



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



Juliana Lazzarotto

**O ENSINO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA PARA FUTURAS(OS)  
PROFESSORAS(ES) DO CURSO NORMAL POR MEIO DE METODOLOGIAS  
ATIVAS DE ENSINO - APRENDIZAGEM**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul em parceria com a Sociedade Brasileira de Física, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Profa. Dra. Aline Cristiane Pan

Orientadora

Profa. Dra. Neila Seliane Pereira Witt

Coorientadora

Tramandaí

Novembro/2020

Juliana Lazzarotto

**O ENSINO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA PARA FUTURAS(OS)  
PROFESSORAS(ES) DO CURSO NORMAL POR MEIO DE METODOLOGIAS  
ATIVAS DE ENSINO-APRENDIZAGEM**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul em parceria com a Sociedade Brasileira de Física, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 30 de novembro de 2020 por:

Profa. Dra. Neila Seliane Pereira Witt – Presidente da Banca – MNPEF – UFRGS/CLN

Prof. Dr. Liane Ludwig Loder – MNPEF – UFRGS/CLN

Prof. Dr. Marcia Cristina Bernardes Barbosa – UFRGS

Prof. Dr. Aline Guerra Dytz – FURG

### CIP - Catalogação na Publicação

Lazzarotto, Juliana  
O ENSINO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA PARA FUTURAS(OS)  
PROFESSORAS(ES) DO CURSO NORMAL POR MEIO DE  
METODOLOGIAS ATIVAS DE ENSINO-APRENDIZAGEM / Juliana  
Lazzarotto. -- 2020.  
198 f.  
Orientadora: Aline Cristiane Pan.

Coorientadora: Neila Seliane Pereira Witt.

Dissertação (Mestrado Profissional) -- Universidade  
Federal do Rio Grande do Sul, Campus Litoral Norte,  
Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional  
Profissional em Ensino de Física, Tramandaí, BR-RS,  
2020.

1. Ensino de óptica geométrica. 2. Lentes  
biconvexas. 3. Curso Normal . 4. Metodologias ativas.  
I. Pan, Aline Cristiane, orient. II. Pereira Witt,  
Neila Seliane, coorient. III. Título.

Dedico esta dissertação aos estudantes,  
às professoras (es) e futuras (os)  
professoras (es) que se dedicam a  
compreender e ensinar Física.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente gostaria de agradecer minha grande amiga Léa Beatriz por estar presente na minha vida e participar de toda minha trajetória acadêmica, sempre me apoiando, inspirando e contribuindo com sua sabedoria.

Gostaria de agradecer as minhas professoras orientadoras Aline e Neila pelo apoio e dedicação no decorrer do desenvolvimento deste trabalho.

Um agradecimento especial a professora Neila, que sempre acreditou em mim, me motivou a seguir em frente e me acalmou nos momentos mais difíceis.

Aos professores, Ederson, Jorge e Liane meu agradecimento por participar da banca no exame de qualificação e por contribuíram com suas ideias e opiniões.

Ao professor Manuel que sempre acreditou no potencial de seus alunos e me apoiou em seguir com meus sonhos e realizar o Mestrado.

À minha família e aos meus amigos que sempre me apoiaram nos estudos e souberam compreender minha ausência neste período do Mestrado.

## RESUMO

O produto educacional dessa dissertação consiste em uma sequência de ensino e aprendizagem voltada ao ensino de óptica geométrica para turmas do Ensino Médio. A aplicação desse produto ocorreu no interior da Serra Gaúcha, com uma turma do primeiro ano do Ensino Médio - Curso Normal, composta apenas pelo público feminino, futuras professoras, apesar de o curso admitir alunos de ambos os sexos. Na proposta foram explorados conhecimentos sobre as lentes biconvexas e conceitos relacionados, como refração e reflexão a partir de uma abordagem investigativa e experimental. Amparando-se na teoria da aprendizagem significativa, adotou-se duas metodologias ativas de aprendizagem: aprendizagem baseada em problemas e aprendizagem por investigação e experimentação. Em função das dificuldades de se dispor nas escolas materiais experimentais e laboratórios, para a realização das atividades optou-se pelo uso da sala de aula, a utilização de recursos de baixo custo e materiais descartados. Dessa forma, buscou-se tornar possível a aplicação deste produto educacional em diferentes realidades escolares e em diferentes anos e cursos de Ensino Médio, regulares ou técnicos. As atividades foram utilizadas com o propósito de tornar o aluno um protagonista na construção de seu conhecimento, trouxeram bons resultados que foram observados nos indicadores de aprendizagem significativa das estudantes.

**Palavras-chave:** Ensino de Óptica Geométrica. Lentes Biconvexas. Curso Normal. Metodologias ativas.

## ABSTRACT

The educational product of this dissertation consists of a sequence of teaching and learning aimed at teaching geometric optics for high school classes. The application of this product occurred in the interior of the Serra Gaúcha, with a class of the first year of High School - Normal Course, composed only by the female public, future teachers, despite the course admits students of both sexes. The proposal explored knowledge about biconvex lenses and related concepts, such as refraction and reflection from an investigative and experimental approach. Based on the theory of meaningful learning, two active learning methodologies were adopted: problem-based learning and research and experimentation learning. Due to the difficulties in obtaining experimental materials and laboratories in schools, for the activities to be carried out, it was decided to use the classroom, use low-cost resources and discarded materials. Thus, was sought to make possible to apply this educational product in different school realities and in different years and high school courses, whether regular or technical. The activities were used with the purpose of making the student a protagonist in the construction of his knowledge, brought good results that were observed in the students' meaningful learning indications.

**Keywords:** Teaching of Geometric Optics. Biconvex lenses. Normal Course. Active methodologies.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Explicação de Huygens para o comportamento ondulatório da luz .....	18
Figura 2 – Representação do experimento de Young .....	20
Figura 3 – Distribuição da intensidade luminosa na tela de observação .....	21
Figura 4 – Espectro Eletromagnético .....	22
Figura 5 - Representação da Reflexão Especular .....	24
Figura 6 – Representação da Reflexão Difusa .....	25
Figura 7 – Demonstração da Lei da Reflexão em uma Reflexão Especular .....	26
Figura 8 - Representação da Refração e Reflexão do raio luminoso.....	27
Figura 9 – Diferentes formas de lentes.....	31
Figura 10 – Comportamento dos raios luminosos .....	32
Figura 11 - Características das lentes .....	33
Figura 12 - Diagrama dos Raios.....	34
Figura 13 – Formação da imagem: objeto entre foco e lente.....	35
Figura 14 – Questão 01: Uma das áreas da Física estuda os fenômenos relacionados a luz. Como é chamada esta área da Física? .....	68
Figura 15 - Questão 04: Na sua opinião, os raios luminosos podem se encontrar e interagir uns com os outros? .....	69
Figura 16 - Questão 05: Dê dois exemplos de fontes primárias de luz.....	70
Figura 17 - Questão 06: Dê dois exemplos de fontes secundárias de luz .....	71
Figura 18 - Realização do experimento Retas Diagonais ou Curvas?.....	74
Figura 19 - Realização do experimento Invisibilidade .....	76
Figura 20 - Pesquisa do experimento relacionado a refração realizada pelo Grupo A .....	79
Figura 21 - Pesquisa do experimento relacionado a refração realizada pelo Grupo C .....	80
Figura 22 - Pesquisa do experimento relacionado a refração realizada pelo Grupo B .....	81
Figura 23 - Pesquisa do experimento relacionado a refração realizada pelo Grupo E .....	82
Figura 24 – Pesquisa do experimento relacionado a refração realizada pelo Grupo D .....	83
Figura 25 - Reflexão regular obtida durante realização do experimento.....	87



Figura 26 - Reflexão difusa obtida durante realização do experimento .....	87
Figura 27 – Realização do experimento Reflexão nas esferas de Poliacrilamida .....	88
Figura 28 – Observações realizadas pelos alunos durante realização do experimento .....	91
Figura 29 – Observações realizadas pelos alunos durante realização do experimento .....	92
Figura 30 – Realização do experimento Observações nas esferas de Poliacrilamida .....	93
Figura 31 – Realização do experimento Observações nas esferas de Poliacrilamida .....	94
Figura 32 - Realização do experimento Microscópio Caseiro .....	95
Figura 33 – Pesquisa do experimento relacionado a reflexão realizada pelo Grupo A .....	98
Figura 34 – Pesquisa do experimento relacionado a reflexão realizada pelo Grupo B .....	99
Figura 35 - Pesquisa do experimento relacionado a reflexão realizada pelo Grupo E .....	100
Figura 36 – Pesquisa do experimento relacionado a reflexão realizada pelo Grupo C .....	101
Figura 37 - Pesquisa do experimento relacionado a reflexão realizada pelo Grupo D .....	102
Figura 38 – Pesquisa do experimento relacionado com lentes realizada pelo Grupo A .....	103
Figura 39 – Pesquisa do experimento relacionado com lentes realizada pelo Grupo C .....	104
Figura 40 - Pesquisa do experimento relacionado com lentes realizada pelo Grupo B .....	105
Figura 41 – Pesquisa do experimento relacionado a lentes realizada pelo Grupo D .....	105
Figura 42 – Pesquisa do experimento relacionado com lentes realizada pelo Grupo E .....	106
Figura 43 – Realização do experimento “Bebo água de coco” .....	107
Figura 44 – Observações realizadas durante desenvolvimento do experimento ....	108

Figura 45 – Apresentação do experimento "Um copo e três lentes" .....	111
Figura 46 – Apresentação experimento "Entortar a luz com água e açúcar" .....	112
Figura 47 – Apresentação do experimento – Grupo C .....	112
Figura 48 – Apresentação do experimento - Grupo D .....	113
Figura 49 – Apresentação do experimento - Grupo D .....	114
Figura 50 - Apresentação do experimento "Pente Reflexivo" .....	114
Figura 51 – Apresentação do experimento "Lente de aumento" .....	115
Figura 52 – Questão 01: Trabalhar com experimentos contribuiu para sua aprendizagem no assunto? .....	116
Figura 53 – Questão 2: Como você classificaria a qualidade do método utilizado em nossas aulas? .....	117
Figura 54 – Questão 03: Os fenômenos físicos estudados nesse período foram relevantes para sua vida? .....	117
Figura 55 – Questão 04: O material utilizado nas aulas é de fácil acesso? .....	118
Figura 56 – Questão 05: Vocês aplicariam estes experimentos com seus alunos? .....	119

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Índices de refração de diferentes meios .....	29
Tabela 2 - Índices de refração de alguns meios .....	145

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2</b>	<b>ÓPTICA</b> .....	17
<b>2.1</b>	<b>Óptica geométrica</b> .....	23
<b>2.2</b>	<b>Fenômenos da óptica geométrica</b> .....	24
2.2.1	Reflexão .....	24
2.2.1.1	Lei da reflexão.....	25
2.2.2	Refração.....	26
2.2.2.1	Índice de refração.....	28
2.2.2.2	Formação de imagens por refração.....	29
2.2.2.3	Lei da refração .....	30
2.2.2.4	Reflexão interna total.....	30
2.2.3	Lentes .....	31
2.2.4	Formação de imagem por lentes .....	33
2.2.5	Interferência .....	36
2.2.6	Difração .....	36
<b>3</b>	<b>APRENDIZAGEM ATIVA</b> .....	38
<b>3.1</b>	<b>Metodologias ativas de aprendizagem</b> .....	38
<b>3.2</b>	<b>Aprendizagem baseada em problemas</b> .....	40
<b>3.3</b>	<b>Aprendizagem por Investigação e Experimentação</b> .....	42
<b>3.4</b>	<b>Aprendizagem Significativa</b> .....	44
<b>3.5</b>	<b>Sequência de Ensino e Aprendizagem</b> .....	47
<b>4</b>	<b>MULHERES, ESTUDANTES, PROFESSORAS E CIENTISTAS</b> .....	49
<b>4.1</b>	<b>Mulheres nos espaços de produção de conhecimento</b> .....	49
<b>4.2</b>	<b>O predomínio das mulheres no Curso Normal e Magistério</b> .....	53
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	61
<b>5.1</b>	<b>Proposta do mestrado</b> .....	61
<b>5.2</b>	<b>Justificativas: temática e metodológica</b> .....	62
<b>5.3</b>	<b>Contextualização do espaço de aplicação do produto: uma turma de mulheres</b> .....	64
<b>5.4</b>	<b>Sequência de ensino e aprendizagem baseadas em metodologias ativas</b> .....	65

<b>6</b>	<b>ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>	<b>67</b>
<b>6.1</b>	<b>Descrição e análise das aulas .....</b>	<b>67</b>
6.1.1	Aula 01 .....	67
6.1.2	Aula 02 .....	77
6.1.3	Aula 03 .....	89
6.1.4	Aula 04 .....	97
6.1.5	Aula 05 .....	110
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>120</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>123</b>
	<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>130</b>
	<b>APÊNDICE B .....</b>	<b>131</b>
	<b>APÊNDICE C .....</b>	<b>132</b>
	<b>APÊNDICE D .....</b>	<b>133</b>
	<b>APÊNDICE E .....</b>	<b>134</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Hoje as aulas de Física em muitas escolas brasileiras ainda apresentam um modelo tradicional de ensino, no qual a aula é bastante centrada no professor permitindo pouca interação entre os estudantes. Neste modelo, o método utilizado pelo professor baseia-se no monólogo, na transmissão de seus conhecimentos e limita-se a abordagem dos livros da Física e aulas de laboratório praticamente não existem (MOREIRA, 2018). Muitos professores apresentam dificuldades em relacionar os conceitos físicos com as realidades vividas pelos estudantes, acarretando um possível distanciamento e desinteresse dos alunos pelos conhecimentos trabalhados na disciplina. Para obter resultados positivos no ensino de Física, considerou-se necessário repensar as práticas e, talvez, modificar os modos de ensinar e de aprender, buscando tornar as aulas mais atrativas aos alunos, aproximando as de seus conhecimentos e possibilitando uma aprendizagem significativa dos conteúdos.

Nesta perspectiva foram analisadas diferentes metodologias e atividades as quais se propõem a tornar o aluno um protagonista na construção de seu conhecimento, participando de maneira ativa nas atividades propostas durante as aulas (BACICH, MORAN, 2018; BERGMANN, SAMS, 2019; CAMARGO, DAROS, 2018). A principal ferramenta utilizada neste produto foi a atividade experimental, pois acredita-se que as atividades experimentais são enriquecedoras para o aluno, tornando as aulas mais interessantes e convidativas à participação. Além disso, acredita-se que seja indispensável a presença de atividades experimentais nas aulas de Física, na qual os alunos possam observar, inferir hipóteses, problematizar os resultados, dialogar, compartilhar conhecimentos com os colegas, manusear, experimentar e investigar diferentes situações do cotidiano (ARAÚJO, ABIB, 2003; CAPECCHI, 2019; CARVALHO, 2019; SERÉ *et al.*, 2003).

O produto educacional tem como objetivo o desenvolvimento de uma sequência de ensino e aprendizagem voltada ao estudo das lentes biconvexas e conceitos relacionados como refração e reflexão, utilizando recursos de baixo custo e uma abordagem investigativa e experimental, sendo possível a aplicação em diferentes realidades, com poucos recursos, em qualquer turma do Ensino Médio. A aplicação do produto educacional aconteceu em uma turma do Ensino Médio - Curso Normal,

importante destacar que este curso é voltado para estudantes interessados em se tornar professores nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental.

Leituras realizadas permitiram verificar que a formação do professor resulta das experiências que teve ao longo de sua vida, ou seja, se os futuros professores vivenciarem apenas aulas com o método tradicional de ensino, irão continuar a replicar este modelo quando estiverem atuando em sala de aula. A experiência segundo Larrosa (2002, p. 21) “é o que nos passa, o que nos acontece, o que nos toca. Não o que se passa, não o que acontece, ou o que toca”. Por isso, a escolha em aplicar o produto educacional no Curso Normal apresenta um objetivo mais amplo, proporcionar aos alunos, futuros professores, a oportunidade de vivenciar diferentes metodologias de ensino e aprendizagem, inspirando-os a adotar tais experiências metodológicas em suas futuras aulas. Além disso, como objetivo deste produto, destaca-se o fato de proporcionar aos alunos, diferentes metodologias e atividades com o propósito de tornar o aluno um protagonista na construção de seu conhecimento.

A partir daqui a dissertação segue com o capítulo dois, nele são descritos os conceitos físicos pertinentes no desenvolvimento do produto educacional, ou seja, as lentes biconvexas e conceitos relacionados como refração e reflexão. No capítulo seguinte são apresentadas compreensões sobre as teorias de aprendizagens que nortearam o desenvolvimento do produto educacional, são elas: a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e as metodologias ativas de aprendizagem. Na primeira seção são apresentados aspectos relacionados as metodologias ativas de aprendizagem, na sequência serão apresentadas as metodologias empregadas neste estudo a “aprendizagem baseada em problemas” e “aprendizagem por investigação e experimentação”. Na quarta seção intitulada “Aprendizagem Significativa” serão apresentados aspectos relevantes da teoria de Ausubel, e na última seção serão apresentados aspectos relacionados às sequências de ensino e aprendizagem.

Durante a aplicação da sequência de ensino e aprendizagem, questões como a predominância do público feminino no Curso Normal (ainda conhecido como Magistério) despertou a atenção, e mostrou a necessidade de leituras e estudos sobre o assunto. No capítulo quatro, portanto, são abordadas questões que trazem à tona a problemática da vida da mulher nos espaços de ensino e aprendizagem e, também, questões envolvidas na atribuição do nome de Curso Normal ao antigo Magistério. Na primeira seção intitulada “Mulheres nos espaços de produção de conhecimento” são

apresentados aspectos relacionados às mulheres estudantes, mães e cientistas. Na segunda seção intitulada “O predomínio das mulheres no Curso Normal e Magistério” são apresentados aspectos específicos relacionados às mulheres professoras.

