4	Em qual ponto sobre o espelho esférico que o feixe de raio incidente incide e é refletido com o mesmo ângulo de incidência?
5	Qual espelho esférico, normalmente, é utilizado em espelhos de maquiagem? Por quê?
6	Qual espelho esférico, normalmente, é utilizado em lojas? Por quê? (Note: esses espelhos ficam fixos no alto, próximos ao caixa de pagamento. Esse mesmo modelo de espelho, normalmente, é utilizado também próximo a porta de saída de passageiros em ônibus e nas entradas e saídas de veículos).

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.4 FECHAMENTO DAS ATIVIDADES

Não foi realizada uma avaliação propriamente dita. Nosso intuito era aplicar os modelos táteis. Portanto, nada mais importante para nosso trabalho do que um retorno da própria aluna Betina que possui mais envolvimento com esse tipo de material.

Em resumo podemos considerar que foi uma avaliação consultiva junto à aluna Betina, com objetivo único de melhorar a própria prática docente relacionada com o Ensino de Física para pessoas com deficiência visual contida em sala de aula comum. Nesse contexto, foram produzidos modelos táteis-visuais, os quais basearam-se na proposta do desenho universal (ver tópico: 2.1 – Educação especial e educação inclusiva).

Em consonância aos modelos táteis-visuais, produzimos o “roteiro para observações táteis”, cujo objetivo foi de estimular e ao mesmo tempo de fortalecer as aprendizagens dos alunos depois da introdução do conceito físico feita pelo professor. Notou-se nessa atividade um comprometimento entre todos os grupos, em específico com o grupo de Betina. Onde os alunos desse grupo se empenharam em ajudar uns aos outros e especial a aluna Betina.

Produzimos também uma lista com algumas perguntas as quais denominamos “questões para o debate”. Essas questões foram baseadas no conceito que Ausubel denomina: “simulação da aprendizagem significativa” (ver o tópico: 3.2 – Construindo a fundamentação teórica). Essas

questões foram aplicadas próximo ao fim da aula, porém devemos lembrar que algumas das perguntas foram brevemente comentadas no decorrer da introdução do conceito físico feita pelo professor, ou seja, foram brevemente comentadas no decorrer da aula de uma forma diferente ao enunciado na lista: “questões para o debate”. O “debate” possibilitou aos alunos darem a sua resposta sem a preocupação de serem menosprezados pelo restante dos alunos (caso extremamente grosseiro que vem acontecendo e se propagando em muitas escolas de rede pública), pois aproveitamos as sugestões de respostas (mesmo as equivocadas) e as dúvidas levantadas para assim construir junto o conhecimento.

Acreditamos que a utilização maquetes táteis-visuais, assim como outros recursos didáticos que fogem do tradicional “lousa e giz”, despertam curiosidade entre os alunos e com isso os motivam a aprender. Da mesma forma, acreditamos quando o aluno se sente curioso, abre-se uma oportunidade para que o professor possa, realmente, realizar seu trabalho.

Em uma curta entrevista com a aluna Betina, depois de aplicada a segunda aula (aula sobre espelhos esféricos), a questionamos acerca da colaboração ou não das maquetes para a compreensão dos fenômenos estudados. Segundo a aluna, tanto no primeiro dia de aula (aula sobre as variações de altitudes e suas consequências na pressão atmosférica) quanto no segundo dia de aula, fizeram uma tremenda diferença em comparação a uma aula só falada (referindo-se às aulas exclusivamente realizadas com explicações na lousa), ou seja, ajudaram muito ela entender os conceitos contidos nas maquetes relacionando-os com a explicação do professor.

Logo em seguida, Betina foi questionada se ela teria algumas sugestões para a melhoria das maquetes. A mesma sugeriu, talvez tomada pela sua própria vivência direta e intensa (desde o jardim de infância até o ensino médio) com professores especializados com a educação com deficientes visuais da sala de recurso, que os materiais utilizados na fabricação das maquetes poderiam ser mais simples, ou seja, algo mais acessível (referindo-se aos custos dos materiais, assim como o trabalho para a fabricação das maquetes) para o futuro professor replicar. Betina elogiou bastante as maquetes já construídas, apenas achou que seria uma barreira a mais para o professor construir uma maquete igual, desta forma, a aluna sugeriu que as mesmas maquetes poderiam ser substituídas por uma simples combinação de materiais, como: papel cartão (que serviria de base) e cola quente (que serviria como acabamentos de alto-relevo). A nosso ver, essa “simplificação” da produção da maquete faz algum sentido, visto que a fabricação das maquetes, além de necessitarem do construtor certa habilidade em artesanato, exigiu e exige um grau de investimento (em relação aos custos dos materiais utilizados na fabricação), porém, gostaríamos de enfatizar que a maquete antes de ser

construída foi pensada em envolver tanto o aluno com deficiência visual como o aluno vidente, desta forma, não só o alto-relevo presente em todas as maquetes seriam o suficiente, mas sim, cores e texturas, como sugere a literatura acadêmica, são necessários e por isso foram utilizados.

A mesma pergunta que foi feita para a Betina, foi feita para os alunos videntes: se as maquetes colaboraram para a compreensão dos fenômenos e se teriam alguma sugestão ou críticas em relação as maquetes? Esse questionamento foi levantado não de forma individual, mas foi feita para a classe. Em resposta unânime, os alunos, responderam que as maquetes auxiliaram o aprendizado, despertou e desperta o interesse (ou seja, deixa a aula mais interessante) e, mostraram e mostra com mais detalhes fenômenos que antes passavam despercebidos. Em relação a sugestões ou críticas às maquetes, não tiveram comentários, apenas mais uma vez enalteciram a utilização das maquetes nas aulas de Física. Percebendo que os alunos não levantaram sugestões resolvemos, então, comentar a sugestão levantada por Betina. Os alunos em sua totalidade foram simpáticos com a proposta da colega, porém, advertiram, de forma simpática, para que o acabamento não deixasse de utilizar cores, visto que a ideia principal de Betina era só utilizar a cola quente como acabamento (alto-relevo).

# Capítulo 5

## CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

---

Indiscutivelmente, não é tarefa fácil realizar uma educação inclusiva. Por mais que o professor fabrique recursos instrucionais funcionais, há inúmeros outros fatores que impedem a educação, como, por exemplo, a falta de interesse por parte do aluno em assistir a aula e a superlotação. Uma classe do Ensino Médio da rede pública do Estado de São Paulo tem, em média, 40 alunos por sala. O desinteresse é visto, não só nas aulas de Física, mas em todas as disciplinas. O modelo educacional do Brasil está precisando de reformas urgentemente.

### 5.1 CONCLUSÕES

Em relação ao produto desta dissertação, podemos considerar uma ideia extremamente pertinente, visto que, pelo fato do material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo ser um material acessível aos alunos e muito utilizado nas salas de aulas por inúmeros professores, a “adaptação” de imagens, contidas nesse material, em maquetes de alto-relevo foi essencial para o trabalho realizado e aqui apresentado.

Apesar da ideia de adaptações de imagens ilustrativas em maquetes alto-relevo não ser inovadora, fato constatado pelos artigos de periódicos que lemos, não encontramos nenhum que aplicou diretamente seu produto em uma sala de aula comum, característica importantíssima a qual destacamos como sendo o grande diferencial em nosso trabalho.

Acreditamos que as maquetes demonstraram alcançar os objetivos esperados, pois, dentre os alunos que acompanharam e participaram até ao fim da atividade, houve relatos de que os

modelos (maquetes táteis-visuais) possibilitaram melhor visualização do conceito físico e, melhor desenvolvimento da aula. Ou seja, destacaram que a divisão em grupos, a formatação em sentar em círculo e o desenvolvimento de uma aula mais oral do que escrita possibilitou melhores interações entre os alunos e os conceitos propostos.

Uma dificuldade que podemos notar é que há a necessidade de construir várias maquetes, ou repetidas (para atender a quantidade de alunos), ou de forma que uma complemente a outra (ou seja, a fim de ressaltar um conceito melhorando assim o entendimento do fenômeno físico).

Vale ressaltar, para qualquer recurso instrucional fabricado, quem vai dizer se está bom ou ruim, é o aluno com deficiência visual. Partindo dessa concepção, acreditamos que não exista um recurso tátil-visual capaz de satisfazer a aprendizagem de qualquer aluno com deficiência visual, os recursos instrucionais táteis-visuais são diretamente proporcionais à deficiência visual e à habilidade (sensibilidade) em tatear do aluno com deficiência visual. Desta forma, recomendamos, sempre que possível, que no momento de construção de um material didático, o professor conheça a deficiência visual de seu aluno e com ele possa aperfeiçoar o recurso instrucional, não esquecendo de que, se o material produzido for aplicado numa sala de aula comum, provavelmente o material deva ser reelaborado, caso contrário caminhe ao problema educacional denominado “modelo quarenta mais um” (CAMARGO, 2016, p. 29).

## 5.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo sobre a Educação Especial junto ao MNPEF me proporcionou uma rica experiência. Trazendo essa experiência para dentro da sala de aula, confesso que aquele aluno que antes era “marginalizado educacionalmente”, ou seja, ignorado por sua defasagem de conhecimento, hoje tento ao máximo trazê-lo junto com demais alunos, mesmo que em alguns momentos eu tenha de retomar conceitos disciplinares do 7º ano do Ensino Fundamental.

Por fim, é importante destacar que o presente trabalho é uma tentativa que não acaba aqui, afinal, a educação inclusiva necessita de uma revisão na estrutura organizacional do AEE. Acreditamos que os dois pontos levantados sobre o modelo de organização do AEE (ver tópico: 2.1 – Educação especial e educação inclusiva), trazem propostas verdadeiramente comprometidas com a Educação da pessoa com deficiência, mas para que a política educacional do AEE vigente se faça, há a necessidade de maiores investimentos econômicos e

a promoção de políticas comprometidas com o público alvo da Educação Especial. Certamente esse deve ser o primeiro grande passo.

# REFERÊNCIAS

---

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, 5 de outubro de 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/1988/constituicao/constituicao.html](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/1988/constituicao/constituicao.html). Acesso em: 17 out. 2017.

BRASIL. **Decreto nº 3.298, de 20 de dezembro de 1999**. Regulamenta a Lei no 7.853, de 24 de outubro de 1989, dispõe sobre a Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, consolida as normas de proteção, e dá outras providências. Brasília, 1999. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d3298.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3298.htm). Acesso em: 05 jan. 2018.

BRASIL, **Decreto nº 3.956, de 08 de outubro de 2001**. Promulga a Convenção Interamericana para a Eliminação de Todas as Formas de Discriminação contra as Pessoas Portadoras de Deficiência. Brasília, 8 de outubro de 2001<sup>a</sup>. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2001/d3956.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2001/d3956.htm). Acesso em: 18 mar. 2018.

BRASIL. **Decreto nº 5.296, de 02 de dezembro de 2004**. Decreto de regulamentação das Leis nº 10.048/00 e 10.098/00. Brasília, 2004. Disponível no site: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm). Acesso em: 15 out. 2017.

BRASIL. **Decreto nº 7.611, de 17 de novembro de 2011**. Dispõe sobre a educação especial, o atendimento educacional especializado e dá outras providências. Brasília, 2011. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2011/Decreto/D7611.htm#art11](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2011/Decreto/D7611.htm#art11). Acesso em: 24 abr. 2018.

BRASIL. **Lei nº 4.024, de 20 de dezembro de 1961**. Fixa as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília, 1961. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/Ccivil\\_03/LEIS/L4024.htm](http://www.planalto.gov.br/Ccivil_03/LEIS/L4024.htm). Acesso em: 05 jan. 2018.

BRASIL. **Lei nº 7.853, de 24 de outubro de 1989**. Dispõe sobre o apoio às pessoas portadoras de deficiência, sua integração social, sobre a Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência – Corde, institui a tutela jurisdicional de interesses coletivos ou difusos dessas pessoas, disciplina a atuação do Ministério Público, define crimes, e dá outras providências. Brasília, 1989. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L7853.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7853.htm). Acesso em: 06 jan. 2018.

BRASIL. **Lei nº 8.069, de 13 de julho de 1990**. Lei do Estatuto da Criança e Adolescente. Brasília, 1990. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L8069.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8069.htm). Acesso em: 12 out. 2017.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília, 1996. Disponível no site: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm). Acesso em: 12 out. 2017.

BRASIL. **Lei nº 10.048, de 8 de novembro de 2000.** Lei que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e dá outras providências. Brasília, 2000<sup>a</sup>. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L10048.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L10048.htm). Acesso em: 15 out. 2017.

BRASIL. **Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000.** Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Brasília, 2000b. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L10098.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L10098.htm). Acesso em: 15 out. 2017.

BRASIL. **Lei nº 10.172, de 09 de janeiro de 2001.** Aprova o Plano Nacional de Educação e dá outras providências. Brasília, 2001b. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/110172.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110172.htm). Acesso em: 18 mar. 2018.

BRASIL. **Lei nº 11.494, de 20 de junho de 2007.** Regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação – FUNDEB, de que trata o art. 60 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias; altera a Lei no 10.195, de 14 de fevereiro de 2001; revoga dispositivos das Leis nos 9.424, de 24 de dezembro de 1996, 10.880, de 9 de junho de 2004, e 10.845, de 5 de março de 2004; e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2007/Lei/L11494.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11494.htm). Acesso em: 03 mai. 2018.

BRASIL. **Lei nº 12.711, de 29 de agosto de 2012.** Dispõe sobre o ingresso nas universidades federais e nas instituições federais de ensino técnico de nível médio e dá outras providências. Brasília, 2012. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112711.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112711.htm). Acesso em: 30 dez. 2017.

BRASIL. **Lei nº 12.796, de 04 de abril de 2013.** Altera a Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para dispor sobre a formação dos profissionais da educação e dar outras providências. Brasília, 2013. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2013/Lei/L12796.htm#art1](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12796.htm#art1). Acesso em: 30 dez. 2017.

BRASIL. **Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014.** Aprova o Plano Nacional de Educação (PNE) e dá outras providências. Brasília, 2014. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2014/Lei/L13005.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2014/Lei/L13005.htm). Acesso em: 15 out. 2017.

BRASIL. **Lei nº 13.146, de 06 de julho de 2015.** Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Brasília, 2015. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2015/lei/113146.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113146.htm). Acesso em: 15 out. 2017.

BRASIL. **Lei nº 13.409, de 28 de dezembro de 2016.** Altera a Lei no 12.711, de 29 de agosto de 2012, para dispor sobre a reserva de vagas para pessoas com deficiência nos cursos técnico de nível médio e superior das instituições federais de ensino. Brasília, 2016. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2016/Lei/L13409.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/Lei/L13409.htm). Acesso em: 18 mar. 2018.