No capítulo cinco é apresentada a metodologia desenvolvida para a aplicação do produto educacional. Na primeira seção está descrita a proposta do Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física. Na próxima seção é apresentada a escolha do tema trabalhado. Na terceira seção é realizada uma contextualização do espaço e da turma de aplicação do produto educacional. E por fim, a última seção descreve a sequência de ensino e aprendizagem desenvolvida.

Buscando dialogar com as teorias apresentadas no capítulo dois e três, no capítulo seis são apresentados os resultados da implementação do produto educacional, uma descrição e análise de cada aula, os resultados obtidos no questionário de identificação dos conhecimentos prévios, análise dos experimentos desenvolvidos, relato das apresentações realizadas pelos alunos no Show da Física e resultado do questionário final da avaliação dos estudantes com relação à proposta. No último capítulo deste trabalho são apresentadas as considerações finais sobre o desenvolvimento e aplicação do produto educacional.



## 2 ÓPTICA

Os estudos da propagação da luz são conhecidos desde a antiguidade, segundo Rocha *et al.* (2015). Demócrito (460-357 a.C.) acreditava que o feixe luminoso provinha dos objetos e penetrava nos olhos para formar a imagem, já Platão (428-348 a.C.) atribuía a sensação de visão ao encontro dos raios emanados dos olhos e raios emanados dos corpos luminosos. Assim, de acordo com Rocha *et al.* (2015), neste período prevalecia a crença de que a luz é formada por pequenas partículas (sólidos regulares), e assim apresentava característica corpuscular.

A teoria ondulatória da luz se faz presente desde a antiguidade com Aristóteles (384-322 a.C.) apud Rocha *et al.* (2015) no qual afirma que:

a luz decorria de uma atividade em determinado meio [...] da mesma forma que a voz humana põe em movimento o ar ambiente que agita algum elemento do ouvido, o objeto luminoso vibra, pondo em movimento um meio indefinido – a que ele chamou de diáfano – o qual, por sua vez, provocaria o movimento de humores que fariam parte da composição do olho (ROCHA *et al.*, 2015, p. 212).

O conflito das ideias com relação a natureza da luz segue até o século XVII, no qual segundo Rocha *et al.* (2015) confirma a concepção da luz como um feixe de partículas a partir dos trabalhos dos René Descartes, Pierre de Fermat, Isaac Newton e outros. Conforme Rocha *et al.* (2015) a partir da metade do século XVII foram descobertos novos fenômenos que não podiam ser explicados pela teoria corpuscular da luz, surge então os defensores da natureza ondulatória da luz: Christiaan Huygens, Thomas Young, Augustin Fresnel e outros.

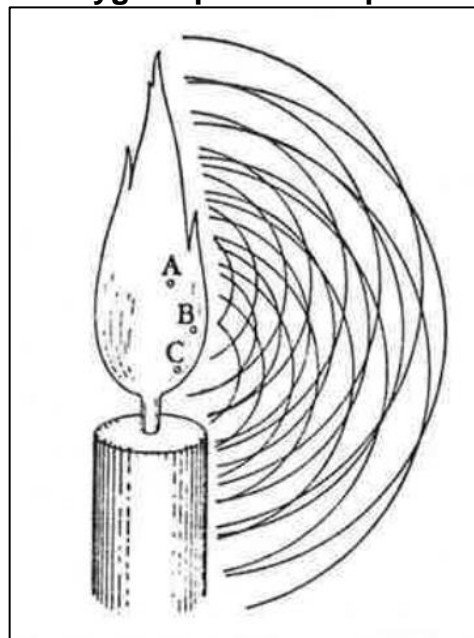
Christiaan Huygens (1690) publicou sua obra máxima intitulada *Tratado sobre a Luz*, originalmente publicada *Traité de la lumière* em francês. A obra dividida em seis capítulos, oferece uma discussão da natureza e das propriedades da luz, além de apresentar a ideia de que a luz se comporta como uma onda, fala sobre a reflexão e a refração.

Em um primeiro momento, Huygens analisa diferentes situações como a luz produzida pelo fogo e a relação da luz com a visão humana, com o objetivo de reforçar a ideia de que “não se pode duvidar que a luz consista no movimento de certa matéria” (HUYGENS, 1690, p. 05, tradução nossa). Em seguida, o autor faz relação do comportamento da luz com a propagação do som no ar, pois os dois apresentam

semelhanças no comportamento de propagação, segundo Huygens (1690, p. 06, tradução nossa) “não há dúvida de que a luz também não venha do corpo luminoso até nós por algum movimento impresso à matéria que está entre os dois - pois já vimos que isso não pode ocorrer pelo transporte de um corpo que passe de um até o outro”. O autor ainda se refere ao movimento impresso à matéria como sendo sucessivo e se espalha por superfícies e por ondas esféricas, assim como o som, entretanto ressalta que a velocidade da luz é maior que a velocidade do som.

Ao apresentar o comportamento ondulatório da luz, Huygens (1690) propõe uma explicação de que a produção da luz ocorre em cada pequeno lugar de um corpo luminoso, gerando ondas cujo centro é esse mesmo lugar. Os pontos A, B e C, na Figura 1, representam pontos de luz, e os círculos concêntricos representam as ondas provenientes de cada ponto, de acordo com Huygens (1690, p. 16, tradução nossa) “a força dessas ondas deve enfraquecer à medida que se afastam da sua origem”.

**Figura 1 – Explicação de Huygens para o comportamento ondulatório da luz**



Fonte: Huygens (1690).

A teoria ondulatória proposta por Huygens apesar de ser capaz de explicar vários fenômenos, durante praticamente todo o século XVIII a teoria corpuscular de Newton prevaleceu, principalmente em razão do maior prestígio de Newton no meio científico. Newton publicou dois artigos relacionado a óptica no ano de 1672, depois no ano de 1704, publicou sua obra intitulada *Opticks*. A obra é subdividida em 3 livros, no qual aborda aspectos como: os anéis de cores formados em películas finas, a

difração da luz, denominada por ele, inflexão” da luz, a natureza heterogênea dos raios luminosos e das cores dos objetos. O aspecto mais relevante da obra é que Newton (1704) defende a teoria corpuscular da luz.

O modelo ondulatório não recebeu aceitação imediata por diversas razões, de acordo com Nussenzveig (2013) e Serway e Jewett (2014) foi Thomas Young que apresentou a primeira demonstração clara e convincente da natureza ondulatória da luz em 1801. O trabalho intitulado *On the Theory of Light and Colours*, Young (1801) apoia as teorias já existentes que segundo ele, foram deixadas na obscuridade, apresentando evidências e fatos diversificados. Thomas Young se baseia nos escritos de Isaac Newton, para apresentar sua opinião com relação a teoria ondulatória da luz, de acordo com Young (1801, p. 47, tradução nossa) “os poucos fenômenos ópticos que permitem explicação pelo sistema corpuscular, são igualmente consistentes com esta teoria; aqueles muitos outros, que são conhecidos, mas nunca compreendidos, se tornam por estes meios perfeitamente inteligíveis”.

Young (1801) faz uma analogia entre a luz e o som defendendo a teoria ondulatória para a luz. O artigo ainda faz uma relação entre o uso das palavras ondulação e vibração, pois Young (1801) acredita que a palavra vibração está relacionada com um movimento que alternadamente para trás e para frente, já a ondulação é um movimento vibratório transmitido sucessivamente através de diferentes partes de um meio.

No ano de 1802 Young publicou outro trabalho em Londres, intitulado “*A Syllabus of a Course of Lectures on Natural and Experimental Philosophy*” dividido em quatro capítulos: mecânica, hidrodinâmica, física e elementos matemáticos. Com relação à natureza da luz, relata Young (1802, p. 114-115, tradução nossa):

a doutrina aristotélica, afirma que a luz é a transmissão de um impulso através de partículas sucessivas de um meio contínuo, foi apoiada com várias modificações, por Descartes, Hooke e Huygens. Newton tentou combinar ambas as teorias, mas, para explicar os fenômenos mais gerais, ele empregou o sistema de Empédocles da emanação de corpúsculos separados.

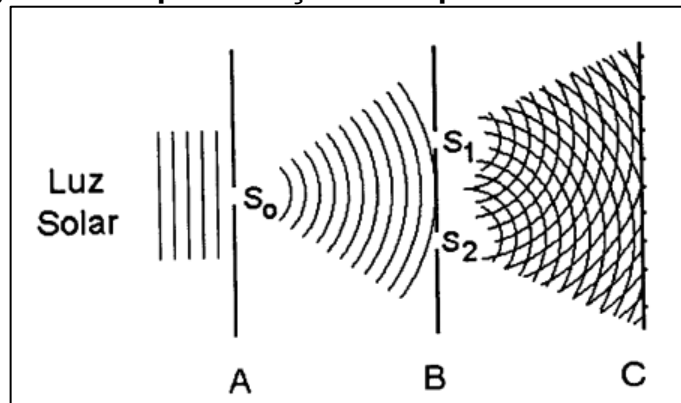
O autor faz uma análise temporal das teorias corpuscular e ondulatória da luz, apresentando os autores relevantes. Young (1802) aborda outros assuntos relevantes para este trabalho, como: os raios de luz, refração, difração, reflexão, reflexão total, natureza da luz, propagação e velocidade da luz, além de apresentar o termo

interferência de ondas. Os termos difração e interferência surgem novamente em 1803, em outra publicação intitulada “Experiments and Calculations relative to Physical Optics”, no qual Thomas Young relata:

Eu fiz um pequeno buraco no obturador da janela, e o cobri com um pedaço de papel grosso, o qual perfurei com uma agulha fina. Para maior conveniência de observação, coloquei um pequeno espelho sem o obturador da janela, em uma posição que refletisse a luz do sol, em uma direção quase horizontal, na parede oposta, gerando um cone de luz divergente passando sobre uma mesa, sobre a qual havia pequenos anteparos de papel cartão (YOUNG, 1803, p. 2, tradução nossa).

Uma representação do experimento de Thomas Young é apresentada na Figura 2. A luz solar dispersa-se por difração quando passa pelo furo (A), emergindo sobre um segundo anteparo (B) com dois orifícios que atuam como fontes puntiformes de ondas esféricas secundárias. A luz difratada nos orifícios ( $S_1$  e  $S_2$ ) e dispersa-se na região entre o anteparo (B) e a tela de observação (C). Nesta região entre os pontos B e C, as ondas se superpõem, interferindo-se construtiva ou destrutivamente.

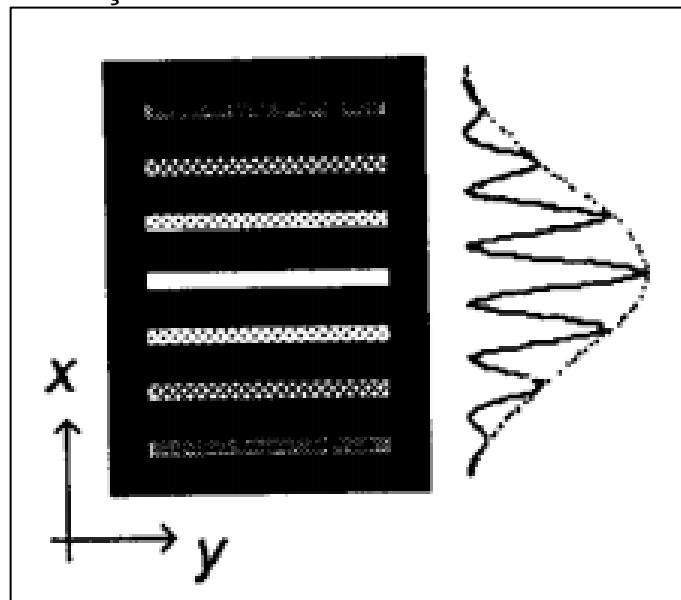
**Figura 2 – Representação do experimento de Young**



Fonte: Braun e Braun (1994).

Na tela de observação (C) pode-se visualizar o padrão de interferência da luz, caracterizado por uma imagem com intensidade luminosa variável onde se mesclam alternadamente zonas de maior intensidade com zonas de menor intensidade conforme Figura 3.

**Figura 3 – Distribuição da intensidade luminosa na tela de observação**



Fonte: Braun e Braun (1994).

Tendo como base os estudos realizados por Huygens e Young, Augustin Fresnel aprofundou os estudos na área da Óptica. Seus primeiros resultados foram apresentados por Arago na Academia Francesa de Ciências, no qual Fresnel (1816) relata com detalhes o fenômeno da difração sendo explicado através da teoria ondulatória da luz.

A teoria corpuscular da luz deixou de ser acreditada a partir dos estudos de Fresnel, pois ao contrário de Young, Fresnel (1819) explicou matematicamente uma série de experiências realizadas sobre difração da luz em obstáculos, extremidades finas de objetos e aberturas em anteparos.

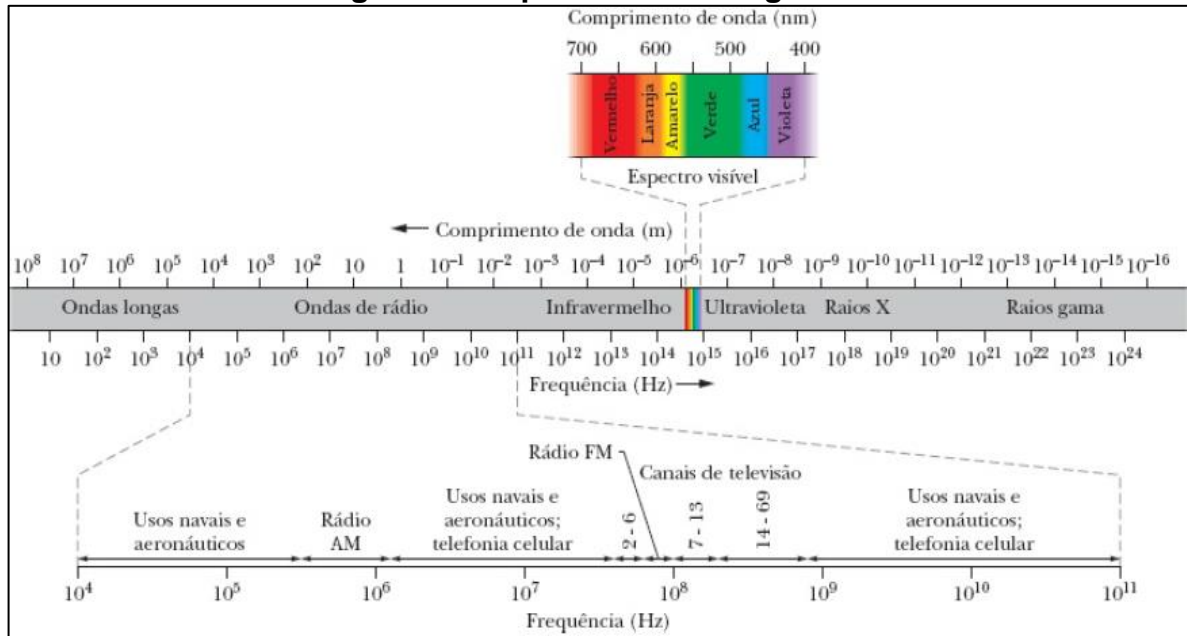
Apenas no final da década de 1820, de acordo com Worrall (1989), a teoria ondulatória da luz começou a ser aceita em países cientificamente mais avançados. Aos poucos, a teoria ondulatória da luz passou a predominar e foi sendo gradativamente aperfeiçoada, até a descoberta da existência das ondas eletromagnéticas por James Clerk Maxwell.

No final do século XIX constatou-se que “todas as ondas eletromagnéticas, incluindo a luz visível, se propagam no vácuo com a mesma velocidade”, essa velocidade<sup>1</sup> é simbolizada por (c) e equivale a 299.792.458 m/s (HALLIDAY;

<sup>1</sup> VELOCIDADE DA LUZ. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2020. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Velocidade\\_da\\_luz](https://pt.wikipedia.org/wiki/Velocidade_da_luz). Acesso em: 7 jul. 2020.

RESNICK; WALKER, 2014). O espectro eletromagnético<sup>2</sup> é a distribuição da intensidade da radiação eletromagnética com relação ao seu comprimento de onda ou frequência, conforme Figura 4. Estamos imersos neste espectro de ondas eletromagnéticas, conforme alguns exemplos: Sol, sinais de rádio, televisão e telefonia, micro-ondas, entre outros (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2014).

**Figura 4 – Espectro Eletromagnético**



Fonte: Halliday, Resnick e Walker (2014).

Maxwell (1873) publicou o livro “*A Treatise on Electricity and Magnetism*” no qual desenvolveu a teoria eletromagnética da luz, afirmando que “a luz consiste em ondulações transversais do mesmo meio que é causa dos fenômenos elétricos e magnéticos” (MAXWELL apud HEWITT 2011, p. 463). Ou seja, a luz consiste em uma oscilação de campos elétricos e magnéticos. Estes campos oscilantes regeneram um ou outro, formando uma onda eletromagnética. No vácuo, as ondas eletromagnéticas se propagam com a mesma rapidez e diferem entre si nas suas frequências (HEWITT, 2011).

Os estudos na área da óptica continuaram sendo desenvolvidos ao longo do tempo, até que a Física Quântica permitiu reconciliar a coexistência de aspectos corpusculares e ondulatórios da luz (NUSSENZVEIG, 2013). Louis De Broglie (1925)

<sup>2</sup> O ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO. In: Instituto de Física da UFRGS. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/oei/cgu/espec/intro.htm>. Acesso em: 20 ago. 2020.

relata que a luz apresenta uma natureza dual, pois apresenta características de onda e características de partícula, isto é, uma onda-partícula (JEWETT; SERWAY, 2012; ROCHA *et al.*, 2015).

## 2.1 Óptica geométrica

A óptica geométrica, compatível com a teoria corpuscular da luz, considera os fenômenos em que a luz se propaga em linha reta e seu conceito básico é o de raio luminoso. A definição de raio de luz segundo Newton (1704, p. 1, tradução nossa) é “a menor luz ou a menor parte de luz que pode ser detida isoladamente, sem o restante da luz, ou propagada sozinha, ou fazer ou sofrer qualquer coisa sozinha, que o restante da luz não faz ou não sofre”.

O raio luminoso para Knight (2009, p. 701) pode ser definido como “uma linha orientada ao longo da qual a energia luminosa se propaga” mostrando sua trajetória à medida que ela viaja pelo espaço (SERWAY; JEWETT, 2014). Para Nussenzveig (2013) um raio representa a trajetória de um corpúsculo de luz. Proveniente dos objetos, são emitidos em todas as direções e sentidos, para Knight (2009) eles existem independentemente de serem vistos. Todo objeto é uma fonte de raios luminosos, seja este objeto refletor ou emissor de luz. Knight (2009, p. 702) diz que “os raios se originam de todos os pontos de um objeto e se propagam externamente em todas as direções e sentidos”.

Segundo Knight (2009) um raio luminoso se propaga indefinidamente, a menos que interaja com a matéria e mude de sentido. Isto é, os raios luminosos se propagam em linhas retas e podem se cruzar sem serem afetados até encontrar a matéria. Quando se fala de um feixe luminoso estreito, como o feixe do laser ou uma lanterna, por exemplo, não é um único raio luminoso, mais sim, um conjunto de muitos raios luminosos paralelos uns aos outros. Segundo Knight (2009) representar todos os raios de um único objeto seria confuso, por isso, para facilitar é comumente utilizado o diagrama de raios no qual apresentar apenas alguns raios luminosos provenientes do objeto.

## 2.2 Fenômenos da óptica geométrica

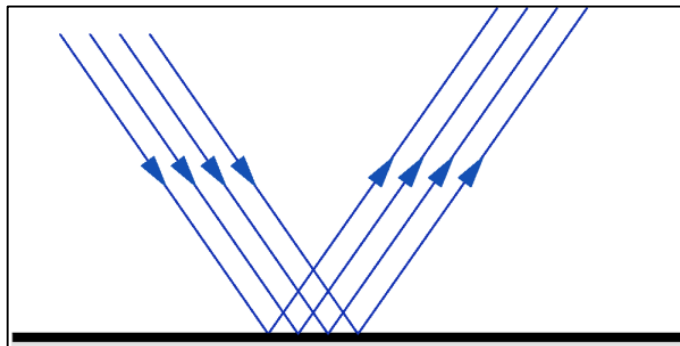
### 2.2.1 Reflexão

No meio ambiente existem muitos objetos, porém a maioria destes objetos não emitem luz própria visível<sup>3</sup>. Aos nossos olhos “são visíveis porque reemitem a luz que incide em suas superfícies, vinda de uma fonte primária, como o Sol ou uma lâmpada, ou de uma fonte secundária, tal como o céu iluminado” (HEWITT, 2011, p. 493). Em outras palavras, estes objetos são vistos por causa da luz que eles refletem (KNIGHT, 2009).

Este processo dos objetos reemitirem a luz é classificado como reflexão no qual “a luz é refletida quando ela retorna ao meio de onde veio” (HEWITT, 2011, p. 493). A reflexão da luz para Rocha *et al.* (2015, p. 214) é “um fenômeno caracterizado pela mudança de direção do feixe de luz ao encontrar uma superfície que delimita dois meios diferentes, sem que o feixe mude de meio”.

A reflexão da luz que ocorre em uma superfície polida, lisa e regular é classificada como reflexão especular da luz (JEWETT; SERWAY, 2012; KNIGHT, 2009; ROCHA, 2015). A Figura 5 apresenta o comportamento de um feixe de raios luminosos paralelos incidindo e refletindo em uma superfície lisa, os raios incidentes e refletidos pertencem a um plano que é perpendicular à superfície refletora (HEWITT, 2011; KNIGHT, 2009). Neste caso, “haverá um feixe unidirecional refletido” (ROCHA *et al.*, 2015, p. 214).

**Figura 5 - Representação da Reflexão Especular**



Fonte: <https://www.infoescola.com/wp-content/uploads/2013/09/Reflexao1.png>.

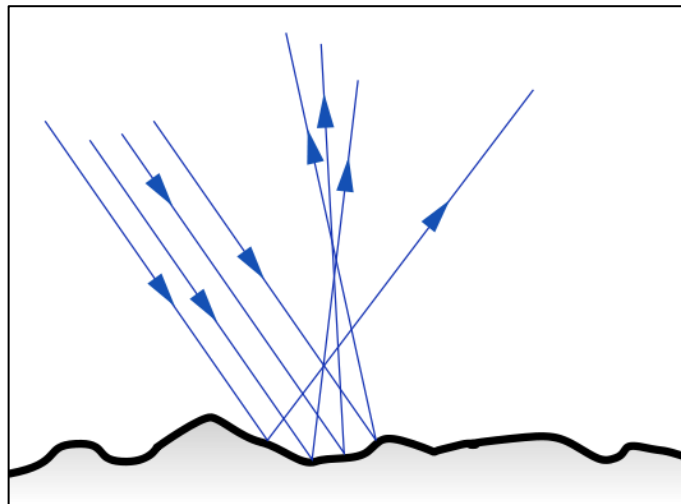
---

<sup>3</sup> A luz visível é definida como aquela radiação eletromagnética à qual o olho humano é sensível, e o espectro visível é associado, com base em um observador padrão, a uma faixa de comprimentos de onda compreendida entre 380nm e 740nm (SILVA, 2007, p. 25).



Além da reflexão especular existe a reflexão difusa (KNIGHT, 2009; HEWITT, 2011; JEWETT; SERWAY, 2012) conforme observado na Figura 6, a reflexão difusa da luz ocorre em superfícies irregulares, onde as leis da reflexão são válidas (KNIGHT, 2009; ROCHA *et al.*, 2015). Neste tipo de reflexão, a luz “é refletida em muitas direções diferentes” (HEWITT, 2011, p. 496).

**Figura 6 – Representação da Reflexão Difusa**



Fonte: <https://www.infoescola.com/wp-content/uploads/2013/09/reflexao-difusa.png>.

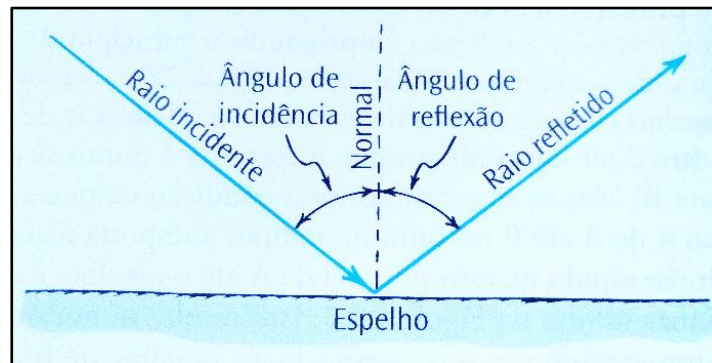
### 2.2.1.1 Lei da reflexão

Desde a antiguidade os filósofos já se preocupavam com as propriedades refletoras das superfícies espelhadas, de acordo com Rocha *et al.* (2015):

Euclides de Alexandria (323 – 285 a. C.) foi capaz de apresentar a Lei de Reflexão da Luz: o ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão. Esta lei só viria a ser completada mais de mil anos depois, por volta de 1038 d. C., pelo físico e matemático iraquiano Abu-Ali Al Hasan Ibn Al Haythan (Al-Hazen), ao enfatizar que o raio incidente, o raio refletido e a normal estão no mesmo plano (ROCHA *et al.*, 2015, p. 215).

A lei da reflexão é válida para reflexão especular e reflexão difusa, entretanto, como as superfícies são diferentes, obtém-se resultados diferentes. A lei da reflexão enuncia que “o raio incidente e o raio refletido estão no mesmo plano normal à superfície” e “o ângulo de reflexão é igual ao ângulo de incidência” (KNIGHT, 2009, p. 703). A Figura 7 representa o enunciado da lei da reflexão em uma superfície polida.

**Figura 7 – Demonstração da Lei da Reflexão em uma Reflexão Especular**



Fonte: Hewitt (2011).

Com relação a Figura 7, é possível observar que em vez de medir os ângulos dos raios incidentes e refletidos com relação à superfície refletora, são medidos com relação a normal. A normal é uma reta imaginária perpendicular à superfície; o ângulo de incidência ( $\theta_i$ ) é o ângulo situado entre o raio incidido e a normal; o ângulo de reflexão ( $\theta_r$ ) é o ângulo formado entre o raio refletido e a normal. Conforme afirma Newton (1704, p. 4, tradução nossa) “o ângulo de reflexão é igual ao ângulo de incidência”, logo (Equação (1)):

$$\theta_i = \theta_r \quad (1)$$

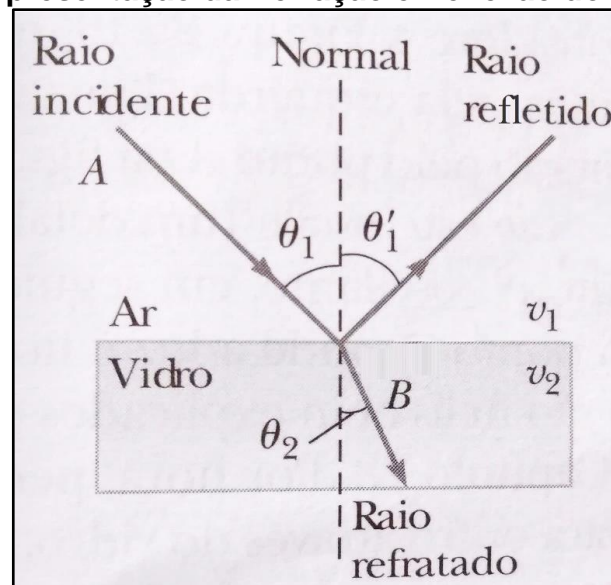
A lei da reflexão é conhecida desde a Grécia Antiga (NUSSENZVEIG, 2013, p. 7) e diz que “o raio refletido pertence ao plano de incidência, e o ângulo de reflexão é igual ao de incidência”. Mesmo sendo apresentada com outras palavras, os autores (HEWITT, 2011; KNIGHT, 2009; NUSSENZVEIG, 2013) tem ideias muito próximas para esta definição.

### 2.2.2 Refração

A refração da luz era pouco conhecida pelos antigos, segundo Rocha *et al.* (2015) Cleomedes (século I a.C.) foi o primeiro a estudar seriamente o fenômeno, e em seguida Cláudio Ptolomeu (85 – 165 d.C.) ampliou os estudos apresentando conceitos e cálculos mais precisos, Al-Hazen (1038 d.C.) corrige algumas deduções de Ptolomeu. E tempo depois, Thomas Hariot, Willebrord Snell e René Descartes obtiveram a lei da refração de maneira independente.

Quando um raio luminoso se propaga por um meio<sup>4</sup> e encontra o limite que leva a outro meio, duas coisas acontecem, parte da luz é refletida na interface, obedecendo à lei da reflexão e outra parte da luz é transmitida no segundo material, com sua direção um pouco alterada (KNIGHT, 2009). Segundo, Newton (1704, p. 4, tradução nossa) “os ângulos de reflexão e refração, estão no mesmo plano com o ângulo de incidência”. Conforme apresentado na Figura 8.

**Figura 8 - Representação da Refração e Reflexão do raio luminoso**



Fonte: Serway e Jewett (2014)

Segundo Rocha *et al.* (2015) o termo refratar tem sua origem do latim, *refractu*, e significa quebrado. Refração é definida como a “transmissão da luz de um meio para o outro, mas com uma alteração de direção” (Knight, 2009, p. 706), segundo Hewitt (2011) diz que quando a luz atravessa de um meio para outro, a luz sofre um desvio e este processo é chamado de refração. Outra definição para refração é “a passagem da luz por uma superfície (ou interface) que separa dois meios diferentes” (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2014, p. 17).

Para qualquer raio incidente, exceto se for perpendicular à superfície, ocorre uma alteração de direção do raio luminoso na superfície. Isso acontece “na interface entre os dois, há uma descontinuidade das propriedades materiais” (NUSSENZVEIG, 2013, p. 6). Por conseguinte, quando altera o meio, também altera a velocidade da luz no meio.

<sup>4</sup> Meio é “um material transparente através do qual a luz se propaga” (KNIGHT, 2009, p. 706).

O ângulo de refração representada por  $\theta_2$  na Figura 8 varia segundo as propriedades dos dois meios e o ângulo de incidência, segundo Serway e Jewett (2014) essa relação é apresentada na Equação (2), onde  $\theta_1$  e  $\theta_2$  são respectivamente, o ângulo de incidência e o ângulo de refração,  $v_1$  e  $v_2$  a velocidade da luz no meio 1 e 2, respectivamente.

$$\frac{\text{sen } \theta_2}{\text{sen } \theta_1} = \frac{v_2}{v_1} \quad (2)$$

A luz que passa de um meio ao outro é refratada pois sua velocidade é diferente nos dois meios. Em meios como o vácuo, a luz se propaga com velocidade ( $c$ ) máxima igual a  $3,0 \times 10^8$  m/s (SERWAY; JEWETT, 2014).

#### 2.2.2.1 Índice de refração

A propagação da luz em um meio transparente, sempre terá uma velocidade inferior da velocidade da luz no vácuo (KNIGHT, 2009; JEWETT; SERWAY, 2012). A “luz se propaga em materiais diferentes com diferentes valores de rapidez” (HEWITT, 2011, p. 497).

Quem conseguiu explicar o desvio da luz segundo Rocha *et al.* (2015), foi Christiaan Huygens (1678) no qual afirma que “índice de refração de qualquer meio é determinado pela velocidade com que a luz o atravessa, sendo que essa velocidade é alterada na passagem da luz de um meio para outro” (ROCHA *et al.*, 2015, p. 219). O índice de refração é um número adimensional, representado pelo símbolo ( $n$ ) e apresentado (HEWITT, 2011; JEWETT; SERWAY, 2012) segundo a Equação (3), na qual ( $c$ ) é a velocidade da luz no vácuo e ( $v$ ) a velocidade da luz no meio.

$$n = \frac{c}{v} \quad (3)$$

O índice de refração no vácuo corresponde ao valor um, no ar o índice é ligeiramente maior que um (KNIGHT, 2009; JEWETT; SERWAY, 2012, HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2014), porém na prática quase sempre, se supõe valor um para o ar também. Outros valores do índice de refração em diferentes meios são apresentados conforme Tabela 1.

**Tabela 1 - Índices de refração de diferentes meios**

<b>Meio</b>	<b>Índice</b>
Vácuo	1,00 (exatamente)
Ar (CNTP)	1,00029
Água (20°C)	1,33
Acetona	1,36
Álcool etílico	1,36
Solução de açúcar (30%)	1,38
Quartzo fundido	1,46
Solução de açúcar (80%)	1,49
Vidro de baixa dispersão	1,52
Cloreto de Sódio	1,54
Poliestireno	1,55
Dissulfeto de carbono	1,63
Vidro de alta dispersão	1,65
Safira	1,77
Vidro de altíssima dispersão	1,89
Diamante	2,42

Fonte: Halliday, Resnick e Walker (2014).

É importante salientar que não existem meios com um índice de refração menor que um (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2014). Esse fato torna-se verídico a partir da análise da Equação (3), pois em qualquer situação a velocidade da luz em um determinado meio nunca ultrapassa o valor da velocidade da luz no vácuo.

#### 2.2.2.2 Formação de imagens por refração

Segundo Knight (2009) a visão humana funciona de maneira que recebe os raios refletidos dos objetos, entram pela pupila do olho e é focado sobre a retina. A imagem é formada dentro do globo ocular invertida, além do nosso cérebro conseguir inverter a imagem ele ajusta a lente do olho para atingir um bom foco, enxergando o objeto a uma certa distância. Repetindo a mesma situação anterior, porém colocando o objeto imerso em uma piscina, os raios luminosos saem deste mesmo objeto e chegam diferente aos nossos olhos, pois os raios luminosos sofrem refração na interface dos meios, neste caso, da água com o ar.

Os raios luminosos refratados de uma região com índice de refração maior para outra região com índice de refração menor, mudam sua trajetória afastando-se da

normal. Devido a “refração da luz na interface, o objeto parece mais próximo do que realmente está” (KNIGHT, 2009, p. 712).

O índice de refração de cada meio é importante, pois isso faz com que o raio refratado se comporta de maneira diferente. Quando um raio luminoso é transmitido para um meio com índice de refração maior, o raio refratado “se desvia aproximando-se da normal” (KNIGHT, 2009, p. 708). E quando um raio luminoso é transmitido para um meio com índice de refração menor, o raio refratado “se desvia afastando-se da normal” (KNIGHT, 2009, p. 708).