BRASIL. **Lei nº 13.632, de 6 de março de 2018**. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional), para dispor sobre educação e aprendizagem ao longo da vida. Brasília, 2018. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2018/Lei/L13632.htm#art1](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Lei/L13632.htm#art1). Acesso em: 17 de mar. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Braille Fácil 4.0**. Instituto Benjamin Constant (IBC), sem data (s.d.). Disponível em: <http://intervox.nce.ufrj.br/brfacil/>. Acesso em: 07 de mar. de 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Comitê Nacional de Educação em Direitos Humanos. **Plano Nacional de Educação em Direitos Humanos**. Brasília: Secretária Especial dos Direitos Humanos, Ministério da Educação, Ministério da Justiça, UNESCO, 2007. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=2191-plano-nacional-pdf&category\\_slug=dezembro-2009-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=2191-plano-nacional-pdf&category_slug=dezembro-2009-pdf&Itemid=30192). Acesso em: 24 abr. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional da Educação. **Resolução CNE/CP 1/2002, de 18 de fevereiro de 2002**. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Brasília, 2002. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rcp01\\_02.pdf](http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rcp01_02.pdf). Acesso em: 24 abr. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional da Educação. **Resolução CNE/CP 1/2005, de 17 de novembro de 2005**. Altera a Resolução CNE/CP nº 1/2002, que institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de Licenciatura de graduação plena. Brasília, 2005. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rcp01\\_05.pdf](http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rcp01_05.pdf). Acesso em: 24 abr. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva**. (Documento elaborado pelo Grupo de Trabalho nomeado pela Portaria nº 555/2007, prorrogada pela Portaria nº 948/2007, entregue ao Ministro da Educação em 07 de janeiro de 2008). Brasília, janeiro/2008. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/politicaeduc ESPECIAL.pdf>. Acesso em: 12 out. 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Programa Nacional de Direitos Humanos (PNDH 3)**. Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República: Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.sdh.gov.br/assuntos/direito-para-todos/programas/pdfs/programa-nacional-de-direitos-humanos-pndh-3>. Acesso em: 28 abr. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. **Direito à educação: subsídios para a gestão dos sistemas educacionais – orientações gerais e marcos legais**. Brasília: MEC/SEESP, 2006.

CAIADO, K. R. M.. **Aluno deficiente visual na escola: lembranças e depoimentos**. – Campinas, SP: Autores Associados: PUC, 2003. – (Coleção educação contemporânea).

CAMARGO, E. P. de; SCALVI, L. V. de A.; BRAGA, T. M. S.. **Concepções espontâneas de repouso e movimento de uma pessoa deficiente visual total**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 17, n. 3: p. 307 – 327, dez. 2000.

CAMARGO, E. P. de; NARDI, R.. **Dificuldades e alternativas encontradas por licenciandos para o planejamento de atividades de ensino de óptica para alunos com deficiência visual.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 1, p. 115 – 126, 2007.

CAMARGO, E. P. de. **Ensino de Física e Deficiência Visual:** dez anos de investigações no Brasil. São Paulo: Editora Plêiade, 2008.

CAMARGO, E. P. de et al. **Como ensinar óptica para alunos cegos e com baixa visão.** Física na escola, v. 9, n. 1, p. 20-25, 2008.

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

CAMARGO, E. P. de. **Inclusão e necessidade especial:** compreendendo identidade e diferença por meio do ensino de física e da deficiência visual. – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

CAMARGO, E. P. de. **Inclusão social, educação inclusiva e educação especial:** enlaces e desenlaces. Revista Ciência e Educação, Bauru, v. 23, n. 1, p. 1-6, 2017.

COSTA, L. G.; NEVES, M. C. D.; BARONE, D. A. C.. **O ensino de Física para deficientes visuais a partir de uma perspectiva fenomenológica.** Revista Ciência e Educação, v. 12, n. 2, p. 143-153, 2006.

DECLARAÇÃO DE SALAMANCA. **Sobre Princípios, Políticas e Práticas na Área das Necessidades Educativas Especiais.** Salamanca-Espanha, 1994, p. 1-17. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/94ontente94.pdf>. Acesso em: 26 de abr. de 2019.

DIAS, A. A. C.; ANDRADE-NETO, A. V.; MILTÃO, M. S. R.. **Variação da pressão com a altitude numa atmosfera não-isotérmica.** Caderno de física da UEFS 05 (01 e 02): 41-48, 2007.

DINIZ, Debora. **O que é deficiência.** São Paulo: Brasiliense, 2007. (Coleção Primeiros Passos; 324).

DOMINICI, T. P. et al. **Atividades de observação e identificação do céu adaptadas às pessoas com deficiência visual.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 30, n. 4, p. 4501(1) – 4501(8), 2008.

FILHO, B. B.; SILVA, C. X. da. **Física aula por aula:** terminologia, óptica, ondulatória. 3ª edição. São Paulo: FTD, 2016.

GASPAR, A.. **Atividades experimentais no ensino de física:** uma nova visão baseada na teoria de Vigotski. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

GASPAR, A.. **Física:** volume único, livro do professor. 1ª ed. São Paulo: Ática, 2005.

HEWITT, Paul G.. **Física conceitual.** Tradução de: Trieste Freire Ricci e Maria Helena Gravina. 9.ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

MANTOAN, Maria Tereza Eglér. **O direito de ser, sendo diferente, na escola**. Revista CEJ (Centro de Estudos Judiciários da Justiça Federal / Conselho da Justiça Federal). Brasília – DF, n.26, p. 36-44, jul./set., 2004. Disponível em: <http://www.jf.jus.br/ojs2/index.php/revcej/article/viewFile/622/802>. Acesso em: 04 de mar. de 2019.

MANTOAN, Maria Tereza Eglér (org.). **O desafio das diferenças nas escolas**. 4. Ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

NUERNBERG, A. H.. **Contribuições de Vigotski para a educação de pessoas com deficiência visual**. Revista Psicologia em Estudo, Maringá, v. 13, n. 2, p. 307-316, abr./jun. 2008.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física básica – vol. 4: Ótica, Relatividade e Física quântica**. 1ª edição. São Paulo: Editora Blucher, 1998.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física básica – vol. 2: Fluidos, Oscilações e Ondas e Calor**. 4ª edição. São Paulo: Editora Blucher, 2002.

RIZZO, A. L.; BORTOLINI, S.; REBEQUE, P. V. dos S.. **Ensino do sistema solar para alunos com e sem deficiência visual: proposta de um ensino inclusivo**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 14, n. 1, p. 191-204, jul. 2014.

SANT'ANA, I. M.. **Educação inclusiva: concepções de professores e diretores**. Revista Psicologia em Estudo, Maringá, v. 10, n. 2, p. 227-234, 2005.

SANTOS, B. R. G. dos et al. **Pesquisas sobre o Ensino de Física para alunos com deficiência visual: um estudo exploratório**. Trabalho apresentado na VIII ENPEC (Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências), dez. 2011. Disponível em: [http://abrapecnet.org.br/atas\\_enpec/viiiienpec/resumos/R1441-1.pdf](http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiiienpec/resumos/R1441-1.pdf). Acesso em: 01 de mar. de 2019.

SÃO PAULO. **Resolução SE nº 61, de 11 de novembro de 2014**. Dispõe sobre a Educação Especial nas unidades escolares da rede estadual de ensino. São Paulo, 2014. Disponível em: [http://siaue.edunet.sp.gov.br/ItemLise/arquivos/61\\_14.HTM?Time=17/10/2017%2009:45:51](http://siaue.edunet.sp.gov.br/ItemLise/arquivos/61_14.HTM?Time=17/10/2017%2009:45:51). Acesso em: 17 out. 2017.

SÃO PAULO. Secretaria da Educação do Estado de São Paulo (SEE-SP). **Formação Continuada a Distância de Professor para o Atendimento Educacional Especializado – Deficiência Visual**. SEESP / SEED / MEC. Brasília/DF – 2007. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/ae\\_dv.pdf](http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/ae_dv.pdf). Acesso em: 12 de mar. 2019.

SÃO PAULO. Secretaria da Educação do Estado de São Paulo (SEE-SP). **Material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo: caderno do aluno – Física – Ensino Médio, 2ª série, vol. 1**. Nova edição. São Paulo, 2014-2017ª.

SÃO PAULO. Secretaria da Educação do Estado de São Paulo (SEE-SP). **Material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo**: caderno do aluno – Física – Ensino Médio, 2ª série, vol. 2. Nova edição. São Paulo, 2014-2017b.

SOLER, M. A.. **Didáctica 96ontente96sorial de las 96ontente**. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, 1999.

SOUZA, F. C. S.; PALMA, F. R. C. **Proposta de um sistema de representação da reflexão da luz em um espelho esférico para alunos com deficiência visual**. Areté – Revista Amazônica de Ensino de Ciências, Manaus, v. 9, n. 20, p. 67–71, Número especial, 2016.

TIPLER, Paul Allan; MOSCA, Gene. **Física para cientistas e engenheiros**. Volume 1: mecânica, oscilações e ondas, termodinâmica. Tradução de: Fernando Ribeiro da Silva, Gisele Maria Ribeiro Vieira. – Rio de Janeiro: LTC, 2006.

TV USP BAURU. Linha do tempo: Educação Inclusiva. Produção: TV USP Bauru. **Youtube**, 23 de novembro de 2015. Duração: 28'04''. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=a4Ntfg98xIY>. Acesso em: 01 mai. 2018.

UNIVESP. Educação e Inclusão Social: aula 17 – Atendimento educacional especializado em deficiência. Produção: UNIVESP. **Youtube**, 15 de setembro de 2015a. Duração: 20'06''. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=DfUu1FLnknw>. Acesso em: 12 de outubro de 2017.

UNIVESP. Educação e Inclusão Social: aula 02 – Depoimentos: histórico e introdução à Política Nacional de Educação Especial – Avanços e desafios. Produção: UNIVESP. **Youtube**, 7 de agosto de 2015b. Duração: 19'36''. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=sfq4duAYhrw&t=4s>. Acesso em: 28 abr. 2018.

UNIVESP. Educação e Inclusão Social: aula 01 – Educação especial, desigualdade e diversidade. Produção: UNIVESP. **Youtube**, 7 de agosto de 2015c. Duração: 23'28''. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=BWHMd8FsfIA&index=1&list=PlxI8Can9yAHddIpIvgdIgfRONBEMDpH2g>. Acesso em: 12 de outubro de 2017.

VAREJÃO-SILVA, M. A.. **Meteorologia e Climatologia**. Versão digital. Brasil, Recife. Julho, 2005. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3887570/mod\\_folder/96ontente/0/Meteorologia\\_Climatologia.pdf?forcedownload=1](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3887570/mod_folder/96ontente/0/Meteorologia_Climatologia.pdf?forcedownload=1). Acesso em: 24 de jan. de 2019.

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

VIGOTSKI, L. S.. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: Martins fontes, 2001.

VIGOTSKI, L. S.. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. Organizadores Michael Cole [et al.]; tradução José Cipolla Neto, Luís Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. 7ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

- VIGOTSKI, L. S.. **Fundamentos de defectologia**. In: Obras completas. Tomo V. Trad. de Maria del Carmen Ponce Fernandez. Havana: Editorial Pueblo y Educación, 1997. P. 74 – 87.
- VILANOVA, L. C.. **Mecânica dos fluidos**. 3ª edição. Santa Catarina, RS: Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, 2010
- VILLAS BOAS, N.; DOCA, R. H.; BISCUOLA, G. J.. **Física** – vol. 2: termologia, ondulatória, óptica. 3ª edição. São Paulo: Saraiva, 2016.
- VILELA-RIBEIRO, E. B.; BENITE, A. M. C.. **A educação inclusiva na percepção dos professores de química**. Revista Ciência & Educação. V. 16, n. 3, p. 585-594, 2010.
- ZERBATO, A. P.. **O papel do professor de educação especial na proposta do coensino**. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação Especial) – Universidade Federal de São Carlos, campus São Carlos, São Carlos, 2014.
- ZERBATO, A. P.. **Desenho universal para aprendizagem na perspectiva da inclusão escolar: potencialidades e limites de uma formação colaborativa**. 2018. Tese (Doutorado em Educação Especial) – Universidade Federal de São Carlos, campus São Carlos, São Carlos, 2018.

# **Apêndice A**

## **PRODUTO EDUCACIONAL**

---

---

### **CONSTRUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO PARA O ENSINO DE FÍSICA PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL**

**BRUNO TERRA KAUVAUTI**

**ORIENTADOR: PROF. DR. TERSIO GUILHERME DE SOUZA CRUZ**

**COORIENTADORA: PROFa. DRa. FERNANDA KEILA MARINHO DA SILVA**

Sorocaba – SP  
Abril de 2019

**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física

**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física  
Polo **ufscar** Sorocaba



## **UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

**CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS PARA A SUSTENTABILIDADE**

**DEPARTAMENTO DE FÍSICA, QUÍMICA E MATEMÁTICA**

# **CONSTRUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO PARA O ENSINO DE FÍSICA PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL**

**BRUNO TERRA KAUVAUTI**

**ORIENTADOR: PROF. DR. TERSIO GUILHERME DE SOUZA CRUZ**

**COORIENTADORA: PROFa. DRa. FERNANDA KEILA MARINHO DA SILVA**

Sorocaba – SP  
Abril de 2019

## Apresentação

Caro leitor,

Este material tem a intenção de colaborar com o professor no que se refere ao Ensino de Física para alunos com deficiência visual em sala de aula comum.

Foi realizada no final do ano de 2017, uma pesquisa bibliográfica no site SciELO (Scientific Electronic Library Online). Para a pesquisa utilizamos as palavras chaves: deficiente visual e deficiência visual. O *site* apontou 47 estudos e, dentre esses, selecionamos os artigos relacionados com o Ensino de Física para deficientes visuais e, que ao mesmo tempo, apresentavam qualificação Qualis-CAPES: A1 e A2 (as qualificações Qualis – CAPES foram verificadas utilizando a plataforma Sucupira). Desta forma, a pesquisa resultou em 20 artigos. Analisando mais de perto esses 20 artigos, descobrimos que a maioria utilizava como recurso instrucional, materiais táteis-visuais, as quais davam a entender serem adaptações de imagens em maquetes de alto-relevo.