### 2.2.2.3 Lei da refração

A lei da refração também é conhecida como Lei de Snell para Refração, conforme relatam os autores (KNIGHT, 2009; JEWETT; SERWAY, 2012; NUSSENZVEIG, 2013), devido ao seu criador o cientista Willebrord Snell (1591-1626). A lei da refração é apresentada por Knight (2009) conforme a Equação (4):

$$n_1 \text{ sen } \theta_1 = n_2 \text{ sen } \theta_2 \quad (4)$$

A descrição desta lei é apresentada por Knight (2009, p. 707) como “se o raio é refratado entre o meio 1 e o meio 2, cujos índices de refração são, respectivamente,  $n_1$  e  $n_2$ , os ângulos  $\theta_1$  e  $\theta_2$  dos dois raios nos dois meios se relacionam”.

### 2.2.2.4 Reflexão interna total

Em determinados casos pode ocorrer um efeito chamado reflexão interna total no qual ocorre “quando a luz se propaga de um meio com alto índice de refração para outro com menor índice de refração” (SERWAY; JEWETT, 2014, p. 47). Neste caso os raios refratados são afastados da normal, devido ao índice de refração do meio 1 ser maior que o índice de refração do meio 2. De acordo com Rocha *et al.* (2015) o fenômeno da reflexão total foi descoberto por Johannes Kepler em 1611.

Para determinado ângulo de incidência (SERWAY; JEWETT, 2014), chamado de ângulo crítico ( $\theta_c$ ), o raio de luz refratado propaga-se paralelamente ao limite, formando um ângulo de refração igual a  $90^\circ$ . Para ângulos superiores ao ângulo

crítico, nenhum raio é refratado, e o raio incidente é totalmente refletido no limite. O ângulo crítico ( $\theta_c$ ) pode ser encontrado através da Lei de Snell conforme Equação (5).

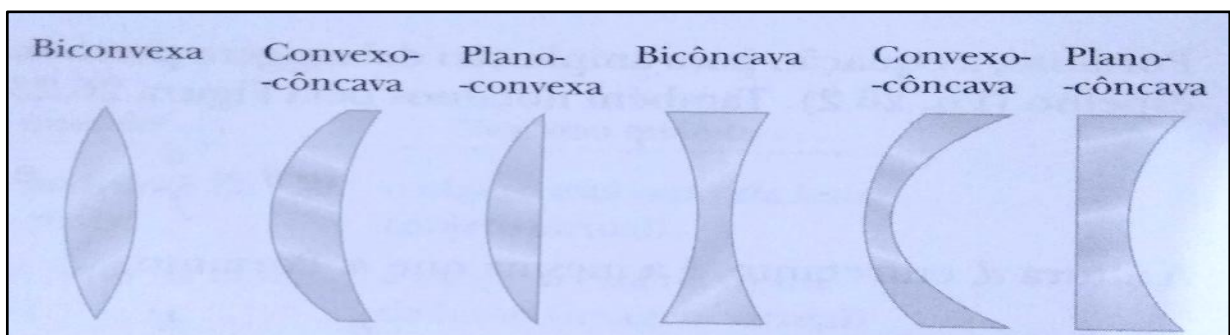
$$\text{sen } \theta_c = \frac{n_2}{n_1} \quad (5)$$

### 2.2.3 Lentes

A definição de lente é: “um material transparente que usa a refração em superfícies curvas para formar uma imagem a partir de raios luminosos divergentes” (KNIGHT, 2009, p. 716). Outra definição é: “um corpo transparente limitado por duas superfícies refratoras com um eixo central comum” (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2014, p. 48). Halliday, Resnick e Walker (2014) descrevem o comportamento da luz passando pela lente, de modo que, ao entrar na lente a luz é refratada, depois atravessa a lente e é refrata novamente ao sair da lente. A “luz que passa através de uma lente experimenta a refração em duas superfícies” (JEWETT; SERWAY, 2012, p. 45).

A refração pode mudar a direção dos raios luminosos e isso nos permite classificar as lentes em dois tipos, lentes convergentes e lentes divergentes: “uma lente convergente é mais grossa no centro do que nas bordas. Uma lente divergente é mais grossa nas bordas do que no centro” (KNIGHT, 2009, p. 716). Hewitt (2011) apresenta opinião semelhante e relata que lentes convergentes são mais largas no meio e mais fina nas bordas, e as lentes divergentes têm a parte central da lente mais estreita do que as bordas e faz a luz divergir. A Figura 9 apresenta diferentes formatos de lentes, tanto convergentes quanto divergentes, bem como sua nomenclatura.

**Figura 9 – Diferentes formas de lentes**

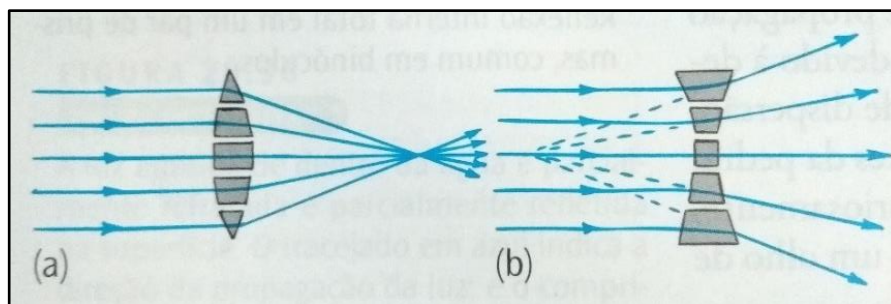


Fonte: Serway e Jewett (2014).

O formato das lentes tem influência no comportamento dos raios luminosos, “o desvio máximo dos raios ocorre nos prismas mais externos, pois eles têm os maiores ângulos entre as duas superfícies refratoras. No meio da lente, não ocorre qualquer refração, pois nessa região, as faces do vidro são paralelas entre si” (HEWITT, 2011, p. 506).

A Figura 10 apresenta dois tipos de lentes, no lado esquerdo (a) uma lente convergente e no lado direito (b) uma lente divergente. De acordo com Jewett e Serway (2012) este formato de lente convergente é chamado de biconvexa e o formato da lente divergente é chamado de bicôncava.

**Figura 10 – Comportamento dos raios luminosos**

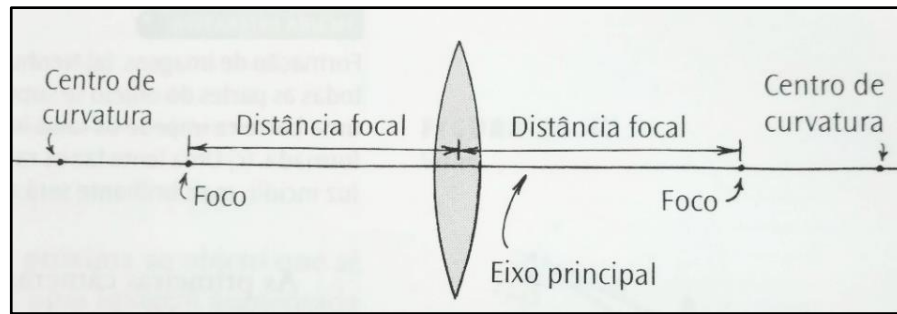


Legenda: (a) uma lente convergente. (b) uma lente divergente.  
Fonte: Hewitt (2011).

As lentes têm suas próprias características, conforme observado na Figura 11, existe o centro de curvatura, eixo principal, ponto focal, plano focal e distância focal. Segundo os autores (KNIGHT, 2009; HEWITT, 2011; SERWAY; JEWETT, 2014) o eixo principal é uma linha que passa pelos centros de curvaturas de suas duas superfícies. No foco ou também chamado de ponto focal são os pontos para o qual converge um feixe de raios luminosos paralelos ao eixo principal, devido a lente possuir duas superfícies possui dois pontos focais. O plano focal é o conjunto de todos os possíveis pontos de convergência. A distância focal é a distância entre o centro da lente e qualquer dos focos. Em outras palavras, a distância focal descrita é “a distância, em relação à lente, do ponto para o qual os raios paralelos ao eixo óptico convergem ou do qual eles divergem” (KNIGHT, 2009, p. 715).



**Figura 11 - Características das lentes**



Fonte: Hewitt (2011).

#### 2.2.4 Formação de imagem por lentes

A formação da imagem por lentes de acordo com Knight (2009) ocorre a partir do traçado dos raios. Uma lente pode produzir uma imagem de um objeto “porque é capaz de desviar os raios luminosos, mas só é capaz de desviar os raios luminosos se tiver um índice de refração diferente do índice de refração do meio” (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2014, p. 48).

Lentes convergentes podem formar imagens reais ou virtuais, de acordo com Halliday, Resnick e Walker (2014), essa imagem depende da posição que o objeto se encontra em relação ao ponto focal da lente. Para Serway e Jewett (2014) lentes divergentes produzem uma imagem virtual e direita independente das possíveis posições do objeto. Os autores ainda descrevem que as imagens virtuais produzidas por lentes localizam-se no mesmo lado do objeto, e as imagens reais localizam-se no sentido oposto do objeto. A “maneira quantitativa de relacionar distâncias de objetos e de imagens é dada pela equação das lentes delgadas” (HEWITT, 2011, p. 507), observe na Equação (6), no qual  $d_o$  representa a distância do objeto até a lente,  $d_i$  a distância da imagem até a lente e  $f$  a distância focal da lente.

$$\frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i} = \frac{1}{f} \quad (6)$$

Para obter o valor da distância focal, Serway e Jewett (2014), aplica-se a equação dos fabricantes de lentes, conforme Equação (7), no qual  $n$  representa o índice de refração do material,  $R_1$  e  $R_2$  os raios de curvaturas da superfície frontal e superfície traseira da lente.

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \quad (7)$$

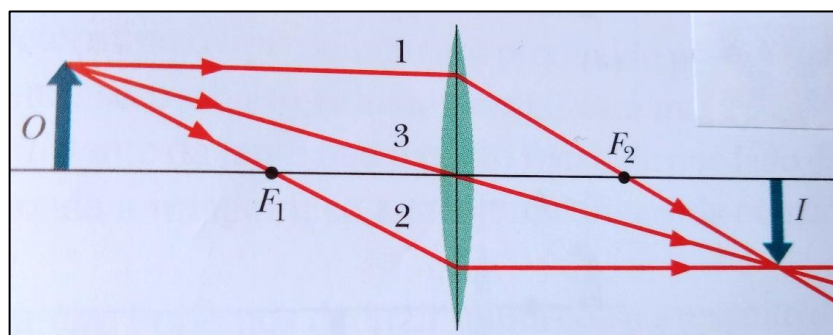
Para localizar imagens produzidas por lentes também é utilizado o método do diagrama de raios, os autores (JEWETT; SERWAY, 2012; HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2014) afirmam que, desenhando o diagrama de raios, é possível localizar graficamente a imagem de qualquer ponto do objeto fora do eixo principal.

No caso das lentes convergentes, Jewett e Serway (2012) sugerem que os raios sejam traçados a partir do topo do objeto. O traçado dos raios de acordo com Halliday, Resnick e Walker (2014) deve ser realizado da seguinte forma:

- a) Raio 1 – raio paralelo ao eixo principal, refrata e passa pelo ponto focal;
- b) Raio 2 – raio passando pelo ponto focal, refrata e se torna paralelo ao eixo principal;
- c) Raio 3 – raio que passa pelo centro da lente não muda de direção devido as duas superfícies serem praticamente paralelas.

Estes raios 1, 2 e 3 podem ser observados na Figura 12. O ponto de intersecção dos raios determina o ponto de localização da imagem. Para determinar a imagem completa do objeto, Halliday, Resnick e Walker (2014) sugerem definir dois ou mais pontos de imagem. De acordo com a Figura 12, o objeto é representado pelo símbolo O, a imagem por I e os pontos focais por  $F_1$  e  $F_2$ .

**Figura 12 - Diagrama dos Raios**



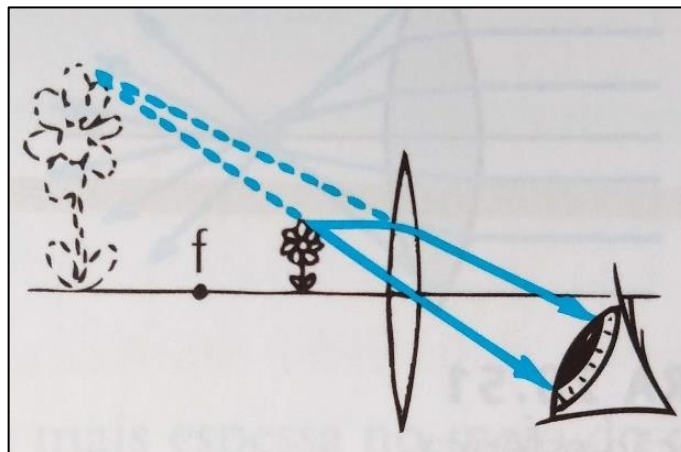
Fonte: Halliday, Resnick e Walker (2014).

Conforme a Figura 12, é possível observar que o objeto se encontra além do foco da lente, “quando um objeto está se afastando demais, além do foco de uma lente convergente, forma-se uma imagem real dele, ao invés de uma imagem virtual”

(HEWITT, 2011, p. 509). Ou seja, a imagem é real, invertida e está localizada na parte de trás da lente.

As lentes convergentes têm várias utilidades, como o microscópio óptico que nos permitem visualizar as células, por exemplo, e as lentes de aumento, isso porque o “nosso olho não consegue focar um objeto tão próximo” (HEWITT, 2011, p. 508). Logo, a lente de aumento é colocada próxima ao objeto que se quer examinar, e a imagem deste objeto fica mais nítida. Isso ocorre “porque uma lente convergente fornece uma imagem aumentada e direita apenas quando o objeto se encontra entre o foco e a lente” (HEWITT, 2011, p. 509). Chamada de imagem virtual, os raios luminosos que chegam no olho comportam-se como se viessem da posição onde está a imagem, conforme Figura 13.

**Figura 13 – Formação da imagem: objeto entre foco e lente**



Fonte: Hewitt (2011).

O diagrama dos raios para lentes divergentes, de acordo com Serway e Jewett (2014), deve ser realizado da seguinte forma:

- a) Raio 1 – raio desenhado paralelo ao eixo principal, refrata na lente e emerge para longe do ponto focal no lado frontal;
- b) Raio 2 – raio passando em direção ao ponto focal na parte de trás da lente, refrata emergindo paralelamente ao eixo principal;
- c) Raio 3 – raio que passa pelo centro da lente não muda de direção devido as duas superfícies serem praticamente paralelas.

De acordo com Serway e Jewett (2014) lentes divergentes produzem uma imagem virtual e direita para todas as posições possíveis do objeto. Hewitt (2011, p. 509) complementa dizendo que “não faz diferença a proximidade ou o afastamento do

objeto. Usada isoladamente, uma lente divergente fornece uma imagem que é sempre virtual, direita e menor do que o objeto”.

### 2.2.5 Interferência

A óptica geométrica não é capaz de descrever a interferência, pois é um fenômeno tipicamente ondulatório, no qual aborda a natureza de onda da luz, Serway e Jewett (2014) afirmam que a interferência aborda a óptica ondulatória.

O fenômeno da interferência segundo Rocha *et al.* (2015, p. 228) foi observado pelo inglês Robert Hooke e consiste na “interação entre duas ou mais ondas de luz com a geração de um efeito luminoso que difere da simples soma dos efeitos de cada onda em separado”. Para criar interferências são necessárias duas fontes produzindo duas ondas de comprimento de onda idêntico e “para produzir um padrão de interferência estável, entretanto, as ondas individuais devem manter uma relação de fase constante entre elas, devendo ser coerentes” (SERWAY; JEWETT, 2014, p. 93).

Alguns exemplos produzidos por interferências de acordo com Rocha *et al.* (2015) são as cores da película de sabão e das manchas de óleo sobre o asfalto. Serway e Jewett (2014) afirmam que em fontes de luz comum ocorrem mudanças em curtos intervalos de tempos, logo o olho humano não observa nenhum efeito de interferência.

As ondas podem se agrupar construtiva ou destrutivamente, a diferença entre elas está relacionada com a amplitude da onda resultante. Segundo Serway e Jewett (2014) na interferência construtiva a amplitude da onda resultante é maior que a das ondas individuais (para a totalmente construtiva as amplitudes são somadas), e na interferência destrutiva, a amplitude da onda resultante é menor que a amplitude das ondas individuais (podendo ter uma amplitude nula para uma interferência totalmente destrutiva).

### 2.2.6 Difração

A difração ocorre segundo Serway e Jewett (2014) quando as ondas passam através de pequenas aberturas, ao redor de obstáculos, ou também, por bordas afiadas. Em outras palavras, o fenômeno da difração é observado quando uma onda atravessa uma abertura de dimensões comparáveis ao comprimento de onda,

contornando, e a parte da onda que passou pela abertura se alarga (HALLIDAY, RESNICK e WALKER, 2014). De acordo com Knight (2009) são exemplos de difração: uma onda que se propaga atravessando um orifício em uma barreira e a luz após passar por uma fenda muito estreita.

Os autores ainda apresentam os padrões de difração que “consiste numa banda central ampla e intensa (chamada máximo central), acompanhada por uma série de bandas adicionais mais estreitas e menos intensas (chamadas máximos) e uma série de bandas escuras (ou mínimos)” (SERWAY; JEWETT, 2014, p. 101). Tais padrões de difração ocorrem devido aos fenômenos da difração e interferência, pois as ondas encontram um obstáculo ou uma fenda de dimensões comparáveis com o comprimento de onda, difratam, se espalham e sofrem interferência formando os máximos ou mínimos (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2014). Assim como a interferência, o fenômeno da difração não pode ser explicado pela ótica geométrica.

### **3 APRENDIZAGEM ATIVA**

Neste capítulo serão apresentadas compreensões sobre as teorias de aprendizagens que nortearam o desenvolvimento do produto educacional, são elas: a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e as metodologias ativas de aprendizagem. Na primeira seção serão apresentados aspectos relacionados às metodologias ativas de aprendizagem, na sequência serão apresentadas as metodologias empregadas neste estudo a “aprendizagem baseada em problemas” e “aprendizagem por investigação e experimentação”. Na quarta seção intitulada “Aprendizagem Significativa” serão apresentados aspectos relevantes da teoria de Ausubel, e na última seção serão apresentados aspectos relacionados às sequências de ensino e aprendizagem.

#### **3.1 Metodologias ativas de aprendizagem**

O sistema educacional durante muitos anos adotou uma metodologia em que a disposição dos alunos no espaço da sala de aula previa que os alunos deveriam sentar-se em classes enfileiras, uma atrás da outra, e passar horas ouvindo o professor explicar o conteúdo com eloquência. Entretanto, segundo Bergmann e Sams (2019), este método de comunicação com os alunos, nem sempre é um método eficaz.

Nas últimas décadas, de acordo com Barbosa e Moura (2013, p. 50) “o perfil do aluno mudou muito” e salientam a necessidade de mudanças na metodologia de ensino para que façam alguma diferença na aprendizagem dos jovens. Estudiosos como Morán (2015) também reforça a necessidade de mudanças, sugerindo que o método de aula expositiva seja transformado em aulas com uma metodologia ativa de aprendizagem.

A aprendizagem ativa é uma estratégia de ensino muito eficaz, segundo Barbosa e Moura (2013) principalmente quando comparada com os métodos de ensino tradicionais. Uma metodologia ativa de aprendizagem diverge do método de ensino tradicional, pois nesta metodologia o foco é “aluno ativo e não passivo, envolvimento profundo e não burocrático, professor orientador e não transmissor” (MORÁN, 2015, p. 22). As metodologias ativas de aprendizagem proporcionam:

desenvolvimento efetivo de competências para a vida profissional e pessoal; visão transdisciplinar do conhecimento; visão empreendedora; o protagonismo do aluno, colocando-o como sujeito da aprendizagem; a geração de ideias e de conhecimento e a reflexão, em vez de memorização e reprodução de conhecimento (CAMARGO; DAROS, 2018, p. 16).

Na metodologia ativa de aprendizagem a aula não gira mais em torno do professor e sim em torno dos alunos, conforme afirma Freeman *et al.* (2014 apud STUDART, 2019, p. 4) “a aprendizagem ativa envolve os alunos no processo de aprendizagem por meio de atividades e/ou discussão em sala de aula, em vez de ouvir passivamente um especialista.

O professor passa a ser um orientador de aprendizagem, desempenhando o papel de “amparar os alunos, não o de transmitir informações” (BERGMANN; SAMS, 2019, p. 14). Os autores, Bergmann e Sams (2019), afirmam que as tarefas do professor devem estar relacionadas a conversar com os alunos, responder perguntas, trabalhar com pequenos grupos sempre orientando individualmente a aprendizagem de cada aluno.

Segundo Camargo e Daros (2018), nesta nova metodologia as atividades proporcionam que o aluno seja o protagonista, participando em atividades interativas com outros alunos, aprendendo e se desenvolvendo de modo colaborativo. A aprendizagem ativa ocorre quando o aluno interage com o conteúdo, de forma que o aluno esteja “ouvindo, falando, perguntando, discutindo, fazendo e ensinando – sendo estimulado a construir o conhecimento ao invés de recebê-lo de forma passiva do professor” (BARBOSA; MOURA, 2013, p. 55).

Autores como Bacich e Moran (2018) consideram útil que dentro da aprendizagem ativa ocorra uma diversificação de técnicas adaptando e equilibrando as atividades entre o individual e o coletivo. Para envolver ativamente os alunos no processo de aprendizagem, Barbosa e Moura (2013, p. 55) sugerem que “o aluno deve ler, escrever, perguntar, discutir ou estar ocupado em resolver problemas e desenvolver projetos. Além disso, o aluno deve realizar tarefas mentais de alto nível, como análise, síntese e avaliação.”

Sabendo que são possíveis inúmeras combinações de técnicas, os autores (BACICH; MORAN, 2018, p. 13) sugerem que “vamos experimentando de forma dinâmica e constante, reavaliando-as e reinventando-as de acordo com a conveniência para obter os resultados desejados”. Sempre tendo em mente que

“aprendizagem ativa se refere a estratégias para ativar o aluno” (BARBOSA e MOURA, 2013, p. 56).

Um estudo realizado por Studart (2019) traz informações sobre a aplicação das metodologias ativas dentro da disciplina de Física em diferentes países. As ideias apresentadas por Studart (2019) sugerem a exposição geral dos conteúdos e a discussão em grupos menores, utilização de animações e simulações, realização de experiências em grupos durante a aula, circulação dos professores entre as mesas interagindo com os alunos acerca do trabalho e avaliando a compreensão da turma.

### **3.2 Aprendizagem baseada em problemas**

A aprendizagem baseada em problemas não é novidade, de acordo com Studart (2019, p. 17) “é mais antiga do que o próprio o ensino formal porque a aprendizagem a partir do enfrentamento de um problema remonta aos primórdios da civilização”.

Na aprendizagem baseada em problemas, o “disparador principal do processo ensino-aprendizagem é o problema ou situação-problema” (AQUILANTE *et al.*, 2011, p. 148). Para Jonassen (1997 apud AQUILANTE *et al.*, 2011, p. 149) o problema é considerado “uma situação desconhecida que gera uma necessidade que motiva os indivíduos a buscarem uma solução”.

Esta metodologia, segundo Ribeiro (2005 apud MORENO *et al.*, 2016) é caracterizada por um método que “utiliza de problemas da vida real para estimular o desenvolvimento do pensamento crítico e habilidades de solução de problemas, promovendo a aprendizagem de conceitos relacionados às áreas de conhecimento estudadas”. O conhecimento é adquirido pelos alunos por meio do desenvolvimento da atividade afirma Moreno *et al.* (2016).

Este método de ensino, segundo Barbosa e Moura (2013), fundamenta-se no uso contextualizado de uma situação problema para o aprendizado autodirigido. Bacich e Moran (2018) consideram a metodologia um pouco mais complexa, porém afirmam que é possível desenvolver dentro de uma só disciplina ou em várias disciplinas. Os autores ainda afirmam que o foco desta aprendizagem “é a pesquisa de diversas causas possíveis para um problema” (BACICH; MORAN, 2018, p. 16).

O problema deve proporcionar no estudante segundo Aquilante *et al.* (2011, p. 149) “motivação e possibilidades de levantar hipóteses e questões de aprendizagem



sobre os conceitos, explicações e teorias que envolvem o problema”. Segundo Carvalho (2019) a resolução de problemas proporciona condições para que o aluno possa raciocinar e construir seu próprio conhecimento. O autor complementa em dizer que “ao fazer uma questão, ao propor um problema, o professor passa a tarefa de raciocinar para o aluno e sua ação não é mais a de expor, mas de orientar e encaminhar as reflexões dos estudantes na construção do novo conhecimento” (CARVALHO, 2019, p. 2).

A resolução de problemas deve ser trabalhada em pequenos grupos inicialmente, pois segundo Carvalho (2019, p. 12) “alunos com desenvolvimentos intelectuais semelhantes têm mais facilidade de comunicação”. Em um segundo momento é necessário que ocorra uma sistematização coletiva do conhecimento, cabe ao professor proporcionar um espaço e tempo da aula<sup>5</sup>, Carvalho (2019, p. 12) afirma que “ao ouvir o outro, ao responder à professora, o aluno não só relembra o que fez, como também colabora na construção do conhecimento que está sendo sistematizado”.

A aprendizagem baseada em problemas é uma metodologia ativa (BARBOSA e MOURA, 2013; BACICH e MORAN, 2018), no qual “o aprendizado passa a ser centrado no aluno, que deixa de ser um receptor passivo da informação para ser agente ativo por seu aprendizado” (BARBOSA e MOURA, 2013, p. 58). Estudos apresentados por Hake (1998 apud CAMARGO; DAROS, 2018, p. 15) concluem que a aplicação de estratégias de metodologias ativas de aprendizagem baseada em resolução de problemas nas aulas de Física, aumentam consideravelmente a aprendizagem dos alunos com relação ao método tradicional de ensino, pois a utilização da metodologia ativa coloca o aluno como protagonista. Ou seja, “o ensino por meio de problemas destaca-se como uma das alternativas às formas tradicionais de ensinar” (CAMARGO; DAROS, 2018, p. 96).

A utilização de problemas segundo Camargo e Daros (2018) é uma estratégia de aprendizagem no qual desperta o envolvimento, o interesse, a criatividade e a participação dos alunos, além de objetivar uma situação reflexiva e desafiadora aos alunos. Pode ser trabalhada de maneira teórica ou prática, autores como Camargo e Daros (2018, p. 43) sugerem que “o problema deve buscar conteúdos que possam ser

---

<sup>5</sup> Considerando que a aprendizagem se dá de modo e em tempos diferentes para cada aluno.

aplicados na prática, juntamente com situações que vão envolver as habilidades necessárias para sua resolução”.

Para Dewey (1976 apud CAMARGO; DAROS, 2018, p. 8) “o pensamento não pode ocorrer isolado da ação, cabendo ao professor apresentar os conteúdos na forma de questões ou problemas, e não dar de antemão respostas ou soluções prontas”. Ou seja o professor deve criar condições para que os alunos possam raciocinar e elaborar seus conceitos, e conseqüentemente confrontar com os conhecimentos sistematizados. Além disso, Camargo e Daros (2018) afirmam que as ações do professor devem envolver diferentes tipos de problemas além do estímulo a reflexão.

### **3.3 Aprendizagem por Investigação e Experimentação**

Com base em diversos autores, Sasseron (2019) afirma que em sala de aula é necessário abordar temas mais próximos da realidade dos estudantes, ou seja, proporcionar “um ensino capaz de fazer os alunos compreenderem os conhecimentos científicos à sua volta” (SASSERON, 2019, p.42).

Entretanto, estudos realizados por Capecchi (2019, p. 23) afirmam que nas aulas de Ciências baseadas no cotidiano existe “um salto brusco entre uma abordagem dita conceitual e a repentina transformação da linguagem coloquial em linguagem científica”.

O aluno inicia motivado, porém quando se depara com conceitos prontos e acabados, pode se desmotivar. Segundo Capecchi (2019) em vez de estimular os estudantes com os temas científicos, pode dificultar o despertar das curiosidades do aluno, tornando-o cada vez mais distante.

Para evitar esse distanciamento do aluno, o professor deve envolver e instigar seus alunos a participarem da construção dos conceitos durante o processo educativo, “trazer questões científicas para investigação, criar situações-problema cujas soluções envolvam um olhar científico sobre a realidade, assim como proporcionar elementos para que esse olhar seja construído” (CAPECCHI, 2019, p. 24). É necessário buscar maneiras diferentes de trabalhar o conteúdo, Camargo e Daros (2018, p. 26) afirmam que o “segredo está na escolha da estratégia pedagógica: nada de decorar conceitos!”.

Uma alternativa seria a atividade experimental, conforme Seré *et al.* (2003) por meio dela o aluno consegue ser ator na construção da ciência. Além disso, as atividades experimentais são enriquecedoras para o aluno, pois “elas dão um verdadeiro sentido ao mundo abstrato e formal das linguagens” (SERÉ *et al.*, 2003, p. 39).

O docente deve estimular a curiosidade e o espírito pesquisador do aluno “levando-o a observar a realidade concreta do mundo deixando o estudante realizar tateios experimentais no processo de descoberta e a construção de relações significativas entre os fenômenos” (VALE, 2001, p. 6 apud CUNHA *et al.*, 2014, p. 411).

A aprendizagem baseada na investigação, de acordo com Bacich e Moran (2018), é um dos caminhos mais interessantes de aprendizagem ativa e “envolve pesquisar, avaliar situações e pontos de vista diferentes, fazer escolhas, assumir riscos, aprender pela descoberta e caminhar do simples para o complexo” (BACICH; MORAN, 2018, p. 15).

O experimento é uma ferramenta potencialmente significativa segundo Souza Filho *et al.* (2011 apud LAZZAROTTO, 2017, p. 23) no qual “os educandos interagem entre si, participam da experiência definindo o problema, elaborando hipóteses, coletam os dados e analisam os resultados obtidos”.

O importante não é apenas o conceito que se quer ensinar, mas as ações manipulativas que dão condições aos alunos de levantar e testar hipóteses, Carvalho (2019) afirma que a partir da testagem experimental das hipóteses os alunos terão oportunidade de construir seu conhecimento, mesmo aquelas hipóteses que não deram certo pois “é a partir do erro – o que não deu certo – que os alunos têm confiança no que é o certo, eliminando as variáveis que não interferem na resolução do problema. O erro ensina... e muito” (CARVALHO, 2019, p. 11).

A experiência educativa pode ser muito mais efetiva, segundo Fonseca e Gomes (2013), se o primeiro contato com determinado conteúdo ocorrer a partir de atividades práticas, com experiência e investigação, pois a prática antes da teoria gera um efeito melhor no aprendizado.

O experimento é um excelente material didático no qual, segundo Galamba (2009 apud LAZZAROTTO, 2017, p. 23), torna “nossas aulas mais interessantes, lúdicas e convidativas à participação, reflexão e engajamento deles na compreensão dos conceitos”. Seré *et al.* (2003, p. 32) afirma que as “operações intelectuais

utilizadas durante a ação diferem das necessárias para a resolução de problemas do tipo papel e lápis”.

O uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física, de acordo com Araújo e Abib (2003, p. 176) é “uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente”. Existem dois aspectos fundamentais na eficiência do uso de atividades experimentais como estratégia no ensino de Física:

- a) Capacidade de estimular a participação ativa dos estudantes, despertando sua curiosidade e interesse, favorecendo um efetivo envolvimento com sua aprendizagem.
- b) Tendência em propiciar a construção de um ambiente motivador, agradável, estimulante e rico em situações novas e desafiadoras que, quando bem empregadas, aumentam a probabilidade de que sejam elaborados conhecimentos e sejam desenvolvidas habilidades, atitudes e competências relacionadas ao fazer e entender a Ciência (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 191).

Tendo em vista que as metodologias ativas “constituem estratégias que possibilitam a realização de atividades nas quais os alunos constroem conhecimento e compreensão” (STUDART, 2019, p. 2). Considera-se que na utilização da aprendizagem por investigação e por experimentação o aluno ocupa uma posição mais ativa no processo de construção do conhecimento, no qual é preparado para investigar, analisar, refletir, discutir e tomar decisões.

### **3.4 Aprendizagem Significativa**

A aprendizagem significativa segundo Ausubel (1963, p. 58, tradução nossa) “é o mecanismo humano, por excelência, para adquirir e armazenar a vasta quantidade de ideias e informações representadas em qualquer campo de conhecimento”.

Com relação a aprendizagem significativa, Moreira (2009, p. 7) se refere como “um processo através do qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não-literal) e não arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo”. Em outras palavras, essa interação se dá entre uma nova informação com algum conhecimento já relevante para o indivíduo.

O conhecimento existente na estrutura cognitiva do indivíduo é definido por Ausubel apud MOREIRA e MASINI (2006, p. 17), como conceito subsunçor ou simplesmente subsunçor. A função do subsunçor segundo Moreira (2012) é atribuir significado a um novo conhecimento que é apresentado ao indivíduo ou descoberto

por ele. Os subsunçores são os conhecimentos prévios, que na visão de Ausubel apud MOREIRA (2012) são a variável mais importante para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos.

A aprendizagem significativa ocorre durante a ancoragem da nova informação a partir dos conceitos subsunçores existentes na estrutura do indivíduo. Esse processo de ancoragem da nova informação resulta em crescimento e modificação do conceito subsunçor, segundo Ausubel apud Moreira e Masini (2006, p.20), os subsunçores vão ficando cada vez mais elaborados e mais capazes de ancorar novas informações. Na interação entre o conhecimento novo e o antigo, segundo Tavares (2004, p. 56) “ambos serão modificados de uma maneira específica por cada aprendente, como consequência de uma estrutura cognitiva peculiar a cada pessoa”.

Com relação à estrutura cognitiva do indivíduo, Moreira (2012, p. 5) destaca que “no âmbito da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, a estrutura cognitiva é um conjunto hierárquico de subsunçores dinamicamente inter-relacionados”. Em outras palavras, estrutura cognitiva significa “uma estrutura hierárquica de subsunçores que são abstrações da experiência do indivíduo” (MOREIRA e MASINI, 2006, p. 18). Moreira (2012) ainda ressalta que a estrutura cognitiva do indivíduo é dinâmica e é caracterizada por dois processos principais: a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora.

Os conceitos existentes no indivíduo interagem sucessivamente com o novo conhecimento, modificando ambos, adquirindo novos significados, servindo de ancoradouro para novas aprendizagens, este processo é chamado de diferenciação progressiva. A diferenciação progressiva segundo Moreira (2012, p. 6) “é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor (um conceito ou uma proposição, por exemplo) resultante da sucessiva utilização desse subsunçor para dar significado a novos conhecimentos”.

Outro processo relacionado à aprendizagem significativa é a reconciliação integrativa, que se refere a reorganização da estrutura cognitiva do indivíduo. A reconciliação integrativa segundo Moreira (2012), “consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações”.