Ao nosso entendimento, o material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2014-2017a; 2014-2017b), é um material bastante utilizado por grande parte dos professores, pois além de ser um material de fácil acesso aos alunos (distribuído gratuitamente), possibilita o professor se orientar em relação a suas incumbências (referindo as habilidades e competências a serem desenvolvidas em cada série). Tendo em vista o desafio de ensinar Física para alunos com ou sem deficiência visual em uma sala de aula comum, adaptações de imagens ilustrativas contidas no material de apoio ao currículo do Estado São Paulo, é uma saída para promover uma Educação Inclusiva. Dentre os 20 artigos, referindo aos comentado anteriormente, percebemos que nenhum aplicou seu recurso instrucional em uma sala de aula comum. Pode ser fácil construir algum instrumento educacional ou alguma tecnologia, aplicar a um pequeno grupo de deficientes visuais e, no final, concluir que tal instrumento é inclusivo. O difícil é desenvolver um instrumento que possa ao mesmo tempo ser útil ao aluno com deficiência visual e aos demais quarenta e poucos alunos (videntes) de uma sala de aula de rede pública. Segundo Camargo (2016) existe um erro muito comum entre os professores: quando tem em sua aula um aluno com deficiência visual, imagina que terá que construir dois materiais, dois experimentos, preparar duas aulas, uma para o aluno com deficiência visual e outra para os alunos videntes. Essa concepção é totalmente equivocada, um erro educacional que promove segregação de ensino dentro da sala de aula, a essa falha educacional cometida pelos professores, Camargo (2016,

p.29) denominou de “modelo quarenta mais um”. Baseada nessa e em muitas outras experiências, resolvemos encarar o desafio da Educação Inclusiva, para isso construímos dois modelos que se resumem em maquetes de alto-relevo, a fim de estudar os conceitos: pressão atmosférica e espelhos esféricos. Para a elaboração dos modelos, é importante destacar também que baseamos no conceito promissor chamado de Desenho Universal. O objetivo principal do Desenho Universal é construir um material que não precise de adaptações, ou seja, é um material que serve tanto para o vidente como para o não vidente (considerando a pessoa com deficiência visual).

É apresentado também, um modelo de aplicação para ambos os modelos. Pela experiência que tivemos em aplicar este produto educacional em uma sala de aula comum, apontamos o “modelo de aplicação” a alma das maquetes aqui confeccionadas.

### Construção do MODELO 1

Para o estudo do conceito de pressão atmosférica, é apresentado o MODELO 1. O MODELO 1 é composto de uma maquete de alto-relevo e alguns objetos.

A maquete de alto-relevo tem como objetivo representar os diferentes níveis de altitude. Os objetos resumem-se em cubos que têm como objetivo demonstrar a densidade do ar em diferentes altitudes e que, quando empilhados ajudam a compreender o conceito de pressão atmosférica. Para ambos os recursos, tivemos o cuidado de escolher os melhores materiais para sua formatação, de modo que o aluno com ou sem deficiência visual possa interagir, desta forma, o MODELO 1 é composto de formas geométricas com pouco detalhes, diferentes texturas, tamanho e cores, e não nos preocupamos em reproduzir em escalas.

Para a construção do MODELO 1, utilizamos os seguintes materiais:

**TABELA 1** – Disposição dos materiais utilizados para a fabricação do MODELO 1.

<b>Material utilizado</b>	<b>Especificidade</b>	<b>Quantidade</b>
Folha de isopor	100 cm de comprimento, 50 cm de largura e 5 cm de espessura	1
Folha de E.V.A.	Cor: marrom, com espessura de 1,5 mm	1
Folha de papel cartão	Cor: azul claro	2
Folha de papel camurça	Cor: azul escuro	1
Tubo de cola especial para isopor	Marca utilizada (sugestão): Radex, peso líq.: 450g.	1
Tubo de cola de silicone	Marca utilizada (sugestão): TekBond, peso liq.: 85g.	1
Tubo de cola instantânea	Marca utilizada (sugestão): Tekbond, nº 2, peso liq.: 20g.	1
Tubo de cola branca	Marca utilizada (sugestão): Pritt (tenaz), peso liq.: 110g.	1
Tubo de tinta relevo 3D	Cor: azul escuro. Marca utilizada (sugestão): Dimensional Brilliant Relevo, vol.: 35 ml.	1
Rolo de barbante	Cor: cru.	1
lixa	nº 240, cor: preto	1
estilete	Reservar duas lâminas.	1
Lápis, borracha, canetinha, régua, tesoura, vela e isqueiro.	-	1 de cada

Fonte: Elaborado pelo autor.

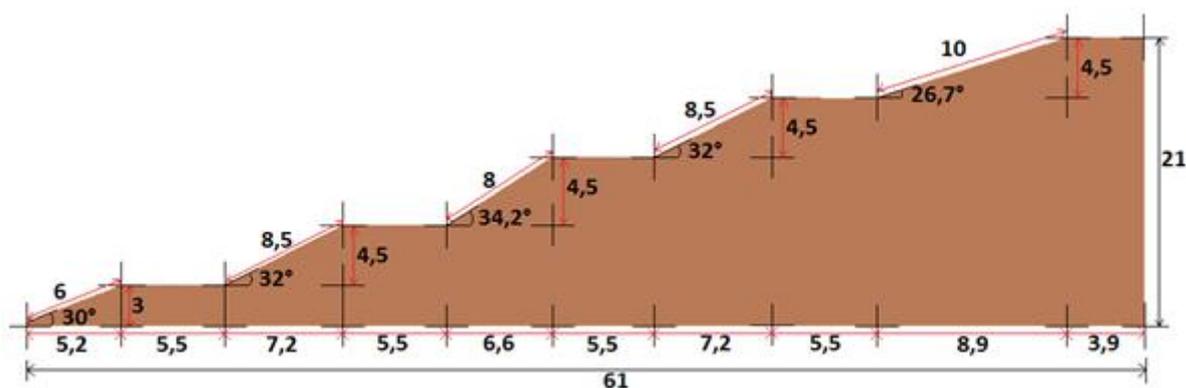
### Montagem da MAQUETE DE ALTO-RELEVO:

Antes de começar, reserve uma mesa ampla, na qual sinta-se confortável e possa apoiar a placa de isopor. Com a placa de isopor em mãos, desenhe, com ajuda da canetinha e régua, um retângulo de medidas: 65,5 cm de comprimento, 25,5 cm de largura, essa é a mesma dimensão que usará para cortar um retângulo do papel cartão de cor azul claro, porém para cortar o isopor, você não usará a tesoura como no papel cartão, para cortar o isopor usamos um método diferente, o qual fica como sugestão. Para cortar o isopor, fixamos uma vela na mesa com a própria parafina da vela, esquentamos a lâmina do estilete na chama da vela por alguns segundos (no máximo um minuto e meio, é suficiente) e passamos rapidamente na marcação feita no isopor.

Retângulo de isopor e de papel cartão cortados, devemos então colá-los, para isso usamos o tubo de cola especial para isopor. Passamos a cola especial para isopor no isopor, espalhando uniformemente com os próprios dedos, unimos as folhas de forma que a folha de isopor fique embaixo do papel cartão, sobre o papel cartão colocamos alguns livros para ajudar a fixação (não por muito tempo, uns 20 minutos basta, se deixar por muito tempo, o papel cartão poderá ficar manchado).

Com o lápis e régua em mãos, desenhe na folha de E.V.A. de cor marrom, as seguintes medidas, conforme a figura 1 abaixo:

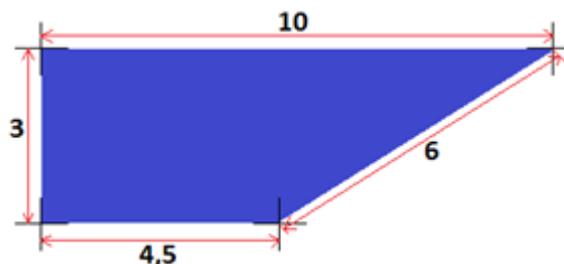
**Figura 1** – Imagem ilustrativa do modelo proposto, a unidade de medida dos numerais é o centímetro (cm), com exceção os numerais que seguem acompanhados de um pequeno círculo sobrescrito (°), nesse caso, lê-se: graus.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Recorte o desenho feito na folha de E.V.A. com auxílio de uma tesoura, feito isso, pegue o papel camurça (de cor azul escuro) e recorte um trapézio retângulo conforme as medidas indicadas na figura 2:

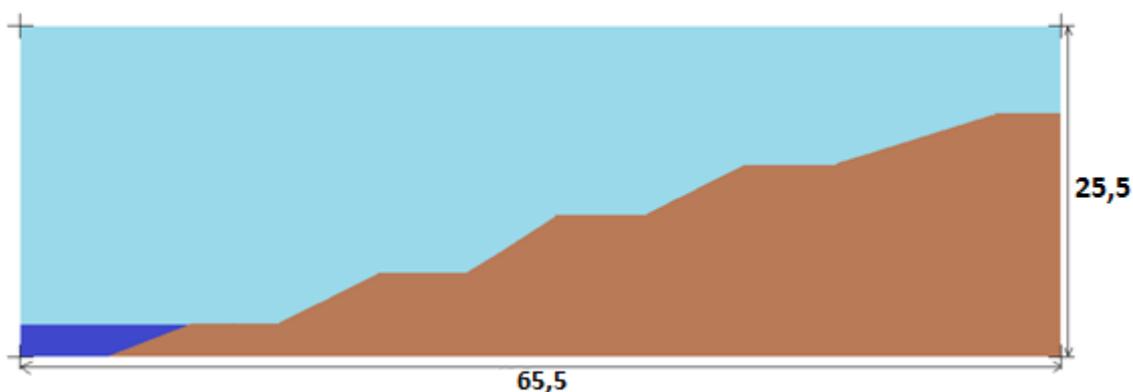
**Figura 2** – Imagem ilustrativa de um trapézio retângulo feito na folha de papel camurça, unidade de medida: centímetro (cm).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Cole o recorte da figura 1 e o recorte da figura 2 no conjunto: placa de isopor mais papel cartão, para isso, recomendamos que passe uma fina e uniforme espessura de cola branca no verso dos recortes que serão colados, este arranjo se mostrará conforme a figura 3:

**Figura 3** – Imagem ilustrativa da maquete em construção. A unidade de medida dos numerais é o centímetro (cm).



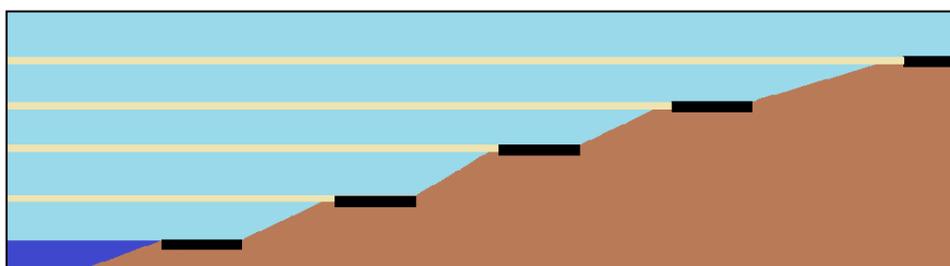
Fonte: Elaborado pelo autor.

Enquanto espera a cola secar e fixar os recortes, pegue a lixa (nº 240) e recorte 3 retângulos (comprimento: 5,5 cm e de largura: 1 cm) e 1 retângulo (comprimento: 3,5 cm e de largura: 1 cm). Corte também 4 pedaços de barbantes de tamanhos: 22,5 cm, 35 cm, 47,5 cm e 62 cm. Os recortes da lixa deverão ser colados na maquete com cola branca, recomendamos que passe uma fina e uniforme espessura de cola branca no verso dos retângulos que serão

colados, se após fixação e secagem da cola, as extremidades dos retângulos persistirem em não grudar, nesse caso usamos um pouco de cola instantânea.

Para colar os pedaços de barbante na maquete utilizamos a cola de silicone. Em primeiro lugar: com auxílio da régua e lápis, rascunhe na maquete o local onde será fixado os pedaços de barbantes, em segundo lugar: passe a cola de silicone no rascunho do trajeto feito a lápis e em terceiro lugar: coloque o barbante de forma progressiva por cima da cola de silicone. Note, da mesma forma como fixamos os retângulos de lixa, a cola instantânea é recomendada para dar o acabamento. Desta forma, este arranjo se mostrará conforme a figura 4:

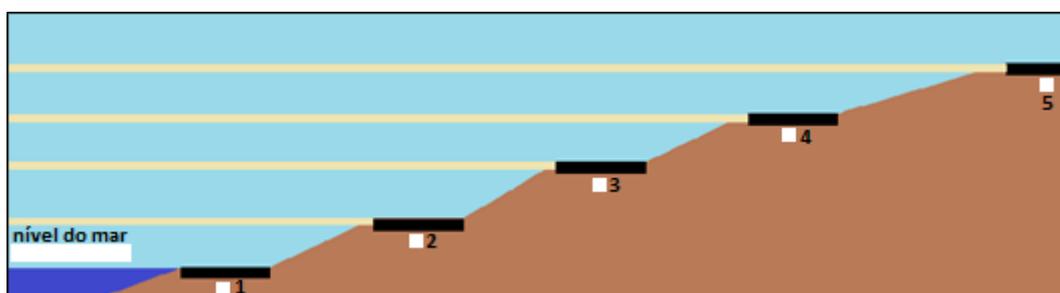
**Figura 4** – Imagem ilustrativa da maquete em construção. Os retângulos pretos representam as lixas, os retângulos beges (que mais se parecem com tiras) representam os barbantes.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para finalizar, insira as legendas com escritas convencionais (fonte: Arial, tamanho: 24, texto: em caixa alta e em negrito) e as legendas em Braille (papel específico para impressão e largura de 1cm). A finalização dessa etapa pode ser conferida na figura 5:

**Figura 5** – Imagem ilustrativa da maquete finalizada. Os pequenos quadrados e o extenso retângulo, ambos de cor branca, representam as legendas em Braille. Como se pode ver, a legenda de escrita convencional, deve estar próxima a legenda Braille.



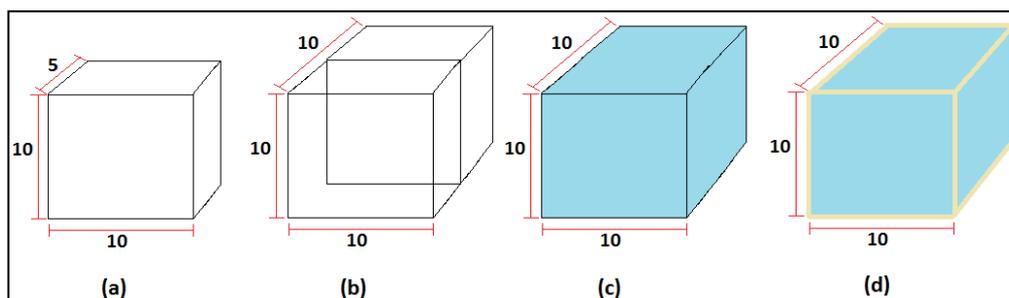
Fonte: Elaborado pelo autor.