Há uma relação entre estes dois processos, pois segundo Moreira (2009) toda aprendizagem que resulta em reconciliação integrativa, resultará em diferenciação progressiva. De acordo com Ausubel, Novak e Hanesian (1978, p. 125 apud

MOREIRA, 2009, p.24) “a reconciliação integrativa é uma forma de diferenciação progressiva da estrutura cognitiva que ocorre na aprendizagem significativa”.

No caso do estudante não dispor de subsunçores adequados capazes de ancorar as novas informações e lhes dar um significado, são necessários os organizadores prévios. O uso de organizadores prévios é uma estratégia proposta por Ausubel apud Moreira e Masini (2006, p. 21) “para, deliberadamente, manipular a estrutura cognitiva a fim de facilitar a aprendizagem significativa”.

Organizadores prévios são materiais introdutórios utilizados antes do material a ser aprendido, e servem de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele pretende aprender (TAVARES, 2004; MOREIRA; MASINI, 2006). Neste contexto, Moreira e Masini (2006) sugerem apresentar os organizadores prévios no início das tarefas de aprendizagem, pois além de serem mais eficientes, salientam suas propriedades integrativas.

Os organizadores prévios podem ser usados, segundo Moreira (2012), para suprir a deficiência de subsunçores. São construídos com elevado grau de abstração “de modo a poder se apoiar nos pilares fundamentais da estrutura cognitiva do aprendente e, desse modo, facilitar a apreensão de conhecimentos mais específicos com os quais ele está se deparando” (TAVARES, 2004, p. 57). De acordo com Moreira e Masini (2006, p. 21), “Ausubel recomenda o uso de organizadores prévios que sirvam de âncora para a nova aprendizagem e levem ao desenvolvimento de conceitos subsunçores que facilitem a aprendizagem”.

A aprendizagem significativa, segundo os autores (MOREIRA; MASINI, 2006; MOREIRA, 2012) pressupõe que o material a ser aprendido seja potencialmente significativo, ou seja, tenha significado lógico e seja relacionável com a estrutura cognitiva de quem aprende. Além disso, pressupõe-se que o indivíduo apresente predisposição para aprender, segundo Moreira (2012, p. 8) significa que “o aprendiz deve querer relacionar os novos conhecimentos, de forma não-arbitrária e não-literal, a seus conhecimentos prévios”.

Para averiguar a presença da aprendizagem significativa, Moreira e Masini (2006) sugerem atividades com questões novas que necessitam a transformação do conhecimento existente, solução de problemas e tarefas de aprendizagem sequencialmente dependente de outra.

### 3.5 Sequência de Ensino e Aprendizagem

A utilização das sequências é uma metodologia vigente desde a década de noventa e quando se fala de sequências, estamos falando de um conjunto de atividades focado no ensino de um tópico específico e não no currículo por completo.

A definição das sequências segundo Carvalho (2019, p. 9) são “sequências de atividades (aulas) abrangendo um tópico do programa escolar em que cada atividade é planejada, do ponto de vista do material e das interações didáticas”. De acordo com Moreira (2016, p. 134), as sequências são “orientadas por tópicos específicos do conteúdo curricular, cujo desenho e implementação tem sido objeto de muitas pesquisas no ensino de ciências”.

Tais sequências são definidas pelos autores com nomes diferentes, o termo utilizado por Carvalho (2019) é Sequência de Ensino Investigativa, já Moreira (2016) utiliza o termo Sequência de Ensino e Aprendizagem. Mesmo que a sequência desenvolvida neste estudo envolva o ensino investigativo, optou-se por utilizar o termo adotado por Moreira, isto é, uma sequência de ensino e aprendizagem. A escolha está relacionada à compreensão de que uma sequência de ensino pode envolver diferentes metodologias, inclusive atividades investigativas.

Moreira (2016, p. 135) afirma que “as teorias de aprendizagem, particularmente a da aprendizagem significativa, constituirão a base mais clara, mais forte, das sequências a serem propostas”. Apesar de não explicitar a relação das Sequências de Ensino Investigativa com a Aprendizagem Significativa, percebe-se a relação com a teoria quando Carvalho (2019, p. 9) afirma que o professor deve proporcionar ao estudante “condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico”.

As metodologias ativas de aprendizagem também estão relacionadas com as sequências, segundo Morán (2015, p. 26) o professor deve oferecer sequências didáticas personalizadas “monitorando-as, avaliando-as em tempo real, com o apoio de plataformas adaptativas, o que não era possível na educação mais massiva ou convencional”. Permitindo ao professor conversar e orientar seus alunos de maneira mais direta, de forma mais conveniente e no momento apropriado.

Segundo Moreira (2016) para a criação e desenvolvimento da sequência é preciso ter em mente qual tópico será ensinado, para quem será ensinado e quais

estratégias serão utilizadas para ensinar. Moreira (2016) sugere que sejam estratégias diversificadas, permitindo adaptações ou modificações. O autor ainda apresenta o tempo de duração da sequência como uma característica relevante em sua implementação em sala de aula, Moreira (2016) sugere que a aplicação da sequência tenha uma duração relativamente curta.

Com relação às atividades a serem desenvolvidas, Carvalho (2019, p. 9) sugere iniciar partindo de um problema “experimental ou teórico, contextualizado, que introduz os alunos no tópico desejado e ofereça condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico”. Moreira (2016) relata sobre a resolução de problemas enfatizando que não é apenas uma aplicação de fórmulas matemáticas, o professor deve ter em mente que “a ciência é viva, não acabada, não definitiva, não mono paradigmática” (MOREIRA, 2016, p. 136).

A aplicação de problemas nas aulas exige uma sequência de etapas no qual proporciona aos alunos “levantar e testar suas hipóteses, passar da ação manipulativa à intelectual estruturando seu pensamento e apresentando argumentações discutidas com seus colegas e com o professor” (CARVALHO, 2019, p. 10). Segundo Studart (2019, p.2) “é preciso descartar a dicotomia entre ensino e aprendizagem, em que o ensino é atribuição do professor e a aprendizagem é de responsabilidade do aluno”.

Aprender ciência de acordo com Moreira (2016, p. 135) “é aprender a conjecturar, questionar, argumentar e partir de evidências, ao invés de decorar fórmulas, equações, reações, taxonomias e “resolver” (aplicar fórmulas mecanicamente) problemas”.

Importante ressaltar que o material didático utilizado com os alunos durante a sequência deve ser bem organizado e “intrigante para despertar a atenção deles, de fácil manejo para que possam manipular e chegar a uma solução sem se cansarem” (CARVALHO, 2019, p. 10). Outro aspecto relevante apresentado por Carvalho (2019) é a contextualização do conhecimento com o cotidiano dos alunos, assim eles podem identificar a importância da aplicação do conhecimento e aprofundar seus conhecimentos sobre determinado assunto.

Compreende-se, portanto, que uma Sequência de Ensino e Aprendizagem trabalha com um tópico científico específico, buscando contextualizar e levar em conta os conhecimentos prévios, tendo como base a teoria da aprendizagem significativa e utilizando diferentes estratégias de ensino como facilitadores da aprendizagem.



## **4 MULHERES, ESTUDANTES, PROFESSORAS E CIENTISTAS**

Neste capítulo, são abordadas questões que trazem à tona a problemática da vida da mulher nos espaços de ensino e aprendizagem e, também, questões envolvidas na atribuição do nome de Curso Normal ao antigo Magistério. Na primeira seção intitulada “Mulheres nos espaços de produção de conhecimento” são apresentados aspectos relacionados às mulheres estudantes, mães e cientistas. Na segunda seção intitulada “O predomínio das mulheres no Curso Normal e Magistério” são apresentados aspectos específicos relacionados às mulheres professoras.

### **4.1 Mulheres nos espaços de produção de conhecimento**

As discussões desta sessão não foram pensadas previamente, elas emergiram durante a aplicação do produto educacional. As situações vividas naquele contexto apontaram a necessidade de problematizar questões que envolvem a vida da mulher nos espaços de ensino e aprendizagem.

Na turma em que foi aplicada a proposta de ensino, uma das alunas já é mãe, o que eventualmente provocou a ausência nas aulas. A aluna relata uma possível desistência do Curso Normal, em razão de dividir seu tempo com os estudos e o trabalho, acarretando o distanciamento de seu filho. Confirmando assim, o que a literatura indica, apontando que “as jovens abandonam os estudos porque se torna efetivamente mais difícil prosseguir nos mesmos, pois as adolescentes, além de cuidarem dos bebês, muitas vezes ingressam no mercado de trabalho” (CASTRO; COLS, 2004 apud DIAS; TEIXEIRA, 2010, p. 125).

Além disso, o contexto social em que a adolescente vive também é relevante e pode influenciar seu percurso de escolarização e profissionalização, segundo Dias e Teixeira (2010) a gravidez na adolescência de jovens em camadas sociais mais elevadas tendem a não prejudicar tanto este processo de escolarização e profissionalização quando comparado as adolescentes de camadas sociais menos favorecidas, o fato se deve a maior disponibilidade de recursos e apoio para lidar com a situação e suas demandas. Os autores afirmam que “a perspectiva de futuro das adolescentes grávidas de classe média não é afetada tão intensamente quanto a perspectiva das adolescentes de classe baixa, considerando-se os aspectos de escolarização e profissionalização” (DIAS; TEIXEIRA, 2010, p. 128).

Com relação a possível desistência do curso, com o passar dos dias, a aluna que é mãe voltou atrás de sua decisão e optou pela permanência na escola. A atitude da estudante é vista como uma oportunidade para oferecer uma vida melhor ao seu filho, segundo Pantoja (2003) a maternidade pode servir como um suporte para o projeto de ascensão social e “a partir dela que os esforços passam a se concentrar na vontade de ser alguém na vida para garantir um futuro melhor aos filhos” (PANTOJA, 2003, p. 342).

As mulheres estão cada vez mais presentes no mercado de trabalho, porém Cunha et al. (2014) e Grossi et al. (2016) afirmam que elas ainda enfrentam obstáculos com relação a sua inserção, segundo Grossi et al. (2016) apesar dos avanços, os obstáculos estão presentes principalmente no mundo da ciência.

Neste contexto, Olinto (2011, p. 68) afirma que existem “diferenças entre homens e mulheres no que diz respeito à sua inclusão nos diversos campos profissionais e no campo científico”. Essa diferença entre homens e mulheres na carreira científica está associada, de acordo com Cunha *et al.* (2014), ao processo de educação informal que ocorre através da família, das relações sociais e pela mídia,

enquanto os meninos recebem mais estímulos para lidar com instrumentos associados ao mundo masculino, como ferramentas, carros, máquinas, computadores e outros, as meninas passam por um processo de socialização diferenciado e são estimuladas a lidarem com assuntos que envolvem mais as áreas de saúde, educação e bem-estar, que acabam fazendo parte dos seus interesses futuros (CUNHA *et al.* 2014, p. 408).

A discrepância entre homens e mulheres está associada aos estereótipos sociais, no qual afirma Cunha *et al.* (2014, p. 409) que “homens e mulheres têm aptidões diferentes para determinadas carreiras, como é o caso da Matemática”. Neste contexto, o estudo de Chassot (2004, p.22) relata que “quando as meninas se destacam em Matemática é porque são esforçadas, mas quando esta é a situação de meninos é porque são inteligentes”. De acordo com Chassot (2004) apesar dessa premissa ser falsa, ainda é um pensamento que se mantém na sociedade.

As diferenças entre homens e mulheres ficam mais evidentes quando se tem um olhar histórico, de acordo com Chassot (2004) na metade do século XX, se dizia quais eram as profissões de homens e quais eram as profissões de mulheres. Chassot (2004, p.13) ainda afirma que “nas primeiras décadas do século XX, a Ciência estava culturalmente definida como uma carreira imprópria para a mulher”.

As mulheres estiveram ausentes do mundo da ciência por um tempo, segundo Silva e Ribeiro (2012, p.173) isso “não significa dizer que as mulheres não participaram da produção do conhecimento”. Percebe-se que ao longo da história, por mais que uma mulher estivesse envolvida diretamente no desenvolvimento de uma pesquisa, ela era retratada como assistente, ajudante, alguém que auxiliava o pesquisador. Controvérsias a parte, Rosalind Franklin<sup>6</sup> colaboradora de uma descoberta científica revolucionária, que contribuiu na observação do formato helicoidal da estrutura do DNA, não recebeu os créditos pela descoberta, mas Watson e Crick colaboradores homens ficaram com o mérito da autoria. Outro exemplo tem-se no caso de Mileva Maric<sup>7</sup> mulher de Einstein que contribuiu para a teoria da relatividade, mas apenas o seu marido levou o crédito do trabalho realizado em conjunto. Segundo Passinato (2008) as mulheres sempre atuaram ativamente como professoras e no meio científico também, porém nem sempre sua participação foi relatada e/ou reconhecida.

Com o passar do tempo, este cenário vem mudando e o público feminino passou a ser reconhecido e a ampliar-se nas Ciências, porém, segundo Chassot (2004) o número de mulheres que se dedicam às Ciências ainda é menor que o número de homens. Outro estudo mais recente realizado por Cunha *et al.* (2014, p.408) afirma que “o número de mulheres que seguem a carreira das ciências exatas ainda é pequeno”.

A inserção das mulheres na ciência não depende somente de características individuais, segundo Silva e Ribeiro (2012, p. 188) depende também “de fatores microestruturais e macroestruturais, de acontecimentos sociais, culturais, históricos, bem como econômicos e políticos”. O afastamento das estudantes nas carreiras científicas pode estar associado à edificação social do gênero segundo Grossi *et al.* (2016). No ponto de vista de Schiebinger (2008) as características de gênero normalmente atribuídas às mulheres foram produzidas na tentativa de manter as mulheres fora da ciência e da esfera pública. A ideia de que homens e mulheres apresentam habilidades diferenciadas, de acordo com Olinto (2011, p. 69) “influenciam as escolhas que as mulheres fazem cedo em sua existência, estabelecendo barreiras que limitam suas chances de vida”.

---

<sup>6</sup> Rosalind Franklin: The Dark Lady of DNA, por Brenda Maddox (2013).

<sup>7</sup> Mileva Maric: Einsteins Frau, por Miodrag Lukic (2016). Einstein`s Wife – The Real Story of Mileva Maric Einstein, por Allen Esterson, David C. Cassidy, e outros (2019).

O caminho para fortalecer o gênero feminino hoje é a educação, de acordo com Grossi *et al.* (2016, p.16) “mais espaços foram abertos às mulheres participarem dos processos científicos”. Além de crescer o número de mulheres com cursos universitários, cresceu a participação das mulheres nas ciências, segundo dados do CNPq (2013 apud GROSSI *et al.*, 2016, p. 17) no Brasil, o número de pesquisadoras mulheres se igualou ao número de pesquisadores homens.

Apesar da participação das mulheres na ciência se igualar aos homens, do ponto de vista numérico, as mulheres não ascendem na carreira da mesma forma que os homens. De acordo com dados do CNPq (2010 apud SILVA E RIBEIRO, 2014, p. 450) as mulheres representam apenas 34,8% do número de bolsistas de Produtividade em Pesquisa (PQ). Tendo em vista que a produtividade científica é “mensurada pelo número de publicações em artigos e livros nacionais e internacionais” (SILVA E RIBEIRO, 2014, p. 459).

A carreira científica é culturalmente construída em um “modelo masculino de carreira” afirma Velho (2006, apud SILVA E RIBEIRO, 2014, p. 451). Tendo em vista que a carreira científica envolve compromissos de tempo integral para o trabalho e produtividade em pesquisa, a participação das mulheres nesse ramo pode ser afetada. Segundo Silva e Ribeiro (2014) as mulheres enfrentam a necessidade de conciliar as responsabilidades familiares com as exigências acadêmicas e profissionais, se deparando assim, com uma jornada excessiva.

Algumas sucumbem e optam pela família, outras, pela academia, e um número decide combinar as duas. Sobre essas últimas, não é necessário dizer quanto têm que se desdobrar para dar conta não apenas das tarefas múltiplas, mas também para conviver com a consciência duplamente culposa: por não se dedicar mais aos filhos e por não ser tão produtiva quanto se esperaria (ou gostaria) (VELHO, 2006, p. 15, apud SILVA E RIBEIRO, 2014, p. 451).

As dificuldades e barreiras que as mulheres enfrentam ao seguir na carreira científica foram apresentadas em um estudo realizado por Silva e Ribeiro (2014). No estudo várias mulheres cientistas foram entrevistadas e relataram como barreiras: dupla jornada de trabalho, maternidade, produtividade em pesquisa, competição, preconceito e discriminação de gênero.

Estes estereótipos que imperam sobre a sociedade devem ser trabalhados pela família e pela escola, afirma Cunha *et al.* (2014, p. 411) a fim de “promover um equilíbrio cultural entre homens e mulheres, estabelecendo uma relação de igualdade

entre ambos”. É preciso ter em mente que as mulheres “na condição de fêmeas da espécie, não fazem ciência de um modo diferente; a ciência não deve, necessariamente, ser feita “para mulheres, por mulheres, sobre mulheres” (SCHIEBINGER, 2008, p. 275). Outro papel da escola é a promoção de uma educação científica para todos, segundo Cunha *et al.* (2014, p. 411) “é inegável a função da escola na formação científica dos jovens e na motivação deles pela carreira”.

Com relação aos estudantes dispostos a seguir uma carreira científica, estudos realizados por Cunha *et al.* (2014) relatam que estudantes de ambos os sexos não apresentam intenção de ser cientista, apesar de considerarem a carreira atrativa, não se mostrou uma escolha profissional. Quando se faz uma análise por gênero, os dados apresentados por Cunha *et al.* (2014) mostram que as meninas apresentam um percentual de desinteresse muito maior, somente 18,6% delas pretendem ser cientistas. A pesquisa de Cunha *et al.* (2014, p. 407) apresenta um fato interessante, pois os resultados “revelam que a intenção das meninas em “ser cientista” é maior nas regiões Sul e Centro-Oeste, mas esse número é muito pequeno”.

Conforme apresentado no início desta seção, as mulheres ainda enfrentam obstáculos para se inserirem no mundo da ciência, “apesar de todas as transformações pelas quais passou a sociedade brasileira e de ações voltadas para o empoderamento das mulheres” (GROSSI *et al.*, 2016, p. 27). Além disso, percebe-se que os obstáculos de hoje não são os mesmos de antigamente, entretanto Cunha *et al.* (2014) afirma que ainda existem algumas barreiras e limitações a serem vencidas, que são impostas pela sociedade atual.

#### **4.2 O predomínio das mulheres no Curso Normal e Magistério**

Como a implementação do produto educacional aconteceu em uma turma do Curso Normal com público exclusivamente feminino, fez-se necessário um estudo sobre a constituição desse curso buscando compreender as circunstâncias envolvidas na inserção da mulher em atividades educacionais.

Relacionado a essa concepção do curso, no qual é visto por muitos como uma profissão destinada às mulheres, para Louro (1997, p. 89) “ainda que as agentes do ensino possam ser mulheres, elas se ocupam de um universo marcadamente masculino”. A atividade docente foi iniciada por homens, homens religiosos, especialmente jesuítas no período entre 1549 e 1759 (LOURO, 2004).

Tendo em vista que o Curso Normal é o mais antigo curso de formação docente do país e que sua origem remonta ao período imperial brasileiro, foram realizadas pesquisas para compreender a origem do Curso Normal. A criação das escolas destinadas ao preparo dos professores de escolas primárias ocorreu no período da Revolução Francesa, no qual se concretizou a ideia da escola normal a cargo do Estado, “ideia essa que encontraria condições favoráveis no século XIX” (TANURI, 2000, p. 62).

Entretanto, antes da criação destas escolas, a partir de 1820 foram instaladas as escolas de ensino mútuo com o objetivo, segundo Tanuri (2000, p. 63) de “não somente ensinar as primeiras letras, mas de preparar docentes, instruindo-os no domínio do método [de ensino]”. Existia uma preocupação com a seleção dos professores, essa preocupação fica evidente através da Lei de 15/10/1827 no qual além de criar escolas, “estabelece exames de seleção para mestres e mestras, embora num movimentado debate na Câmara muitos parlamentares tenham solicitado dispensa das mulheres dos referidos exames” (TANURI, 2000, p. 62).

Em meados do século XIX muitos reclamavam a falta de mestres com boa formação, então começaram a ser criadas as primeiras escolas normais para a formação de docentes. Segundo Louro (2004) as instituições estavam abertas ao público masculino e feminino, porém deveriam estudar em classes separadas, “preferentemente em turnos ou até escolas diferentes” (idem, p. 449).

As primeiras escolas normais no Brasil foram estabelecidas pelas Províncias, logo após a reforma constitucional de 12/08/1834, de acordo com Tanuri (2000) a primeira Escola Normal do Brasil instalou-se no Rio de Janeiro, no ano de 1835, tendo o objetivo de “habilitarem as pessoas que se destinarem ao magistério da instrução primária e os professores atualmente existentes que não tiverem adquirido necessária instrução nas escolas de ensino mútuo” (TANURI, 2000, p. 64). Em 1859 foi criada outra Escola Normal na Capital da Província (Rio de Janeiro), de acordo com Tanuri (2000) o curso tinha a duração de três anos. No Rio Grande do Sul, segundo dados da Secretaria de Educação<sup>8</sup> do estado, o curso teve início no ano de 1869, no Instituto Flores da Cunha localizado em Porto Alegre.

---

<sup>8</sup> SECRETARIA DA EDUCAÇÃO. Disponível em: <http://www.educacao.rs.gov.br>.

Segundo relatos históricos, as primeiras escolas normais no Brasil, entre elas, Niterói, Bahia, São Paulo e Pernambuco, foram destinadas exclusivamente ao sexo masculino, excluindo-se as mulheres, afirma Tanuri (2000).

Em outros países, de acordo com Lourenço Filho (2001, p. 21) “nos Estados Unidos, a primeira escola do gênero só foi aberta em 1839, em Lexington, Massachussetts; as duas seguintes, em 1844, Nova Iorque, e 1848, Pennsylvania”.

Com o passar do tempo, as escolas normais sofreram um período de incertezas, obtendo êxito a partir de 1870, “quando se consolidam as ideias liberais de democratização e obrigatoriedade da instrução primária, bem como de liberdade de ensino” (TANURI, 2000, p. 64). Nesse período emerge a valorização das escolas normais, ocorreu uma ampliação dos requisitos para ingresso e a abertura ao público feminino, pois apenas nos anos finais do Império as escolas normais foram abertas às mulheres. Vianna (2001, p. 84) afirma que a partir deste momento as “mulheres assumem a função de professoras, fazendo parte do quadro de funcionárias públicas em várias províncias”, e com o passar do tempo, os homens pouco a pouco vão abandonando as salas de aula nos cursos primários.

Com o passar do tempo as escolas normais estavam formando mais mulheres do que homens, de acordo com Louro (2004) esse movimento daria origem a uma feminização do magistério. O abandono do público masculino do magistério foi observado no Brasil e em outros países, e uma possível explicação seria o início do processo de urbanização e industrialização, no qual, segundo Louro (2004, p. 449) “ampliava as oportunidades de trabalho para os homens”. Segundo Tanuri (2000, p. 66) “o magistério feminino apresenta-se como solução para o problema de mão-de-obra para a escola primária, pouco procurada pelo elemento masculino”.

A feminização do magistério pode estar relacionada também ao fato de que nas primeiras décadas do século XIX as mulheres não podiam realizar tarefas relacionadas à vida pública, de acordo com Louro (2004) as tarefas femininas eram restritas ao lar e à igreja. Segundo Sá e Rosa (2004) a maneira das mulheres terem acesso a vida pública era exclusivamente através do magistério.

Outro aspecto relevante é a identificação da mulher com a atividade docente, se tem a crença de que a mulher tem vocação para o desenvolvimento da prática escolar, afirma Grossi *et al.* (2016). As autoras ainda complementam que além das mulheres receberem o papel de instruir voltado à educação, ocorre uma associação ao papel maternal. Nessa perspectiva Louro (1997, p. 88) relata que “a atividade

escolar é marcada pelo cuidado, pela vigilância e pela educação, tarefas tradicionalmente femininas”.

A ocupação no magistério se torna majoritariamente feminina entre finais do século XIX e início do século XX, afirma Sá e Rosa (2004). Neste contexto, Passinato (2008, p. 19) ressalta que a presença feminina “sempre foi mais destacada na formação das pessoas, através da Educação”, pois é “um lugar de atuação de mulheres — elas organizam e ocupam o espaço” (LOURO, 1997, p. 89).

As transformações sociais de acordo com Louro (1997) permitiram não apenas a entrada das mulheres nas salas de aula, mas aos poucos o seu predomínio como docentes. Vianna (2001, p. 83) afirma que “ao longo do século XX, a docência foi assumindo um caráter eminentemente feminino” e aos poucos “as mulheres foram ocupando o espaço da sala de aula e se constituindo na maioria do corpo docente em quase todos os países ocidentais” (SÁ E ROSA, 2004, p. 1).

A instalação da primeira escola normal pública no Brasil segundo Tanuri (2000) foi no ano de 1880. Ao final do Império Tanuri (2000, p. 67) afirma que “a maioria das províncias não tinha mais do que uma escola normal pública, ou quando muito duas, uma para o sexo feminino e uma para o masculino, organizadas com dois a quatro anos de estudos, geralmente três”.

De acordo com o autor, no período da República o desenvolvimento da educação foi marcado por grandes discrepâncias entre os estados (TANURI, 2000). Há ausência de um governo central na manutenção e organização da educação permitiu aos estados organizarem-se de forma independente.

A reforma paulista iniciada em 1890 propôs uma mudança relevante no ensino, apesar da reforma iniciar na Escola Normal, Tanuri (2000) afirma que em 1892 e 1893 as mudanças foram estendidas a todo o ensino público.

No ano de 1917 foi criada uma reforma no Distrito Federal, pelo professor Afrânio Peixoto, separando o curso da antiga Escola Normal em dois ciclos, de acordo com Lourenço Filho (2001, p. 22) “um preparatório, outro propriamente profissional”. Em seguida, no Estado de São Paulo foi instituído um curso complementar de dois anos a nível primário, no qual serviu “como degrau inicial de suas escolas normais” (LOURENÇO FILHO, 2001, p. 22). Entre os anos de 1920 e 1921 esse curso foi ampliado para três anos a partir da reforma Sampaio Dória, no qual desenvolveu também os estudos de preparação profissional. Em seguida vários estados criaram



os cursos complementares, o que gerou um aumento nos anos de estudos de preparação para o magistério.

Segundo Lourenço Filho (2001) naquela época emergia uma necessidade de maior e mais aprofundado preparo dos mestres, por isso muitas mudanças estavam acontecendo. Em 1925, com a reforma Pedro Voss o curso normal aumentou para cinco anos, de acordo com Tanuri (2000, p. 70) “dividido num ciclo geral ou propedêutico de três anos e num ciclo profissional de dois”. Tempo depois, em 1928 no Distrito Federal, Lourenço Filho (2001, p. 34) afirma que “o ensino da Escola Normal voltou a compreender dois ciclos, um preparatório, outro profissional”.

Em 1930 iniciou um movimento de reforma do ensino normal em quase todo o país e nos primeiros meses de 1931 ocorreu uma reforma no Estado de São Paulo, tornando o curso de quatro anos, com cunho de estudos secundários.

Além disso, criou-se o curso de Aperfeiçoamento Pedagógico com duração de dois anos, no qual afirma Lourenço Filho (2001, p. 22) “para cuja matrícula era exigido o diploma de escola normal ou de ginásio”. Isso gerou a criação da Escola de Professores em 1933, no qual um ano depois foi transformada no Instituto de Educação, “desaparecia a tradicional escola de preparação do magistério, transformada, como foi, numa organização inteiramente nova, tanto na forma quanto no espírito”. Assim, a formação do magistério deixou de fazer parte dos estudos primários e tornou-se uma habilitação inicial.

Anos depois, com o objetivo de ajustar os currículos às peculiaridades do meio, foram criadas as escolas normais rurais, segundo Tanuri (2000) a primeira foi instalada em 1934 em Juazeiro, no Ceará.

A primeira regulamentação do ensino normal por parte do governo central foi em 1946, no qual foi estabelecida a Lei Orgânica do Ensino Normal. Segundo Tanuri (2000, p. 75) a lei “não introduziu grandes inovações, apenas acabando por consagrar um padrão de ensino normal que já vinha sendo adotado em vários estados”. Anos depois, em 1961 foi criada a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, no qual também não trouxe grandes soluções inovadoras para o ensino normal.

Em 1971 foi estabelecida a lei de diretrizes e bases que contemplava a escola normal. Tanuri (2000, p. 80) afirma que a “tradicional escola normal perdia o status de “escola” e, mesmo, de “curso”, diluindo-se numa das muitas habilitações profissionais de ensino de segundo grau, a chamada Habilitação Específica para o Magistério”.

Assim, a formação de professores passou a ser feita exclusivamente nos cursos de Pedagogia.

No ano de 1983, em alguns estados brasileiros, entre eles o Rio Grande do Sul, foi implementado o projeto Centros de Formação e Aperfeiçoamento do Magistério. Objetivando redimensionar as escolas normais afirma Tanuri (2000), tornando-as centro de formação inicial e continuada de professores de educação pré-escolar e para o ensino das séries iniciais.

A nova Lei de Diretrizes e Bases de 1996 estabelece que a formação de docentes atuantes na educação básica, deve ser a nível superior. Entretanto, a Lei admite como formação mínima, o curso normal a nível médio. Algumas alterações foram realizadas em 2017 na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional<sup>9</sup> – LDB, com a Lei 13.415<sup>10</sup> no qual estabelece que este curso, oferecido a nível médio, seja apenas uma formação mínima para exercício do magistério, devendo ser complementada a formação do docente com um curso superior de licenciatura plena.

Atualmente, o curso é ofertado de duas formas diferentes, um deles chamado Ensino Médio - Curso Normal, e o outro Curso Normal – Aproveitamento de Estudos. O primeiro deles é integrado ao Ensino Médio com duração de 3 anos e 6 meses, incluindo 400 horas de estágio supervisionado. Já o segundo é um curso subsequente ao ensino médio, com duração de 2 anos, incluindo 400 horas de estágio supervisionado. Em ambos os cursos o estágio supervisionado é obrigatório para a obtenção do diploma.

O curso está em funcionamento em todo o estado do Rio Grande do Sul conforme divulgação da Secretaria de Educação<sup>11</sup>, estão cadastrados 102 estabelecimentos de ensino da rede estadual no qual oferecem o Curso Normal. Destes estabelecimentos de ensino: 55 estabelecimentos oferecem ambos os cursos, 35 estabelecimentos ofertam apenas o Ensino Médio - Curso Normal e 12 estabelecimentos ofertam apenas o Curso Normal – Aproveitamento de Estudos (subsequente ao Ensino Médio).

Conforme divulgação no site da Secretaria de Educação do estado do Rio Grande do Sul, dados de fevereiro de 2019 afirmam que o Rio Grande do Sul é um dos poucos estados que ainda oferta o Curso Normal em seus estabelecimentos de

---

<sup>9</sup> [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm)

<sup>10</sup> [http://www.planalto.gov.br/CCIVIL\\_03/\\_Ato2015-2018/2017/Lei/L13415.htm#art7](http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13415.htm#art7)

<sup>11</sup> <http://www.educacao.rs.gov.br>

ensino e que a oferta é disponibilizada em todas as Coordenadorias Regionais da Educação. Além do Rio Grande do Sul, foi realizada uma pesquisa na Secretaria de Educação de cada estado do Brasil e verificou-se que o curso é ofertado apenas nos seguintes estados: Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná e Rio de Janeiro.

Os dados acima comprovam a extinção do curso, isso se deve ao fato da mudança na legislação, conforme já citado acima. Além da sua importância histórica e cultural, o curso é de grande relevância para quem deseja seguir na docência.

Refletindo sobre a importância do curso normal para o exercício docente, por experiência própria, percebo que o curso superior tem um enfoque no conhecimento teórico-científico, já o curso normal dá ênfase ao exercício do aluno na prática da sala de aula, sendo uma ótima ferramenta no desenvolvimento profissional. Essa percepção se constitui com base nas vivências que tive durante minha trajetória acadêmica e profissional, visto que durante os anos de 2007 a 2009 participei como aluna no Curso Normal, entre os anos de 2011 a 2018 cursei a Licenciatura em Física e a partir de 2019 comecei a atuar como professora de Física no Curso Normal.

Mesmo que o Curso Normal seja um curso preparatório para quem quer ingressar na carreira docente (voltada para a alfabetização), a instituição de ensino proporciona inúmeras experiências e realização de constantes práticas pedagógicas em instituições de ensino, através de monitorias, projetos de ensino, aplicação de planos de aula, contação de histórias e estágios supervisionados. Entre elas, aulas de monitoria, atividades práticas dentro do ambiente escolar e em eventos do município, realização de horas do conto, participação em eventos, estágios de curta e longa duração.

A experiência no qual considero mais importante é a realização de monitorias, no qual o estudante do Curso Normal vai até a escola, entra em sala de aula com o professor regente, porém o estudante apenas observa o professor dar a sua aula. Essa prática é enriquecedora para o futuro professor, podendo verificar quais estratégias são relevantes no ensino e podem ser colocadas em prática no futuro.

A aplicação do produto educacional coincidiu com a minha inserção na escola atuando como professora de Física do Curso Normal. Nessa função, optei por passar o conteúdo de Física do Ensino Médio com inserção de atividades diversificadas, ora voltadas especificamente ao conteúdo, outrora atividades pensadas aos alunos das séries iniciais do Ensino Fundamental. Meu principal objetivo foi mostrar as alunas, futuras professoras, a possibilidade de aplicação da física em qualquer ano escolar,

independentemente da idade do aluno. Digo isso, tendo como inspiração os estudos de Jerome Bruner, no qual afirma que “qualquer assunto pode ser ensinado com eficiência, de alguma forma intelectualmente honesta, a qualquer criança, em qualquer estágio de desenvolvimento” (BRUNER, 1973, p. 31, apud SILVA e Gomes, 2017, p. 22).

A aplicação do produto educacional me levou a caminhos analíticos inesperados, oportunizando a busca por informações que envolvem a inserção da mulher nos espaços de ensino e de produção de conhecimento. Além disso, possibilitou a partir de um olhar histórico, conhecer os fatores envolvidos nas questões relativas à inserção das mulheres nos espaços de ensino, no mercado de trabalho e no mundo científico. Mesmo sabendo que a proposta inicial deste trabalho não estivesse voltada para a problematização de questões de gênero, a análise desenvolvida além de gerar curiosidade, me proporcionou adquirir conhecimentos que me ajudaram a repensar o papel da mulher no ensino e as lutas por seu reconhecimento nos espaços de produção de conhecimento.