### Montagem dos OBJETOS (cubos):

Para construção dos cubos recortamos 12 quadrados (de 10 cm de lado) da folha de isopor. Unimos estes quadrados de isopor em pares com a cola de isopor. Como a espessura da folha de isopor é de 5 cm, logo, a união de dois quadrados de isopor formará um cubo de aresta de 10 cm. Em seguida revestimos os lados de cada cubo com quadrados (10 cm de lado) de folha de papel cartão (cor azul claro). Para isso utilizamos cola de isopor.

Com o cubo de isopor revestido com papel cartão, cortamos, então, 72 pedaços de barbante de 10 cm de comprimento, os quais foram colados, com auxílio da cola de silicone, nas arestas de cada cubo. A figura 6 mostra o processo dessa construção:

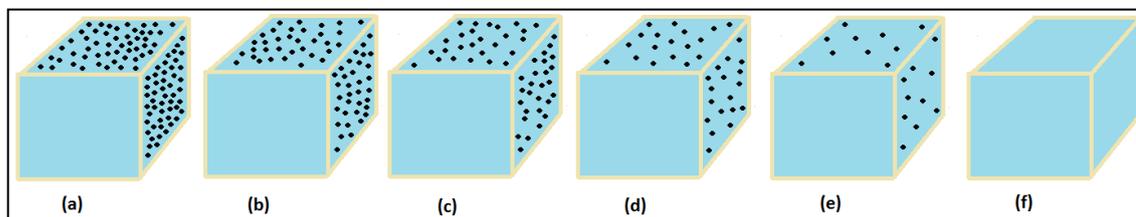
**Figura 6** – Imagem ilustrativa da sequência de montagem dos cubos. Em (a): dimensão do recorte feito na folha de isopor; em (b): união de duas peças do recorte feito na folha de isopor, formando um cubo de aresta de 10 cm; em (c): cubo revestido com papel cartão (de cor azul claro); e em (d): as arestas do cubo foram preenchidas pelo pedaço de barbante, aqui representado pela cor bege. As unidades de medidas dos numerais, para todas as imagens, é o centímetro (cm).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com os cubos em mãos, podemos agora fazer pequenos pontos com ajuda do tubo de tinta relevo 3D (de cor azul escuro). Esses pontos têm na ordem de 3 a 4 milímetro (mm) de diâmetro e deverão ficar um pouco saliente, com altura aproximada de 2 milímetro (mm). Os 6 cubos receberam respectivamente uma certa quantidade distinta de pontos, que foram distribuídas uniformemente em apenas nas 5 das 6 faces do cubo, ou seja, cada cubo teve uma face sem pontos, a qual reservamos para descrição do cubo. A quantidade de pontos por cubo segue uma lógica que foi estabelecida para tentarmos elucidar a variação de densidade de ar presente a cada altitude. Desta forma, os 6 cubos receberam respectivamente: 50, 34, 26, 18, 10 e 0 (pontos), ver a figura 7:

**Figura 7** – Imagem ilustrativa dos cubos. Em (a): cubo com 50 pontos em cada uma das 5 faces; em (b): cubo com 34 pontos em cada uma das 5 faces; em (c): cubo com 26 pontos em cada uma das 5 faces; em (d): cubo com 18 pontos em cada uma das 5 faces; em (e): cubo com 10 pontos em cada uma das 5 faces; e em (f): cubo sem pontos em todas as suas 6 faces.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para finalizar a construção dos cubos, inserimos (colamos com cola branca) as legendas com escritas convencionais (fonte Arial, tamanho 24, texto em caixa alta e em negrito) e as legendas em Braille (papel específico para impressão e tamanho da letra: 1cm). As descrições das legendas podem ser conferidas na TABELA 2:

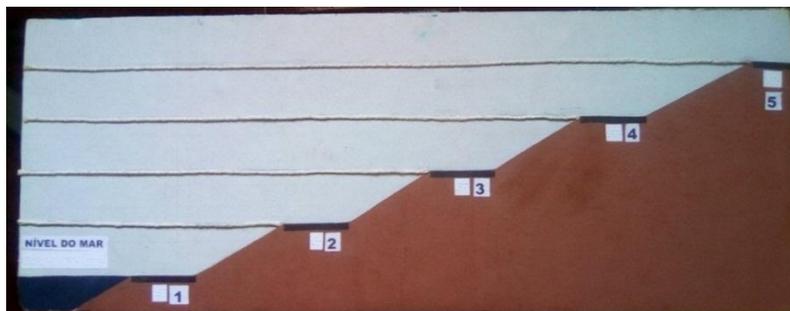
**TABELA 2** – Referente a figura 7, a Tabela 2 mostra as legendas utilizadas em cada cubo. Perceba que cada figura traz na sua legenda um numeral, um nome de uma cidade e uma medida de espaço (numeral acompanhado da letra *m*). O numeral serve para fazer a conexão com a maquete. As cidades foram escolhidas pressupondo serem conhecidas pelos alunos e especificamente por demonstrarem alguma diferença de densidade conforme a altitude. A medida de espaço refere-se a altitude de cada cidade (a letra *m* refere-se a metros).

<b>Figura</b>	<b>Legenda</b>
(a)	1 – Santos – 2 m
(b)	2- Sorocaba – 591 m
(c)	3 – Itapetininga – 668 m
(d)	4 – Campos do Jordão – 1628 m
(e)	5 – La Paz – Bolívia – 3640 m
(f)	-

Fonte: Elaborado pelo autor.

A seguir podemos observar as maquetes finalizadas:

**Figura 8** – Foto superficial da maquete. Do lado dos números e embaixo da escrita: “nível do mar”, seguem suas respectivas legendas em Braille. O papel camurça azul escuro representa o mar, a folha de E.V.A. marrom o solo terrestre, o barbante representa a localização da altitude.



Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 9** – Foto da maquete com os cubos. Os cubos representam uma porção de ar referente a cada altitude. Escolhemos cidades conhecida pelos alunos a fim de contextualizar o ensino. Não nos preocupamos em reproduzir nas devidas escalas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 10** – Foto aproximada dos cubos a fim do leitor observar os detalhes do modelo. As arestas são preenchidas por barbante e os pingos feitos com tinta relevo de cor azul escuro representam as moléculas de ar.



Fonte: Elaborado pelo autor.

### **Modelo de aplicação para o MODELO 1**

A aplicação do produto, a nosso ver, é a parte mais delicada deste projeto, pois exige do professor a sensibilidade de perceber não só a deficiência do seu aluno (deficiente visual), como em ministrar a aula para os demais alunos (videntes). Desta Forma, pensando numa aula inclusiva, segue o procedimento adotado:

#### **Procedimentos de aplicação**

1. Oriente os alunos a sentarem em círculo.
2. Reserve um espaço nesse círculo onde você (professor) possa circular entre as mesas até a lousa.
3. Fique próximo da mesa da aluna com deficiência visual, pois é ali que ficará apoiado o MODELO 1.
4. Com o MODELO 1 em mãos, descreva brevemente para a classe, como o construiu, e relacione os materiais utilizados com seus novos significados, por exemplo: “Para a construção do cubo utilizei dois recortes quadrados de uma folha de isopor de 5 cm de espessura, uni-os com cola de isopor, essa composição me rendeu um cubo de aresta

de 10 cm, ‘você lembram o que é uma aresta?’(se houver dúvida explique), então revesti o cubo com papel cartão de cor azul claro, cubri as arestas com pedaço de barbante e fiz pequenos pontos em alto-relevo com tinta revelo, desta forma, esse cubo representará um volume cúbico quando fomos estudar a densidade, onde o cubo representa o volume e os pontinhos a quantidade de moléculas.”

5. Conceda o tempo necessário para que a aluna consiga relacionar o que está sendo falado pelo professor com o MODELO 1.
6. Introduza pausadamente os conceitos físicos de forma oral e participativa com os alunos.
7. Desenhe na lousa os detalhes do MODELO 1, quando houver necessidade. Lembrando: O MODELO 1 é grande o suficiente que pode ser visto de qualquer ponto da sala, dessa maneira utilize a lousa para complementar a explicação.
8. Peça aos alunos videntes para que descrevam suas observações sobre o MODELO 1.
9. Peça aos alunos para que relacionem suas experiências com o conceito físico apresentado. Aproveite desses conhecimentos prévios, os quais Ausubel (MOREIRA, 1999, p. 152) denomina de subsunçores, para se aproximar da linguagem do aluno e assim direcionar a aula.
10. Para o desenvolvimento da atividade, foram elaboradas algumas perguntas as quais estão dispostas na TABELA 3: “Questões para o debate”.
11. Fique atento para não cometer linguagens incompreensíveis para o deficiente visual, por exemplo: “estão vendo essa seta aqui? Então ela vai daqui para ali.”
12. Importante ressaltar também a incumbência do professor em disseminar, a classe, a conscientização da inclusão educacional e social, tendo em vista que é um direito constitucional do aluno com deficiência ter acesso a classe de aula comum.

Para a avaliação, adotamos um caráter qualitativo, o qual resume em perguntas e respostas que no decorrer da aula foram aplicadas e avaliadas. Para a formulação das perguntas, levamos em conta o que Ausubel denomina de “simulação da aprendizagem significativa” (MOREIRA, 1999, p. 154).

**TABELA 3** – Questões para o debate (pressão atmosférica).

<b>Questões para o debate</b>	
1	Por que a pressão atmosférica não quebra as vidraças das janelas?
2	Por que sentimos um desconforto no ouvido quando estamos indo de uma cidade de maior altitude para uma de menor altitude?
3	Por que a densidade do ar é menor em altitudes mais elevadas?
4	Por que segundo os jogadores de futebol dizem que a bola quando chutada é mais rápida em La Paz (Bolívia) do que a bola chutada pelo mesmo jogador na baixada santista?
5	Por que os jogadores do Brasil quando vão jogar em La Paz (Bolívia) usam cilindros de oxigênio no banco de reserva?
6	Por que os jogadores do Brasil quando vão jogar em La Paz (Bolívia) usam cilindros de oxigênio no banco de reserva?
7	Discuta com seu colega: a pressão atmosférica pode variar no decorrer do dia para uma mesma cidade? Explique.
8	Qual é a relação da pressão atmosférica e seu canudinho quando está tomando milk shake?

Fonte: Elaborado pelo autor.

### Construção do MODELO 2

Para o estudo dos fenômenos físicos relacionados aos espelhos esféricos: côncavo e convexo, é apresentado o MODELO 2. O MODELO 2 é composto de seis maquetes de alto-relevo.

As maquetes de alto-relevo têm como objetivo representar as ilustrações contidas no material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2014-2017b, p. 44).

Para elaboração das maquetes, tivemos o cuidado de escolher os melhores materiais para sua formatação, de modo que o aluno com ou sem deficiência visual possa interagir, desta forma, as maquetes são compostas de formas geométricas com poucos detalhes, diferentes texturas, tamanho e cores.

Para a construção do MODELO 2, utilizamos os seguintes materiais:

**TABELA 4** – Disposição dos materiais utilizados para a fabricação do MODELO 2.

<b>Material utilizado</b>	<b>Especificidade</b>	<b>Quantidade</b>
Folha de isopor	100 cm de comprimento, 50 cm de largura e 5 cm de espessura	3
Folha de E.V.A.	Cores: verde, roxo, vermelho, laranja e amarelo. Ambas com espessura de 1,5 mm	1 de cada
Folha de papel cartão	Cor: azul claro	4
Tubo de cola especial para isopor	Marca utilizada (sugestão): Radex, peso líq.: 450g.	1
Tubo de cola de silicone	Marca utilizada (sugestão): TekBond, peso líq.: 85g.	1
Tubo de cola instantânea	Marca utilizada (sugestão): Tekbond, nº 2, peso líq.: 20g.	1
Tubo de cola branca	Marca utilizada (sugestão): Pritt(tenaz), peso líq.: 110g.	1
Rolo de barbante	Cor: cru.	1
lixa	nº 240 e nº 220, de cores: preto e branca, respectivamente.	1 de cada
estilete	Reservar duas lâminas.	1
alfinete	Alfinete com cabeça esférica (tamanho pequeno)	13 uni.
Lápis, borracha, canetinha, régua, tesoura, vela e isqueiro.	-	1 de cada

Fonte: Elaborado pelo autor.

### Montagem das MAQUETES DE ALTO-RELEVO:

1ª etapa de construção: recortando a folha de isopor e preparando a base da maquete.

Reserve uma mesa grande e confortável para você trabalhar, apoie a folha de isopor sobre a mesa, com o auxílio da canetinha e régua, divida a folha de isopor em três partes iguais. Isso resulta em três retângulos de aproximadamente 33,3 cm de largura e 50 cm de comprimento. Repita esse processo para as três folhas de isopor, note, fazendo isso você terá nove retângulos, para nosso trabalho serão necessários apenas sete, portanto não corte os dois últimos retângulos, reserve o que sobrou da folha de isopor para um trabalho futuro.

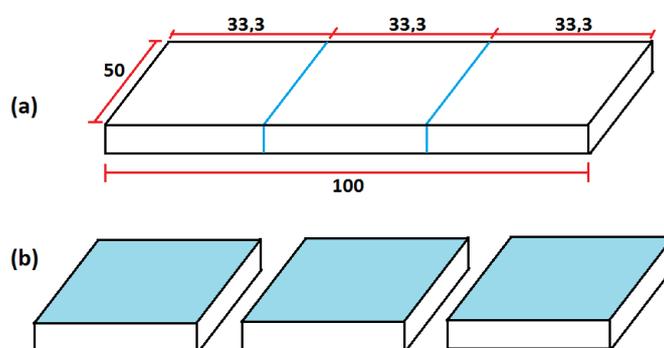
Para cortar os setes retângulos de isopor, sugerimos que você acenda uma vela e apoie-a sobre a mesa, esquente o estilete na chama da vela por alguns segundos e passe rapidamente nas marcações feitas na folha de isopor.

Cortados os retângulos de isopor, recorte sete retângulos (de mesma medida do retângulo de isopor) da folha de papel cartão de cor azul claro e cole nos sete retângulos de isopor, respectivamente. Para colagem, sugerimos que você use o tubo de cola especial para isopor,

desta forma, aplique a cola, sobre o retângulo de isopor, espalhe uniformemente com os próprios dedos e aplique o retângulo de papel cartão sobre o retângulo de isopor, repita este processo para os demais. Observação: para ajudar na colagem, coloque alguns livros sobre o conjunto (formado por retângulo de isopor mais papel cartão) por uns 20 minutos (não deixe mais que isso, senão corre o risco de manchar o papel cartão).

Referente a primeira etapa de construção, a figura 11, mostra um resumo dessa atividade:

**Figura 11** – Imagem ilustrativa da primeira etapa de construção. Em (a): placa de isopor com as marcações feitas em canetinha, as unidades de medidas dos numerais, é o centímetro (cm).; em (b): placa de isopor recortados em retângulos, revestidos em sua superfície pelo papel de cartão de cor azul claro.



Fonte: Elaborado pelo autor.

2ª etapa de construção: desenhando os espelhos (côncavo e convexo) e seus principais elementos (eixo principal, centro de curvatura, foco e vértice).

Para todos os conjuntos (placa de isopor mais papel cartão), desenhe, sobre o papel cartão, com o auxílio de régua e lápis, uma reta na mesma direção do comprimento, de modo a dividi-la em parte iguais, ou seja, você vai apoiar o conjunto sobre a mesa, a parte mais extensa é o comprimento, desta forma, você vai traçar uma reta paralela ao comprimento, de modo dividir o conjunto em duas partes iguais, para um melhor entendimento, veja a figura 12:

**Figura 12** – Imagem ilustrativa da segunda etapa de construção. A imagem mostra um dos conjuntos (placa de isopor mais papel cartão), com marcação feita a lápis (representado pela reta de cor cinza) dividindo-o em duas partes iguais. As unidades de medidas dos numerais presentes, é o centímetro (cm).

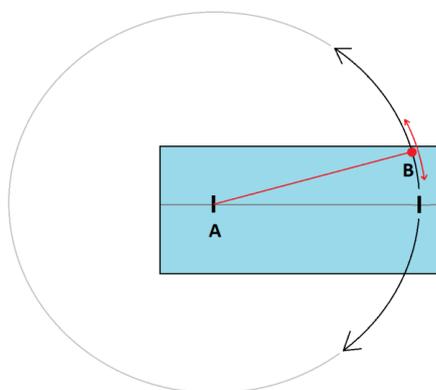


Fonte: Elaborado pelo autor.

Para desenhar o arco dos espelhos no conjunto (placa de isopor mais papel cartão), utilizamos uma técnica muito conhecida pelos professores quando precisam desenhar um círculo grande na lousa, e o compasso não é suficiente. Trata-se de uma técnica em que utiliza um pedaço de linha (ou algo parecido) e giz. Primeiro se pega um pedaço de linha, a qual se amarra em uma de suas extremidades o giz e a outra é fixada pela mão na lousa. Dessa maneira, basta girar o giz em torno desse ponto fixo, de modo manter a linha constantemente estendida, que terá um círculo perfeito.

Aproveitando dessa técnica, desenhamos os arcos dos espelhos esféricos em nossos conjuntos (placa de isopor mais papel cartão), a figura 13, mostra parte desse processo:

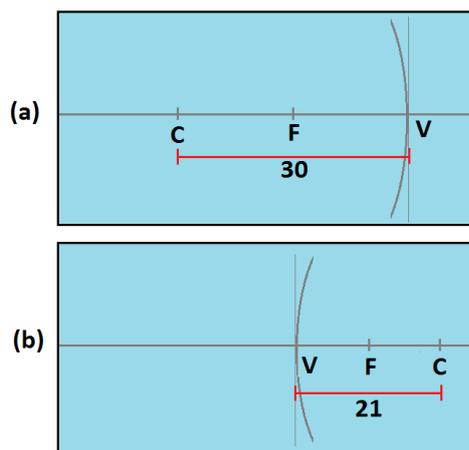
**Figura 13** – Mostra a imagem ilustrativa da técnica utilizada para construção do arco do espelho côncavo sobre o conjunto (placa de isopor mais papel cartão). O “ponto A” simboliza o ponto fixo, ou seja, o ponto onde o barbante é fixado pela mão sobre o conjunto. A reta  $\overline{AB}$ , de cor vermelha, simboliza o pedaço de barbante e o “ponto B” simboliza o ponto onde o lápis é fixado no barbante. Perceba no desenho, que as setinhas simbolizam o movimento que o “ponto B” pode percorrer, oferecendo assim a ideia de um círculo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura 14, mostra como ficaram os rascunhos:

**Figura 14** – Mostra as imagens ilustrativas dos rascunhos feitos a lápis sobre o conjunto (placa de isopor mais papel cartão). Em (a): a imagem está relacionada com o espelho côncavo. Em (b): a imagem está relacionada com o espelho convexo. Para ambas as figuras (a) e (b): a letra **C** representa o centro de curvatura, a letra **F** representa o foco do espelho, letra **V** representa o vértice (centro geométrico da calota) e os numerais: 30 e 21, referem-se, respectivamente, ao valor da distância (em cm) entre **C** e **V**, esta distância é denominado raio da curvatura (**R**).



Fonte: Elaborado pelo autor.

### Importante:

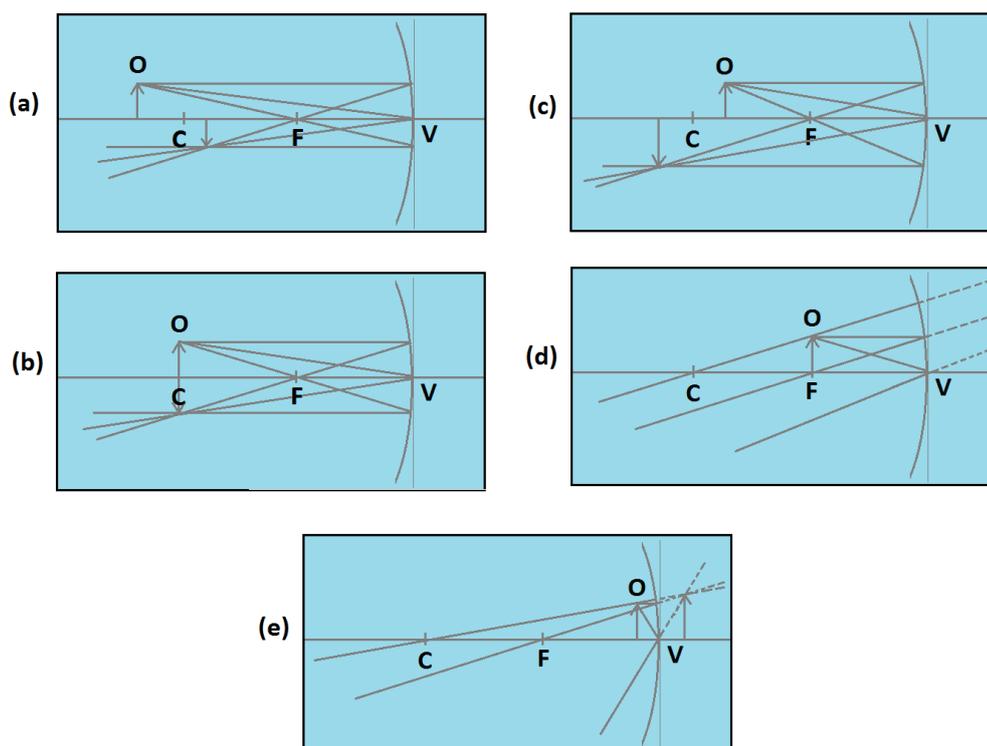
Em relação ao estudo sobre a formação de imagens em espelhos esféricos, entendemos que o espelho esférico côncavo só irá produzir uma imagem nítida desde que obedeça às condições de estigmatismo de Gauss (GASPAR, 2005, p. 263), ou em outras palavras, não apresente “aberração esférica” como citada por Nussenzveig (1998, p. 19), desta forma, espelhos côncavos apresentam ser mais planos do que esféricos. No entanto, apesar de nosso arco apresentar ser levemente mais esférico, não tivemos problemas ao aplicarmos os traçados dos raios. Acreditamos que para fins didáticos a apresentação de uma leve curvatura do espelho seja viável, pois assim facilita a observação tanto para o aluno com ou sem deficiência visual

3ª etapa de construção: desenhando os traçados dos raios referentes a um objeto.

Baseado nos estudos sobre a óptica geométrica, sobretudo, relacionado com os traçados dos raios, desenhe sobre os conjuntos (placa de isopor mais papel cartão) com auxílio de lápis e régua, os principais modelos de situações, que geralmente são apresentados em livros didáticos, referente ao estudo sobre a formação da imagem em frente a espelhos côncavo e convexo. Para todas as situações tomamos a altura do objeto igual a 7 cm.

Referente aos espelhos esféricos côncavo, a figura 15, mostra as imagens ilustrativas dos rascunhos referentes aos traçados dos raios para cada posição do objeto em relação ao espelho:

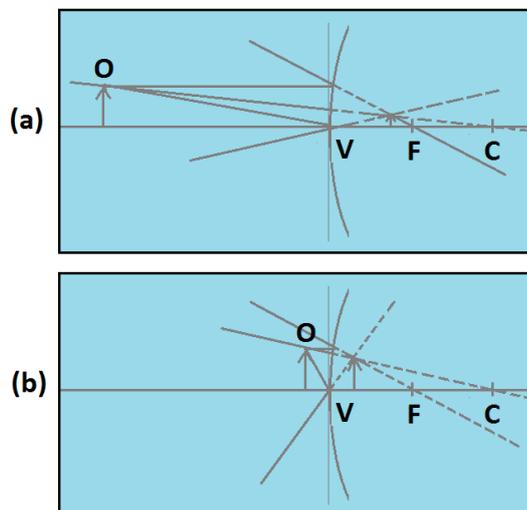
**Figura 15** – Para ambas as figuras: (a), (b), (c), (d) e (e), seguem as legendas: **O** refere-se ao objeto, **C** refere-se ao centro de curvatura do espelho, **F** refere-se ao foco do espelho, **V** refere-se ao vértice do espelho. Em (a): **O** é posto antes de **C**. Em (b): **O** é posto sobre **C**. Em (c): **O** é posto entre **C** e **F**. Em (d): **O** é posto sobre **F**. Em (e): **O** é posto entre **F** e **V**.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Referente aos espelhos esféricos convexo, a figura 16, mostra as imagens ilustrativas dos rascunhos referentes aos traçados dos raios para cada posição do objeto em relação ao espelho:

**Figura 16** – Para ambas as figuras: (a) e (b), seguem as legendas: **O** refere-se ao objeto, **C** refere-se ao centro de curvatura do espelho, **F** refere-se ao foco do espelho, **V** refere-se ao vértice do espelho. Em (a): **O** é posto distante do espelho. Em (b): **O** é posto próximo do espelho.



Fonte: Elaborado pelo autor.

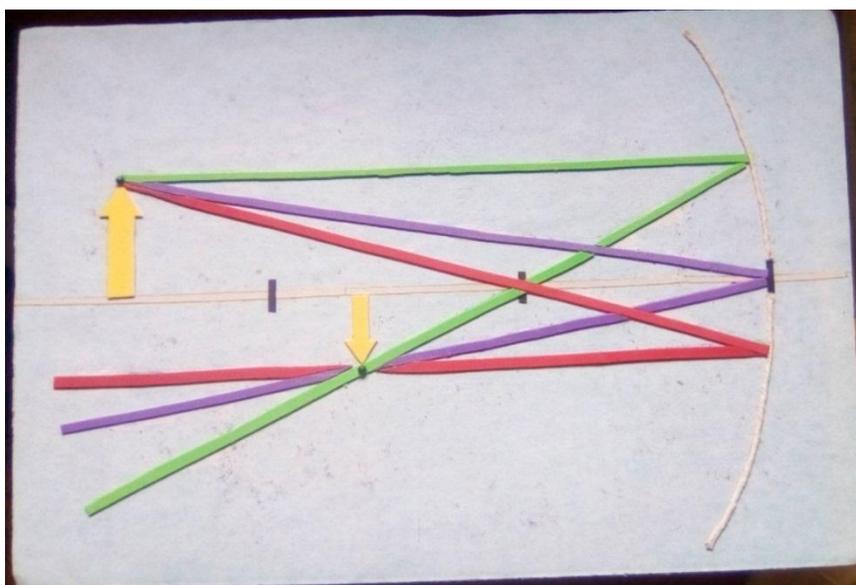
#### 4ª etapa de construção: acabamento das maquetes.

Para o acabamento das maquetes, primeiramente, recorte algumas tiras da Lixa branca (nº 220), com comprimento do tamanho da folha e largura de 0,5 cm, cole essas tiras sobre o rascunho do eixo principal contida na maquete, utilizando da cola branca. Note que a partir de agora referimos ao conjunto (placa de isopor mais papel cartão) como maquete. Corte um pedaço de barbante, o suficiente de modo a preencher o arco desenhado na maquete, cole-o com cola de silicone. Faça um desenho de algumas setas na folha de E.V.A. de cor amarelo, de modo a substituir as setas dos rascunhos, cole-as com cola de silicone na maquete. Das folhas de E.V.A. de cores: laranja, verde, vermelho e roxo, recorte algumas tiras de comprimento do tamanho da folha e largura de 0,5 cm, cole-as sobre os rascunhos dos raios feita na maquete, de modo a seguir as seguintes observações: para o raio que incide paralelo ao eixo principal utilizamos a cor verde, para o raio que incide no vértice utilizamos a cor roxa, para o raio que incide passando pelo foco utilizamos a cor vermelha e para o raio que incide passando pelo centro de curvatura utilizamos a cor laranja, todas as tiras são coladas com cola de silicone. Recorte três pequenos retângulos da lixa preta (nº 240), com comprimento de 3 cm e largura de 0,5 cm, cole-os sobre os rascunhos referentes ao centro de curvatura do espelho esférico, foco e vértice, com cola de silicone. Na extremidade da seta objeto e da seta imagem (quando houver), espete o alfinete (alfinete pequeno de cabeça

esférica), para ajudar a fixação utilize a cola instantânea. A cola instantânea é utilizada para dar o acabamento quando por ventura alguns recortes persistam em não fixar.

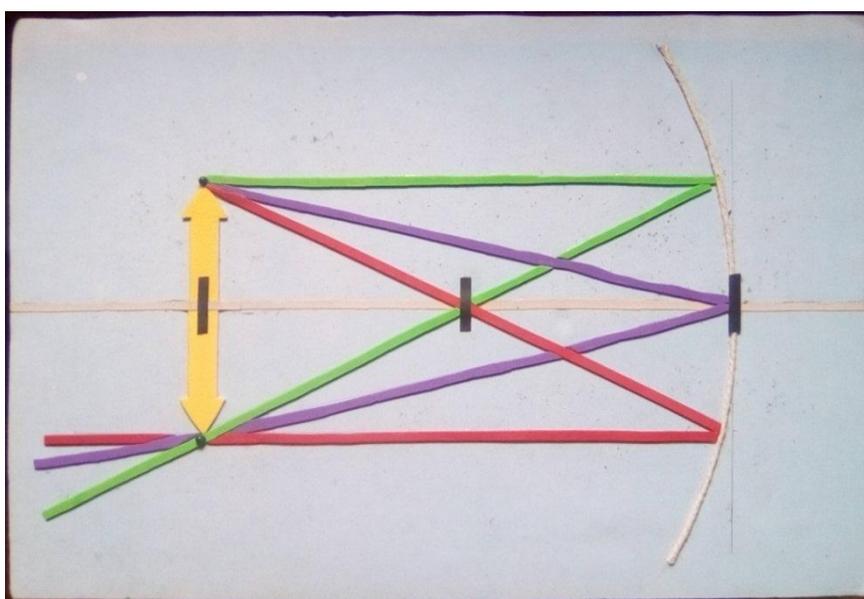
Desta forma podemos observar nas figuras a seguir as maquetes finalizadas:

**Figura 17**– Foto da maquete finalizada: objeto antes do centro de curvatura do espelho côncavo.



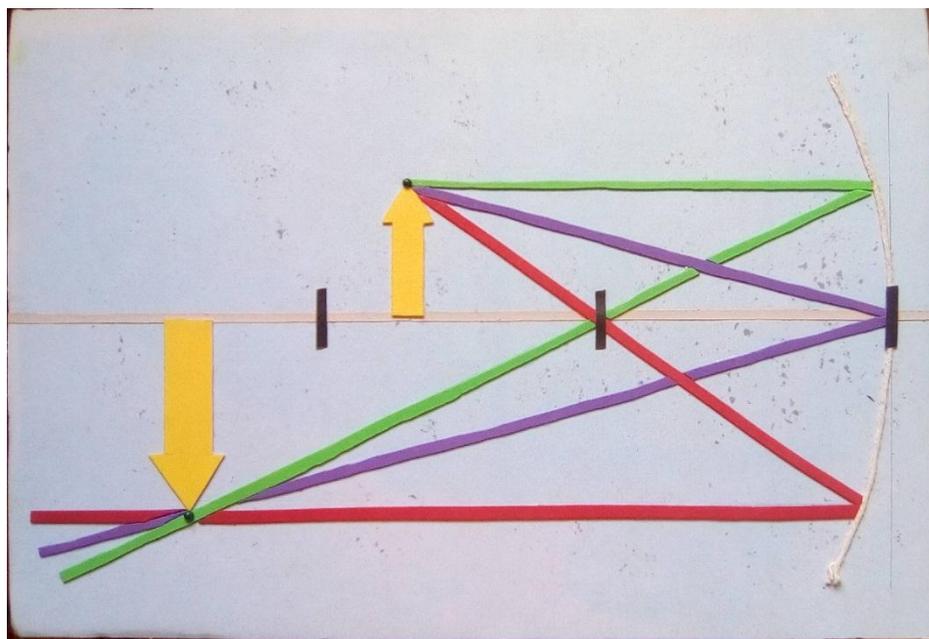
Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 18** – Foto da maquete finalizada: objeto sobre o centro de curvatura do espelho côncavo.



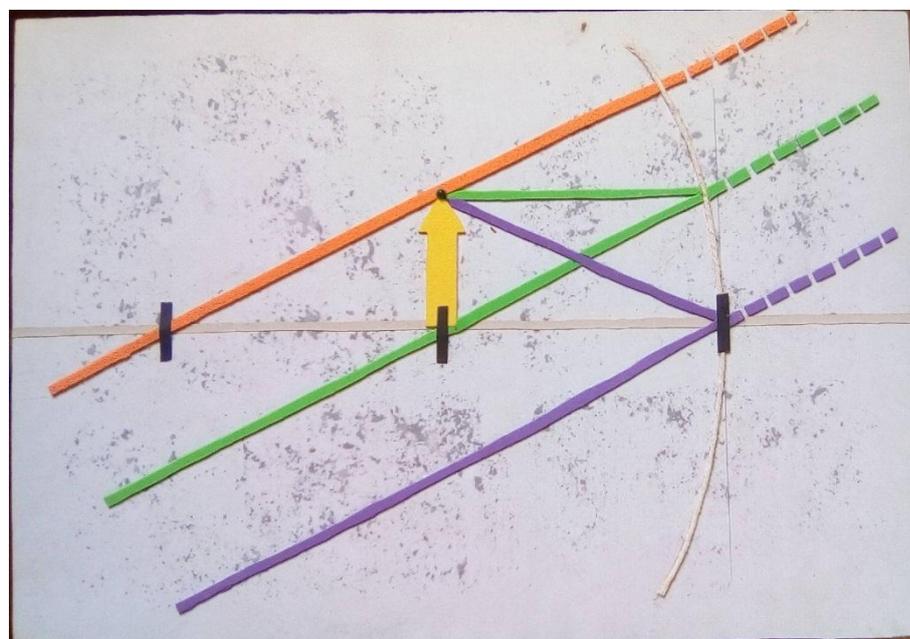
Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 19** – Foto da maquete finalizada: objeto entre o centro de curvatura e foco do espelho côncavo.



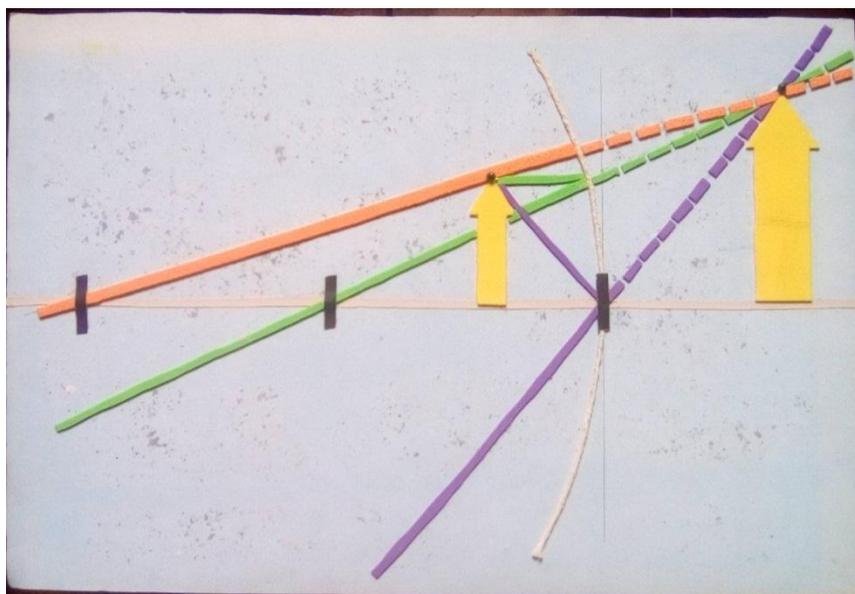
Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 20** – Foto da maquete finalizada: objeto sobre o foco do espelho côncavo.



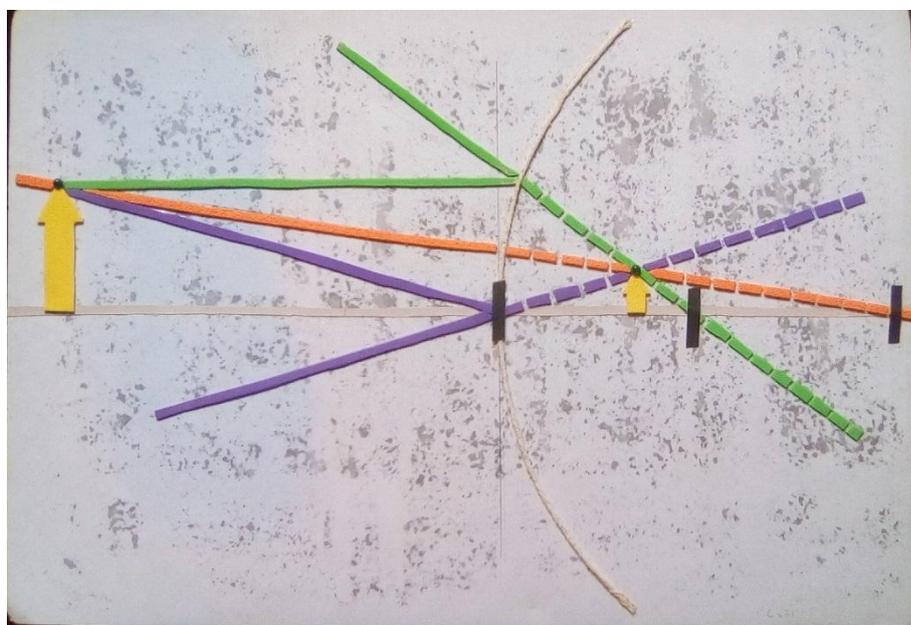
Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 21** – Foto da maquete finalizada: objeto entre o foco e o vértice do espelho côncavo.



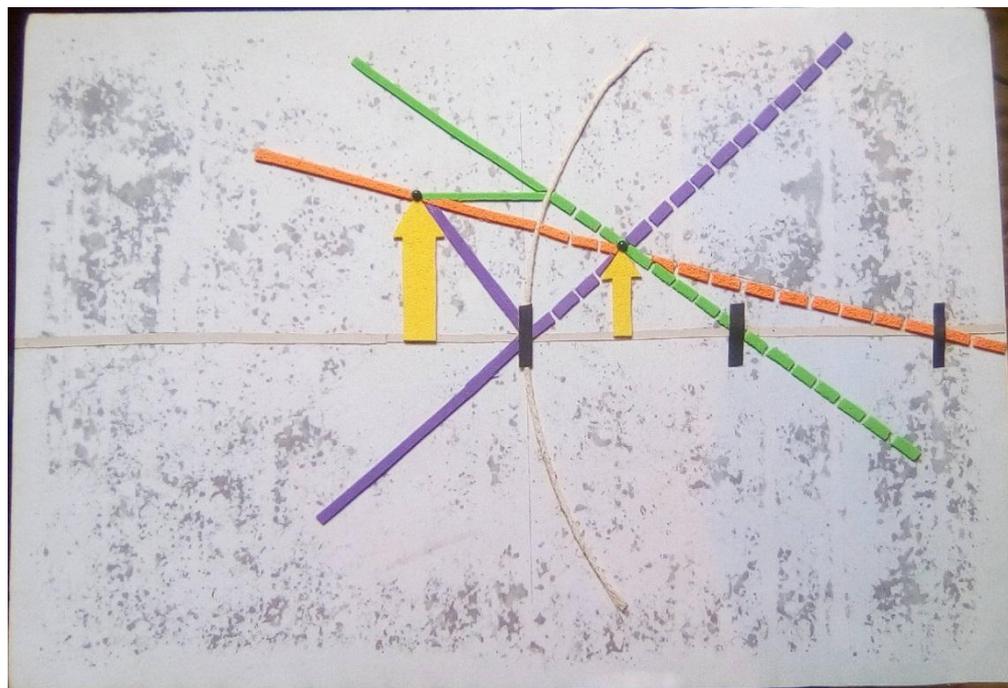
Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 22** – Foto da maquete finalizada: objeto distante do espelho convexo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 23** – Foto da maquete finalizada: objeto próximo do espelho convexo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

## **Modelo de aplicação para o MODELO 2**

### **Procedimentos de aplicação**

1. Peça aos alunos que se dividam em 5 grupos.
2. Peça ao grupo que contenha a aluna com deficiência visual, sentar mais próximo da lousa, pois num primeiro momento as maquetes estarão expostas na mesa do professor (ou apoiadas na lousa), de modo que os demais alunos consigam ver, ou seja, para facilitar a demonstração para classe e para a aluna com deficiência visual, essa configuração flui melhor, pois a aluna com deficiência visual requer a todo momento o manuseio das maquetes.
3. Explique como desenvolverá e quais serão os objetivos da aula.
4. Descreva brevemente para a classe, como você professor construiu as maquetes e relacione os materiais utilizados com seus novos significados, ou seja, é nesse momento em que você (professor) apresenta os significados das maquetes aos alunos.
5. Conceda o tempo necessário para que a aluna com deficiência visual consiga relacionar o que está sendo dito pelo professor com a maquete.
6. Em frente a lousa, exponha as maquetes e introduza pausadamente os conceitos físicos de cada maquete.
7. Desenhe na lousa as principais características dos espelhos esféricos (vértice, centro de curvatura, foco e eixo principal) e quando necessário, desenhe outros conceitos (Obs.: não há necessidade de desenhar todos os exemplos referente as maquetes, visto que, as maquetes foram feitas com proporções suficientemente grande que podem ser vista, até mesmo, do fundo da sala). Simultaneamente, quando estiver desenhando as representações das maquetes na lousa, reforce os significados das representações contidas nas maquetes.
8. Fique atento com a linguagem utilizada, lembre-se na classe há uma aluna com deficiência visual, algumas palavras podem não fazer sentido para ela. A todo momento certifique-se se todos os alunos estão acompanhando o andamento das explicações, qualquer dúvida que surgir, pare aula, vá até a mesa do grupo, chame a atenção da sala para a dúvida do aluno, responda a dúvida para o aluno e para classe (Obs.: muita das vezes nesse momento, um aluno que já entendeu a dúvida do colega, resolve expor seu comentário, aproveite dessa situação e interaja com aluno).

9. Distribua as maquetes entre os 5 grupos. Nesse momento será distribuído também, para cada grupo, um roteiro de observações (ver TABELA 5: “Roteiro para observações táteis”).
10. Peça aos alunos que se organizem em relação a essa atividade, por exemplo: um integrante do grupo ficará responsável em ler para os demais, outro em transcrever as respostas, porém todos devem participar contribuindo com sua observação.
11. Circule entre os grupos a fim de monitorar se há alguma dificuldade em relação a atividade.
12. Peça aos integrantes de cada grupo descrever sucintamente suas observações individuais e coletiva em respeito as maquetes.
13. As 5 maquetes devem passar por cada grupo, ou seja, é feito um tipo de rodízio com as maquetes, onde cada grupo analisará as 5 maquetes. É estipulado um tempo de 5 minutos para cada maquete, por isso é conveniente deixar isso claro no momento em as maquetes e o roteiro de observações forem entregues.
14. Aproximando do final da aula, é sugerido umas questões baseadas na teoria de Ausubel (MOREIRA, 1999, p.154): “simulação da aprendizagem significativa” (ver TABELA 6: “Questões para o debate”). Essas questões podem ser feitas para a classe ou para cada grupo, isso dependerá do tempo ainda disponível para o término da aula, as questões servirão como nosso instrumento de avaliação do produto aqui aplicado.

**TABELA 5** – Roteiro para observações táteis.

<b>Roteiro para observações táteis</b>	
1	É formada a imagem?
2	Qual posição sobre o eixo principal se encontra o objeto? (Obs.: Tenha como referência os principais pontos do espelho esférico).
3	Qual é a natureza da imagem formada?
4	Qual é o tamanho da imagem formada?
5	Qual é a orientação da imagem formada?
6	Qual tem a distância maior em relação ao vértice: o objeto ou a imagem?
7	Quais são as características dos feixes de raios incidentes utilizados nessa maquete?
8	O tamanho da imagem depende ou não da posição do objeto em frente de qualquer espelho esférico?

Fonte: Elaborado pelo autor.

**TABELA 6** – Questões para o debate (espelhos esféricos).

<b>Questões para o debate</b>	
1	O tamanho da imagem depende ou não da posição do objeto em frente de qualquer espelho esférico? (Note: pergunta idêntica à pergunta nº 8 da Tabela 5).
2	Existe uma posição sobre o eixo principal onde ao colocar um objeto não haverá formação de imagem? (Obs.: referindo ao espelho côncavo).
3	O feixe de raio que incide paralelamente ao eixo principal sobre o espelho côncavo tem sua reflexão sobre qual ponto sobre o eixo principal?
4	Em qual ponto sobre o espelho esférico que o feixe de raio incidente incide e é refletido com o mesmo ângulo de incidência?
5	Qual espelho esférico, normalmente, é utilizado em espelhos de maquiagem? Por quê?
6	Qual espelho esférico, normalmente, é utilizado em lojas? Por quê? (Note: esses espelhos ficam fixos no alto, próximos ao caixa de pagamento. Esse mesmo modelo de espelho, normalmente, é utilizado também próximo a porta de saída de passageiros em ônibus e nas entradas e saídas de veículos).

Fonte: Elaborado pelo autor.

## Considerações Finais

Em respeito à avaliação, adotamos o que Vasconcellos (2000) propõem: uma avaliação contínua no processo ensino aprendizagem, ou seja, a avaliação é feita no decorrer da aula, pois acredita-se que desta forma, poder-se-á verificar os estágios do desenvolvimento dos alunos e assim contribuir para que o aluno construa o seu conhecimento ao passo da introdução dos conceitos, logo: “As dúvidas revelam ao professor o percurso que o aluno está fazendo na construção do conhecimento.” (VASCONCELLOS, 2000, p. 58). Vasconcellos (ibid.) aponta alguns métodos que levam a participação ativa dos educandos, os quais destacamos: problematização, debate, exposição interativa-dialogada, trabalho em grupo, construção de modelos e estudo do meio (VASCONCELLOS, 2000, p. 57).

Desta forma, foram elaboradas algumas questões, as quais denominamos: “questões para o debate”, essas questões foram baseadas nos princípios de tentar evitar a simulação da aprendizagem significativa (MOREIRA, 1999, p. 154), ou seja, é importante que se elabore as questões fresando-as de maneira diferente encontradas em materiais instrucionais.

Importante ressaltar, esse modelo de avaliação foi adotado em ambas as atividades (1 e 2).

## Bibliografia

BRASIL. **Lei nº 13.146, de 06 de julho de 2015.** Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Brasília, 2015. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2015/lei/113146.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113146.htm). Acesso em: 15 out. 2017.

CAIADO, K. R. M.. **Aluno deficiente visual na escola: lembranças e depoimentos.** – Campinas, SP: Autores Associados: PUC, 2003. – (Coleção educação contemporânea).

CAMARGO, Eder Pires de. **Ensino de Física e Deficiência Visual: dez anos de investigações no Brasil.** São Paulo: Editora Plêiade, 2008.

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

CAMARGO, Eder Pires de. **Inclusão e necessidade especial: compreendendo identidade e diferença por meio do ensino de física e da deficiência visual.** - São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

DINIZ, Debora. **O que é deficiência.** São Paulo: Brasiliense, 2007. (Coleção Primeiros Passos; 324).

GASPAR, A.. **Atividades experimentais no ensino de física: uma nova visão baseada na teoria de Vigotski.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

GASPAR, A.. **Física: volume único, livro do professor.** 1ª ed. São Paulo: Ática, 2005.

HEWITT, Paul G.. **Física conceitual.** Tradução de: Trieste Freire Ricci e Maria Helena Gravina. 9.ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

MANTOAN, Maria Tereza Eglér (org.). **O desafio das diferenças nas escolas.** 4. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem.** São Paulo: EPU, 1999.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física básica - vol. 4: Ótica, Relatividade e Física quântica.** 1ª edição. São Paulo: Editora Blucher, 1998.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física básica - vol. 2: Fluidos, Oscilações e Ondas e Calor.** 4ª edição. São Paulo: Editora Blucher, 2002.

SÃO PAULO. Secretaria da Educação do Estado de São Paulo (SEE-SP). **Material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo: caderno do aluno – Física – Ensino Médio, 2ª série, vol. 1.** Nova edição. São Paulo, 2014-2017a.

SÃO PAULO. Secretaria da Educação do Estado de São Paulo (SEE-SP). **Material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo**: caderno do aluno – Física – Ensino Médio, 2ª série, vol. 2. Nova edição. São Paulo, 2014-2017b.

SOLER, M. A.. **Didáctica multisensorial de las ciencias**. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, 1999.

TV USP BAURU. Linha do tempo: Educação Inclusiva. Produção: TV USP Bauru. **Youtube**, 23 de novembro de 2015. Duração: 28'04''. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=a4Ntfg98xIY>. Acesso em: 01 mai. 2018.

UNIVESP. Educação e Inclusão Social: aula 17 – Atendimento educacional especializado em deficiência. Produção: UNIVESP. **Youtube**, 15 de setembro de 2015a. Duração: 20'06''. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=DfUu1FLnknw>. Acesso em: 12 de outubro de 2017.

UNIVESP. Educação e Inclusão Social: aula 02 – Depoimentos: histórico e introdução à Política Nacional de Educação Especial – Avanços e desafios. Produção: UNIVESP. **Youtube**, 7 de agosto de 2015b. Duração: 19'36''. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=sfq4duAYhrw&t=4s>. Acesso em: 28 abr. 2018.

UNIVESP. Educação e Inclusão Social: aula 01 – Educação especial, desigualdade e diversidade. Produção: UNIVESP. **Youtube**, 7 de agosto de 2015c. Duração: 23'28''. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=BWHMd8FsfIA&index=1&list=PLxI8Can9yAHddIpIvgdIgfRONBEMDpH2g>. Acesso em: 12 de outubro de 2017.

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

VIGOTSKI, L. S.. **Fundamentos de defectologia**. In: Obras completas. Tomo V. Trad. de Maria del Carmen Ponce Fernandez. Havana: Editorial Pueblo y Educación, 1997. p. 74 – 87.

# Anexo A

## DISPOSIÇÃO CRONOLÓGICA DAS LEIS REFERENTE A EDUCAÇÃO ESPECIAL

---

Nesse tópico abordaremos alguns dos marcos jurídicos referentes à educação especial no Brasil. São citados também alguns documentos referenciais que foram elaborados, ou no Brasil, ou em outros países, mas que tiveram um forte impacto e influência sobre nosso marco legal.

Historicamente, a educação especial é tratada no Brasil desde a vinda do Dom João VI para o país, no começo do século XIX. Contudo, um marco jurídico bem mais recente, de 1961, foi a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. A Lei 4.024/61, que, em sua maioria, foi revogada pela Lei nº 9.394/96, trazia informações importantes no que tange às concepções do poder legislativo da época na qual foi promulgada. Nela percebe-se um tom libertário, igualitário e democrático para a educação, apesar de, na época, não se tivesse completado nem 80 anos da abolição da escravatura e a sociedade se mostrasse ainda muito conservadora, destacamos:

Art. 1º A educação nacional, inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tem por fim: (Revogado pela Lei nº 9.394, de 1996)

g) a condenação a qualquer tratamento desigual por motivo de convicção filosófica, política ou religiosa, bem como a quaisquer preconceitos de classe ou de raça.

Art. 2º A educação é direito de todos e será dada no lar e na escola. (Revogado pela Lei nº 9.394, de 1996)

Art. 88 A educação de excepcionais, deve, no que for possível, enquadrar-se no sistema geral de educação, a fim de integrá-los na comunidade. (Revogado pela Lei nº 9.394, de 1996)

Art. 89 Toda iniciativa privada considerada eficiente pelos conselhos estaduais de educação, e relativa à educação de excepcionais, receberá dos poderes públicos tratamento especial mediante bolsas de estudo,

empréstimos e subvenções. (Revogado pela Lei nº 9.394, de 1996) (BRASIL, 1961, grifo nosso)

Nota-se que na Lei 4.024/61 aparecem apenas dois artigos relacionados com a educação para pessoas portadoras de deficiência (os quais se comprometem apenas com o atendimento para pessoas excepcionais). A palavra grifada: “a fim de integrá-los na comunidade” nos remete ao paradigma integracionista (o qual resume-se na ideia de que o aluno com deficiência deve apenas aprender os conceitos básicos, ou seja, deve ser padronizado a fim de integrar na sociedade).

Em 1988, na constituição de mesmo ano, sobre o título VIII (Da Ordem Social), no capítulo III (Da educação, da cultura e do desporto), seção I (Da educação), é citado:

Art. 205 - A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho.

Art. 208O dever do Estado com a educação será efetivado mediante a garantia de:

III - atendimento educacional especializado aos portadores de deficiência, preferencialmente na rede regular de ensino; [...] (BRASIL, 1988, grifo nosso)

Com respeito à constituição de 88, o artigo 205 reza a educação dever do Estado e da família, mas um fato importantíssimo nos chama a atenção: “A educação (...) será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade”; essa questão nos remete a pensar em umas das três armas que Vigotski propõem para combater o problema da cegueira: a educação social (o qual veremos mais adiante). Outro fato importante, neste mesmo artigo, é a palavra grifada: “seu preparo”, essa palavra, mais uma vez, assim como no art. 88 da lei 4.024/61, nos remete a pensar no paradigma integracionista, logo, segundo o artigo desta lei, a educação tem como objetivo exclusivamente preparar, a pessoa com deficiência, para alguma atividade, não vê que a pessoa com deficiência, quando inseridas em sala de aula comum, tem algo a nos oferecer. No artigo 208, inciso III, aponta como dever do Estado a educação com atendimento educacional especializado a qualquer pessoa com algum tipo de deficiência, diferentemente do que vimos na lei de 4.024/61 a qual restringia-se as pessoas excepcionais. Importante ressaltar, também, que esse atendimento deva acontecer preferencialmente na rede regular de ensino.

Em 1989, a Lei nº 7.853/89 que dispõe sobre o apoio de integração social à todas as pessoas portadoras de deficiência, estabelece 20 artigos dos quais muitos sofreram modificações com o passar do tempo, mas ressaltamos a importância destes, pois foi a primeira lei que afirmou

as primeiras normas integradoras, tinham como objetivo assegurar o pleno exercício dos direitos individuais e sociais das pessoas portadoras de deficiência. Na área da educação ressaltamos as seguintes normas: a inclusão da Educação Especial como modalidade educativa nas séries iniciais; oferta obrigatória e gratuita da Educação Especial em estabelecimentos públicos; oferecimento obrigatório de programas de Educação Especial a nível pré-escolar, em unidades hospitalares nas quais estejam internados, por prazo igual ou superior a 1 (um) ano, educandos portadores de deficiência; acesso de alunos portadores de deficiência aos benefícios conferidos aos demais educandos, inclusive material escolar, merenda escolar e bolsas de estudo; e matrícula compulsória em cursos regulares de estabelecimentos públicos e particulares de pessoas portadoras de deficiência capazes de se integrarem no sistema regular de ensino.

Da Lei nº 8.069/90, de 1990, que dispõem especificamente sobre o Estatuto da Criança e do adolescente (ECA), ressaltamos o artigo 53, inciso I: as condições de igualdade no acesso e permanência na escola, independente do aluno ter ou não ter algum tipo de deficiência. Logo o artigo 54, inciso III, deixa claro que quando houver algum aluno com algum tipo de deficiência, o mesmo contará com um serviço de atendimento educacional especializado de modo a assegurar o cumprimento do artigo 53, inciso I.

Em 1994, com a Declaração de Salamanca, se estabeleceu o princípio de que as escolas do ensino regular devem educar todos os alunos, sem exceção. Desta maneira, o desafio é enfrentar a situação de exclusão escolar, que abrange crianças com deficiência, crianças que vivem nas ruas ou que trabalham, crianças superdotadas, crianças com desvantagem social e crianças que apresentam diferenças linguísticas, étnicas ou culturais. O conceito de necessidades educacionais especiais, que passa a ser amplamente disseminado, a partir dessa Declaração, ressalta a interação das características individuais dos alunos com o ambiente educacional e social, chamando a atenção do ensino regular para o desafio de atender as diferenças.

Fortemente influenciado pela declaração de Salamanca, o Brasil passou a formular suas políticas públicas em relação à educação inclusiva, publicando no mesmo ano a Política Nacional de Educação Especial (PNEE) (BRASIL, 1994). No entanto, mesmo com essa perspectiva conceitual transformadora, as políticas educacionais implementadas não alcançaram o objetivo de levar a escola regular a assumir o desafio de atender as necessidades educacionais de todos os alunos.

Na perspectiva da educação inclusiva, a educação especial passa a constituir uma proposta pedagógica na escola, definindo como seu público-alvo os alunos com deficiência, transtornos

globais de desenvolvimento e altas habilidades/superdotação. A educação especial atua de forma articulada com o ensino comum, orientando para o atendimento às necessidades educacionais especiais desses alunos.

Em 1996 notamos que a Lei 9.394/96, começa a dar os primeiros passos para acabar com os espaços segregativos, é a primeira lei que abre um capítulo específico para tratar assuntos relacionados com a educação especial. No artigo 58, parágrafo 1º, destacamos a palavras: “quando necessário” e “serviços de apoio especializado”. Essas duas palavras mostram a preocupação e a necessidade, respectivamente, em respeito a responsabilidade de ensinar, veremos mais adiante no decorrer da história que o termo: “serviços de apoio especializado” sofrerá transformações até chegar ao conceito que conhecemos hoje, o qual damos o nome de Atendimento Educacional Especializado (AEE). Ainda no artigo 58, o parágrafo 2º abre uma brecha para a perpetuação de “classes especiais”, visto que, segundo o parágrafo em função das condições específicas dos alunos, não for possível a sua integração nas classes comuns de ensino regular, poder-se-á agrupá-los em classes distintas, ou seja, formar classes segregativas. Continuando no artigo 58, o parágrafo 3º, sofreu recentemente (no ano de 2018) uma mudança extremamente relevante pela Lei nº 13.632/18, a qual veremos mais adiante. Já no artigo 59, destacamos as palavras: “recursos educativos”, “professores com especialização”, “professores do ensino regular capacitados” e “educação especial para o trabalho”; essas palavras apesar de se apresentarem como respostas, referente as dificuldades que a escola inclusiva é incumbida, não se mostram na realidade, ou seja, são tópicos fortemente criticados quando ao questionarmos professores de rede pública sobre quais as principais dificuldades encontradas no ensino atual para pessoas com deficiência. O artigo 60, diz que instituições privadas sem fins lucrativos e/ou outras entidades afins, poderão receber apoio técnico e financeiro pelo Poder Público, porém, estes estabelecimentos deverão passar por uma rigorosa avaliação feita pelos órgãos normativos dos sistemas de ensino, contudo, o poder público pretende dar prioridade em seus investimentos econômicos às redes públicas.

Ainda no ano de 1996, é lançado e elaborado, pelo Ministério da Justiça em conjunto com diversas organizações da sociedade civil, o Programa Nacional de Direitos Humanos (PNDH), este, aprovado pelo Decreto nº 1.904/96 (o qual será revogado pelo Decreto nº 4.229/02).

Em 1999, houve a Convenção da Guatemala, convenção essa firmada pela Organização dos Estados Americanos (OEA). E assim como a declaração de Salamanca, o Brasil incorporou-a em suas políticas públicas, promulgando-a pelo Decreto nº 3.956/01. A Convenção da Guatemala preconiza a eliminação de todas as formas de discriminação contra as pessoas portadoras de deficiência, estabelecendo tópicos que os Estados signatários deverão trabalhar,

dos quais destacamos no artigo III, item 2, subitem “C”, a palavra: “Sensibilização da população”; de novo, assim como no artigo 205 da constituição de 1988, vemos a importância da conscientização da sociedade em respeito à deficiência, ou seja, a influência que a sociedade pode causar no desenvolvimento da pessoa com deficiência, ou seja, para que a aprendizagem da pessoa com deficiência visual aconteça dentro da sala comum depende, fortemente, não apenas da formação especializada do professor ou dos recursos didáticos utilizados no ensino, mas da cumplicidades das demais pessoas envolvidas, ou seja, todas as pessoas envolvidas, não só no cotidiano escolar como fora da escola auxiliam significativamente o desenvolvimento educacional desta pessoa, por isso é tão importante a sensibilização da população.

Ainda no ano de 1999, foi promulgado 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, ou seja, a educação especial continua sendo trabalhada em classes separadas, porém, deve-se trabalhar os conteúdos curriculares de sua respectiva série. O novo decreto ressalta: a obrigatoriedade gratuita e compulsória da educação especial em estabelecimentos públicos; o oferecimento de acompanhamento educacional em unidades hospitalares desde que o educando portador de deficiência esteja um ano ou mais internado; acesso, aos portadores de deficiência, aos benefícios conferidos aos demais educandos (material escolar, transporte, bolsa de estudos, etc.); o processo de ensino (a educação especial) deve ser flexível, dinâmico e individualizado; a educação especial tem início na educação infantil; a educação especial contará com uma equipe multiprofissional, especializada e adotará orientações pedagógicas individualizadas; quanto a construção e reparação do estabelecimento de ensino, a escola respeitará e atenderá as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) relativas à acessibilidade; e por fim, o deficiente terá acesso à educação profissional a fim obter habilitação profissional que lhe proporcione oportunidades de acesso ao mercado de trabalho, sendo assim, as instituições públicas ou privadas, deverão condicionar as matrículas conforme a capacidade de aproveitamento e não a seu nível de escolaridade, desta forma também, deve apresentar serviços de apoio especializados para atender às peculiaridades das pessoas portadoras de deficiência.

Em 2001 a Lei nº 10.172/01 aprova o Plano Nacional de Educação (PNE) e dá outras providências (BRASIL, 2001b). Ainda bastante marcada pela lógica integracionista, reafirma o direito constitucional à educação, para isso dispõem de três possíveis situações de

organização para o atendimento: participação em sala de aula comum com recursos, sala especial e escola especial. Reforça a importância da detecção precoce, o papel das entidades privadas, estabelece a necessidade de adequação da escola, equipamentos e formação de professores, contudo, reconhece não conhecer exatamente a realidade devido a carência de estatísticas.

Ainda no ano de 2001 é posto em prática o Decreto nº 3.956, o qual promulga a Convenção Interamericana, seu objetivo é “prevenir e eliminar todas as formas de discriminação contra as pessoas portadoras de deficiência e propiciar a sua plena integração à sociedade.” (BRASIL, 2001a), como dito anteriormente, o decreto é inteiramente baseado na Convenção da Guatemala.

Em 2002, na perspectiva da educação inclusiva, o Conselho Nacional de Educação/Conselho Pleno (CNE/CP) estabelece a Resolução CNE/CP nº1/2002, nela, com base nas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores de Educação Básica, define que as instituições de ensino superior devem prever em sua organização curricular, no que se refere a formação de docente, atenção à diversidade, ou seja, deverá haver disciplinas que contemple conhecimentos sobre as especificidades de alunos com necessidades educacionais especiais, porém no ano de 2005, a Resolução CNE/CP nº 1/2002 é alterada pela Resolução CNE/CP nº1/2005, a qual veremos mais adiante.

Ainda no ano de 2002, destacamos a Portaria nº 2.678/02 do Ministério da Educação (MEC), a qual aprova diretrizes e normas para o uso, o ensino, a produção e a difusão do Sistema Braille em todas as modalidades de ensino.

Continuando no ano de 2002, o Decreto nº 1.904/96 (refere-se ao PNDH I) é revogado pelo Decreto nº 4.229/02 (refere-se ao PNDH II), ou seja, o PNDH I é substituído pelo PNDH II, a novas alterações resumem-se em novas propostas voltadas na educação e sensibilização de toda sociedade brasileira com vistas à construção e consolidação de uma cultura de respeito aos direitos humanos (BRASIL, 2010, p. 262). Mais adiante o Decreto nº 4.229/02 é revogado pelo Decreto nº 7.037/09.

Em 2003 é criado o Comitê Nacional de Educação em Direitos Humanos (CNEDH), o comitê era formado por: representantes da sociedade civil, instituições públicas e privadas e organismos internacionais. Neste mesmo ano o comitê juntamente com o Ministério da educação (MEC) e a Secretaria Especial dos Direitos Humanos (SEDH) lançam o Plano Nacional de Educação em Direitos Humanos (PNEDH), este documento é fruto do compromisso do Estado com a concretização dos direitos humanos, ou seja, ao mesmo tempo em que aprofunda questões do PNDH II, o PNEDH incorpora aspectos dos principais

documentos internacionais de direitos humanos a fim de promover por completo os direitos humanos.

Em 2004, fortemente influenciado pelo movimento da inclusão educacional e social, o Decreto nº 5.296/04 regulamentou as leis nº 10.048/00 e nº 10.098/00, estabelecendo normas e critérios para a promoção da acessibilidade às pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida. Nesse contexto, o Programa Brasil Acessível é implementado com o objetivo de promover e apoiar o desenvolvimento de ações que garantam a acessibilidade.

Em 2005, como dito anteriormente, a Resolução CNE/CP nº1/2005 altera a Resolução CNE/CP nº1/2002, com a nova resolução as instituições de ensino superior decidirão pela aplicação, ou não, das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, aos cursos de Licenciatura, de graduação plena.

Em 2007 é lançado a segunda tiragem do PNEDH e, mais uma vez, contou com a parceria e cooperação das seguintes entidades: Secretaria Especial dos Direitos Humanos, Ministério da Educação e da Justiça, e Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO). A nova versão objetiva contemplar, no currículo da educação básica, temáticas relativas às pessoas com deficiência e desenvolver ações que possibilitem acesso e permanência na educação superior.

No mês de junho de 2007 é disposta a Lei nº 11.494 que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação (FUNDEB). Em resumo, o FUNDEB tem como objetivo apoiar com recursos financeiros toda a educação básica, da creche ao ensino médio. Substituto do Fundo de Manutenção e Desenvolvimento do Ensino Fundamental e de Valorização do Magistério (FUNDEF), que vigorou de 1997 a 2006, o FUNDEB está em vigor desde janeiro de 2007 e se estenderá até 2020.

Ainda no ano de 2007, deu início a elaboração de um documento, criado pelo Grupo de Trabalho da Política Nacional de Educação Especial, o qual foi entregue ao Ministro da Educação em janeiro de 2008.

Em 2008, o documento (citado acima) é aprovado pelo Ministério da Educação e recebe o nome de Plano Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (PNEEPEI). Com esse documento o Brasil passa a integrar aos países que têm as legislações mais avançadas (em termos progressista) em relação a Educação Especial e de direitos do portador de deficiência. Destacamos um trecho do PNEEPEI que resume claramente seus principais ideais:

O movimento mundial pela inclusão é uma ação política, cultural, social e pedagógica, desencadeada em defesa do direito de todos os alunos de estarem juntos, aprendendo e participando, sem nenhum tipo de discriminação. 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. (BRASIL, 2008)

Segundo PNEPEI em seu capítulo VI, descreve que o aluno especial deve frequentar a sala de aula comum e participar de atividades complementares no contraturno. Esse atendimento em contraturno é um serviço que, como diz a política, será um atendimento especializado que tem como objetivo não substituir a escolarização (o ensino da sala de aula comum), mas suplementar, com vistas à ampliação da autonomia do estudante (BRASIL, 2008).

Em 2008 é posto em prática o Decreto nº 6.571, o qual dispõe sobre o atendimento educacional especializado, regulamenta o parágrafo único do artigo 60 da Lei nº 9.394/96, e acrescenta dispositivo ao Decreto nº 6.253/07. O Decreto nº 6.571/08 é revogado em 2011 pelo Decreto nº 7.611.

Em 2009, o Decreto nº 4.229/02 (refere-se ao PNDH II) é revogado pelo Decreto nº 7.037/09 (refere-se ao PNDH III), ou seja, o PNDH II é substituído pelo PNDH III.

Em 2010, o Decreto nº 7.037/09 (refere-se ao PNDH III) é atualizado pelo Decreto nº 7.177/10, ou seja, o PNDH III sofre algumas pequenas alterações em seu anexo, as quais não notamos qualquer alteração em relação a educação especial. A PNDH III, como os demais PNDH, vem carregado de propostas de ações governamentais, as quais destacamos algumas propostas que nos remetem a preocupação com a pessoa com deficiência, essas ações se encontram no Eixo Orientador II - Desenvolvimento e Direitos humanos (BRASIL, 2010, p. 227 e 228): valorização da pessoa humana como um sujeito central do processo de desenvolvimento; combate às desigualdades estruturais; e a garantia da igualdade na diversidade.

Em 2011 o Decreto nº 7.611 revoga por completo o Decreto nº 6.571/08. O atual decreto dispõe sobre a educação especial, o atendimento educacional especializado e dá outras providências. Deste decreto ressaltamos:

Art. 4º O Poder Público estimulará o acesso ao atendimento educacional especializado de forma complementar ou suplementar ao ensino regular, assegurando a dupla matrícula nos termos do art. 9º-A do Decreto no 6.253, de 13 de novembro de 2007.

Art. 8º O Decreto nº 6.253, de 2007, passa a vigorar com as seguintes alterações:

“Art. 9º-A. Para efeito da distribuição dos recursos do FUNDEB, será admitida a dupla matrícula dos estudantes da educação regular da rede pública que recebem atendimento educacional especializado.

§ 1º A dupla matrícula implica o cômputo do estudante tanto na educação regular da rede pública, quanto no atendimento educacional especializado.

“Art.14. Admitir-se-á, para efeito da distribuição dos recursos do FUNDEB, o cômputo das matrículas efetivadas na educação especial oferecida por instituições comunitárias, confessionais ou filantrópicas sem fins lucrativos, com atuação exclusiva na educação especial, conveniadas com o Poder Executivo competente.

§ 1º Serão consideradas, para a educação especial, as matrículas na rede regular de ensino, em classes comuns ou em classes especiais de escolas regulares, e em escolas especiais ou especializadas. (BRASIL, 2011, grifo nosso)

Em 2013 a Lei nº 12.796 altera a Lei no 9.394/96 (lei que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional), para dispor sobre a formação dos profissionais da educação e dar outras providências. Em relação a Educação Especial, destacamos:

Art. 4º [...]

III - atendimento educacional especializado gratuito aos educandos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades ou superdotação, transversal a todos os níveis, etapas e modalidades, preferencialmente na rede regular de ensino.

Art. 60 [...]

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

Em 2014, a Lei nº 13.005 aprova o Plano Nacional de Educação (PNE) e dá outras providências. O PNE determina dez diretrizes e vinte metas (cada meta é acompanhada de uma média de dez estratégias) para os próximos 10 anos, ou seja, do presente ano (2014) até 2024.

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

Em 2015, a Lei 13.146/15 institui a Lei Brasileira de inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência), esta lei é destinada a assegurar e a promover, em condições de igualdade, o exercício dos direitos e das liberdades fundamentais por pessoa com deficiência, visando à sua inclusão social e cidadania.

Em 2016, a Lei nº 13.409/16, alterou a Lei nº 12.711/12, para dispor sobre a reserva de vagas para pessoas com deficiência nos cursos técnico de nível médio e superior das instituições federais de ensino. Foi somente a partir do ano de 2016 que as pessoas com deficiência foram incluídas nas cotas.

Em 2018, a Lei nº 13.632/18 altera o artigo 58, parágrafo 3º, da Lei nº 9.394/96, para dispor sobre educação especial. Até o ano passado (referimos ao ano de 2017) era dever constitucional do Estado a oferta da educação especial às pessoas na faixa etária entre 0 a 6 anos, ou seja, apenas durante a educação infantil, hoje (referimos ao ano 2018) a educação especial tem início na educação infantil e estende-se ao longo da vida.