## 5 METODOLOGIA

Ao longo deste capítulo é apresentada a metodologia desenvolvida para a aplicação do produto educacional. Na primeira seção está descrita a proposta do Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física. Na próxima seção será apresentada a escolha do tema trabalhado. Na terceira seção será contextualizado o espaço e a turma de aplicação do produto educacional. E por fim, a última seção descreve a sequência de ensino e aprendizagem desenvolvida.

### 5.1 Proposta do mestrado

A criação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) é uma iniciativa da Sociedade Brasileira de Física (SBF) e é ofertado em diversas Instituições de Ensino Superior pelo país. A UFRGS passou a integrar esta rede em 2016, com a criação do Polo 50 localizado no Campus Litoral Norte em Tramandaí. Desde então, já abriram 4 novas turmas totalizando 21 alunos provenientes do litoral do Rio Grande do Sul, da região metropolitana de Porto Alegre e da Serra Gaúcha.

O MNPEF é um curso de pós-graduação voltado à capacitação de professores da Educação Básica, qualificando assim, o ensino de Física no país. A grade curricular do curso proporciona ao aluno aprimorar e desenvolver o domínio de conteúdos de Física e técnicas atuais de ensino para motivação, informação, experimentação e demonstrações de diferentes fenômenos físicos. Além disso, os alunos do MNPEF estão em constante aprimoramento e divulgação de seus trabalhos participando de eventos relacionados à educação e à Física.

A principal característica do Mestrado Profissional<sup>12</sup> é que os mestrandos desenvolvam produtos educacionais e utilize-os em sala de aula ou em outros espaços de ensino. Após a aplicação do produto educacional, o mestrando desenvolve uma dissertação relatando a implementação do mesmo. Tanto o produto educacional quanto a dissertação são disponibilizados via internet com o intuito que seja utilizado por outros professores.

A partir da proposta do MNPEF foi desenvolvido um produto educacional que oferece ao professor uma forma alternativa para abordar conceitos como reflexão,

---

<sup>12</sup> <http://www1.fisica.org.br/mnpef/sobre-dissertacoes-e-produtos>

refração, índice de refração e o ensino de lentes biconvexas. Tal produto consiste em uma sequência didática utilizando recursos de baixo custo e uma abordagem investigativa e experimental.

## **5.2 Justificativas: temática e metodológica**

Através da literatura verifica-se que as atividades experimentais ainda estão distantes da sala de aula, de acordo com Carvalho (2010, p. 53) apesar de “estarem há quase 200 anos nos currículos escolares e apresentarem uma ampla variação nos possíveis planejamentos, nem por isso os professores têm familiaridade com essa atividade”. Moreira (2018, p. 73) afirma que “aulas de laboratório praticamente não existem” nas aulas de Física no Brasil. Uma possível justificativa para a falta desta prática na sala de aula, seria o professor não ter vivenciado tal metodologia anteriormente, pois sabe-se que a “formação docente tem início no momento de ingresso na escola como aprendente e estende-se por toda a vida escolar” (MUNSBURG; SILVA, 2014, p. 3). Ou seja, o professor é resultado das experiências que teve ao longo de sua vida (LARROSA, 2002).

Em estudos realizados por Pereira e Fusinato (2015) com professores de Física foram questionados sobre as dificuldades encontradas na realização de atividades experimentais, eles obtiveram relatos envolvendo as seguintes questões: resistência dos próprios professores; má formação do professor de Física e a falta de interesse do mesmo na atividade experimental; falta de alguns equipamentos necessários para a realização de alguns experimentos mais elaborados; falta de tempo para o preparo de experimentos; turmas muito grandes; falta de apoio da direção; falta de ferramentas e utensílios práticos para os experimentos; falta de preparo dos professores que ministram aulas de Física. Nestas respostas pode-se perceber a variedade de circunstâncias envolvidas na produção da desmotivação dos professores para o desenvolvimento das atividades experimentais.

Pereira e Fusinato (2015) ainda relatam que 47% dos professores participantes da pesquisa afirmaram não ter laboratórios em suas escolas, e, dos 53% restantes dispõem de laboratório, porém 10% deles afirmaram nunca ter utilizado o espaço físico. Segundo os autores as justificativas apresentadas pelos professores por não utilizar o laboratório são a falta de técnico disponível, os materiais não funcionarem, além da quantidade de conteúdo a ser cumprido em sala.

Sabe-se a importância do laboratório na demonstração dos conceitos e leis físicas, mas de acordo com estudos realizados por Rezende e Ostermann (2005, p. 324-325) os professores “reconhecem a falta de tempo para preparar os experimentos e a dificuldade para desenvolver atividades que levem à efetiva aprendizagem em função do grande número de alunos por turma”. Sobre a questão da quantidade de conteúdo em relação a disponibilidade de tempo, levando em consideração o contexto atual, sabe-se que a redução de períodos para o ensino de física tem contribuído para a desmotivação do professor, mas também, tornou-se um agravante na inviabilidade de atividades que envolvem experimentos.

No ensino de Física é evidente que ao mesmo tempo em que os alunos convivem com acontecimentos sociais significativos relacionados com a ciência e a tecnologia, recebem na escola um ensino de ciências que pode estar distante da realidade, ocasionando a falta de interesse e motivação dos alunos como um dos obstáculos para a aprendizagem. Segundo Ricardo (2010, p. 29) “muitas vezes, os alunos acabam por identificar uma ciência ativa, moderna, e que está presente no mundo real, todavia, distante e sem vínculos explícitos com uma física que só “funciona” na escola”.

Essa visão dos alunos de que a Física está presente apenas na escola se confirma com os estudos realizados por Rezende e Ostermann (2005) no qual afirma que vários professores apresentam dificuldades em relacionar o conteúdo teórico a fenômenos do cotidiano. Com relação aos conteúdos de física presentes nos manuais e livros didáticos, Ricardo (2010, p. 40) afirma que “se encontram distantes da vida cotidiana, das tecnologias, enfim, do mundo dos alunos”.

Neste contexto, em que o aluno não percebe a Física aplicável ao cotidiano, Carvalho (2010, p. 60) sugere que “precisamos observar se as atividades experimentais estão proporcionando a transposição do conhecimento aprendido para a vida social”. Acredita-se que seja indispensável a presença de atividades experimentais nas aulas de Física, no qual os alunos possam observar, manusear, experimentar e investigar situações do cotidiano.

Refletindo sobre as palavras de Hewitt (2011, p. 506), no qual afirma que "o aprendizado sobre lentes é uma atividade prática. Não manusear lentes enquanto se aprende sobre elas é como ter aulas de natação fora da água". O objetivo do produto educacional é oferecer ao professor uma forma alternativa para ensinar os conteúdos

relacionados às lentes biconvexas envolvendo a atividade experimental e utilizando materiais de baixo custo.

Tendo em vista todos os aspectos já comentados acima, o produto educacional (APÊNDICE E) desenvolvido consiste em uma sequência de ensino e aprendizagem voltada ao estudo das lentes biconvexas e conceitos relacionados como refração e reflexão, utilizando recursos de baixo custo e uma abordagem investigativa e experimental, sendo possível aplicar a qualquer turma do Ensino Médio.

### **5.3 Contextualização do espaço de aplicação do produto: uma turma de mulheres**

O produto educacional desenvolvido neste trabalho foi aplicado no 1º ano do Ensino Médio – Curso Normal, em uma escola da rede estadual, na cidade de Barão, no estado do Rio Grande do Sul. A escola fica localizada no centro da cidade sendo a única do município a ofertar a nível de Ensino Médio, este município é relativamente pequeno, sua população segundo dados do IBGE<sup>13</sup> (2010) é 5.741 pessoas.

A justificativa da escolha desta instituição foi devido a oferta do Curso Normal, possibilitando divulgar às futuras professoras do Ensino Fundamental a importância da Física e possibilidades de aplicação dos conceitos no cotidiano. Importante salientar que os municípios vizinhos não oferecem este curso, além disso, a instituição mais próxima está localizada a 30km de distância da instituição escolhida.

A escola possui 10 salas de aula com atividades realizadas em três turnos (matutino, vespertino e noturno), sendo ofertados os níveis de ensino Fundamental, Médio, Médio – Curso Normal e Curso Normal – Aproveitamento de Estudos. Todas as salas são equipadas com mesas e classes correspondente ao número de alunos, ar-condicionado, quadro (branco e de giz), caixa de som, um computador e um projetor multimídia.

Com relação às instalações da instituição, a escola conta com auditório, banheiro adaptado para alunos com deficiência, biblioteca, cozinha, laboratório de informática, laboratório de ciências, quadra de esportes descoberta, refeitório e sala de recursos multifuncionais para Atendimento Educacional Especializado (AEE).

---

<sup>13</sup> <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/barao/panorama>



O laboratório de ciências dispõe de um quadro branco, três bancadas com torneira, pia e entrada de gás para a realização de experimentos e existem em torno de vinte bancos apropriados à altura da bancada; uma mesa é utilizada para guardar um microscópio e um retroprojeter; cinco armários são utilizados para guardar peças de vidrarias de laboratório, termômetros, uma balança de peso e um esqueleto educacional. Devido ao espaço ser pouco utilizado, uma parte do laboratório foi dividida para armazenar produtos de limpeza geral.

A turma é composta por quinze integrantes, todos do sexo feminino com faixa etária entre 15 e 18 anos, oriundas de diferentes cidades entre elas: Barão, Carlos Barbosa e São Pedro da Serra. As demais turmas de Curso Normal nesta instituição também foram analisadas e foi constatado que a maioria do público corresponde ao sexo feminino, o público masculino equivale a 3,8% do total.

#### **5.4 Sequência de ensino e aprendizagem baseadas em metodologias ativas**

O produto aplicado na turma consiste em uma Sequência de Ensino e Aprendizagem, no qual aborda os conteúdos relacionados ao tópico: lentes biconvexas. Normalmente este conteúdo é abordado no segundo ano do Ensino Médio, porém, devido a Física estar inserida no currículo apenas no primeiro ano do Ensino Médio - Curso Normal foi necessário fazer tal alteração.

A escolha dos materiais para a realização desta sequência foi planejada de modo que tais recursos estivessem disponíveis no cotidiano das pessoas, assim, qualquer professor pode aplicar a sequência de ensino e aprendizagem em sua realidade.

A Sequência de Ensino de Aprendizagem foi desenvolvida com base na Teoria da Aprendizagem Significativa e Metodologias Ativas de Aprendizagem conforme apresentadas no capítulo anterior. Foram elaboradas diferentes estratégias de ensino utilizando a metodologia da experimentação, investigação e problematização totalizando 05 encontros, conforme o cronograma apresentado no Quadro 1 e descrita com maiores detalhes no produto educacional (APÊNDICE E).

**Quadro 1 - Cronograma das aulas**

<b>Encontro</b>	<b>Duração</b>	<b>Atividades</b>
1º encontro	90 min	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicação do questionário de conhecimentos prévios.</li> <li>- Texto de organizadores prévios;</li> <li>- Conversação e análise do questionário;</li> <li>- Organização dos grupos;</li> <li>- Experimento: Retas diagonais ou curvas?;</li> <li>- Conversação;</li> <li>- Estudo do fenômeno refração;</li> <li>- Experimento: Invisibilidade;</li> <li>- Conversação;</li> <li>- Estudo do índice de refração;</li> <li>- Pesquisa de experimentos relacionados com refração.</li> </ul>
2º encontro	90 min	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dinâmica da Caixa Musical;</li> <li>- Classificação das imagens da dinâmica;</li> <li>- Experimento: Reflexão nas esferas de poliacrilamida;</li> <li>- Conversação;</li> <li>- Estudo do fenômeno da reflexão;</li> <li>- Experimento: Observações nas esferas de poliacrilamida;</li> <li>- Conversação;</li> </ul>
3º encontro	45 min	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Retomada da Dinâmica da Caixa Musical;</li> <li>- Retomada do experimento: Observações nas esferas de poliacrilamida;</li> <li>- Introdução ao conceito de lentes e formação de imagens em lentes biconvexas;</li> <li>- Experimento: Microscópio Caseiro (demonstração investigativa);</li> <li>- Conversação;</li> <li>- Pesquisa de experimentos relacionados com reflexão e lentes;</li> </ul>
4º encontro	90 min	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Experimento: Bebo água de coco;</li> <li>- Conversação;</li> <li>- Estudo da formação de imagens em lentes biconvexas;</li> <li>- Experimento: Setas Invertidas;</li> <li>- Debate entre os grupos;</li> <li>- Apresentação da proposta: Show da Física;</li> <li>- Conversação sobre experimentos pesquisados e os conteúdos relacionados.</li> </ul>
5º encontro	90 min	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Show da Física (apresentação/avaliação);</li> <li>- Apresentação dos experimentos às demais turmas;</li> <li>- Avaliação da sequência.</li> </ul>

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

## 6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo, buscando dialogar com as teorias apresentadas no capítulo dois e capítulo três, serão apresentados os resultados da implementação do produto educacional, uma descrição e análise de cada aula, os resultados obtidos no questionário de identificação dos conhecimentos prévios, análise dos experimentos desenvolvidos, relato das apresentações realizadas pelos alunos no Show da Física e resultado do questionário final de avaliação dos estudantes com relação à proposta.

### 6.1 Descrição e análise das aulas

#### 6.1.1 Aula 01

O primeiro encontro da sequência didática teve duração de 90 minutos, ou seja, o equivalente a 2 períodos. Inicialmente foi realizada uma atividade de conversação com a turma objetivando conhecê-los, cada aluna falou um pouco sobre si e a importância/aplicação da Física no cotidiano. Entre os relatos das alunas, dois deles se destacam, no qual consideram que a Física:

- a) “é muito importante para aprender e para um dia ensinar para as outras pessoas.” (Aluna AL)
- b) “É algo essencial para compreender como que realizamos determinada ação. Física é tudo.” (Aluna ER)

A fala destas duas alunas se destacam pelo fato de que os alunos percebem a importância da Física na explicação de fenômenos físicos, bem como sua aplicação em situação do cotidiano. Com relação ao relato da aluna AL, fica evidente a preocupação com a escolha profissional, pois conforme já mencionado anteriormente, a turma aplicação é do Ensino Médio - Curso Normal, ou seja, serão futuras professoras.

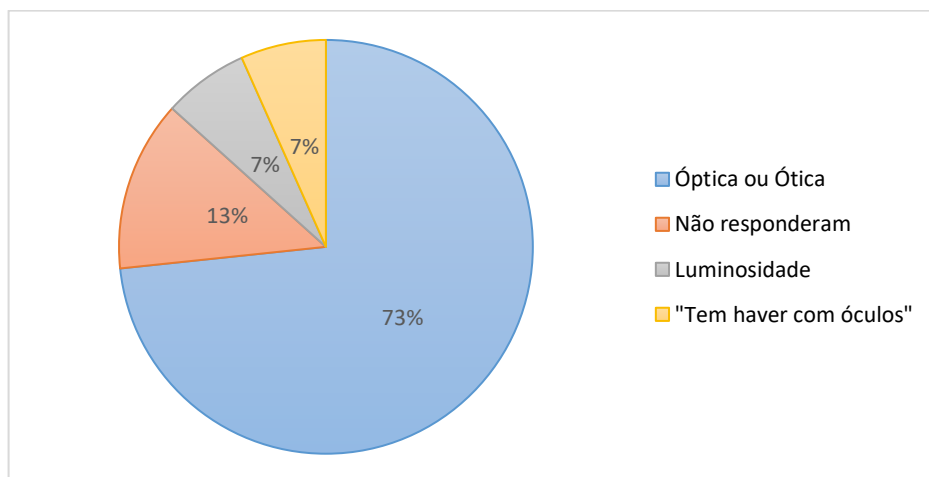
Em seguida, foi apresentada a proposta de implementação do produto educacional, as alunas não apresentaram resistência, porém apenas algumas delas demonstraram interesse.

A aplicação da sequência didática iniciou com a realização de um questionário de conhecimentos prévios, objetivando identificar o que as alunas tinham de conhecimentos que pudessem ser relacionados aos conteúdos a serem trabalhados

durante a aplicação do produto educacional. As alunas foram orientadas a responder com seriedade e individualmente o questionário, para que possibilitasse o acesso a dados (obtendo resultados) mais próximos da realidade.

Relacionado ao questionário, a primeira questão interrogava as alunas quanto a área da Física que estuda os fenômenos relacionados com a luz, das respostas obtidas são apresentadas abaixo, na Figura 14.

**Figura 14 – Questão 01: Uma das áreas da Física estuda os fenômenos relacionados a luz. Como é chamada esta área da Física?**



Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Analisando as respostas para a questão 01 verificou-se que 73% responderam “óptica ou ótica” de acordo com a divisão realizada pela Física, 13% não responderam esta pergunta, 7% responderam “luminosidade” sendo a área da física que estuda a luz e 7% responderam “Tem a ver com óculos” demonstrando saber sobre o assunto, porém não sabiam atribuir o nome correto.

Com relação a definição de luz, na segunda questão - “Na sua opinião, o que é luz?” – foram obtidas diferentes respostas. Entre elas, destacam-se as seguintes:

- a) “Tudo aquilo que ilumina”;
- b) “Luz é o clarão no qual nos faz enxergar”;
- c) “Uma propriedade fundamental para a visão”;
- d) “Luz é um brilho forte igual ao sol”;
- e) “Acho que é uma onda de energia luminosa”;
- f) “A luz é um conjunto de cores refletidas”;
- g) “Luz é o reflexo de algo luminoso em algo/alguma coisa em específico”.

Entre todas as respostas apresentadas para a segunda questão, cerca de 36% das alunas apresentaram respostas semelhantes se referindo a luz sendo como aquilo que ilumina.

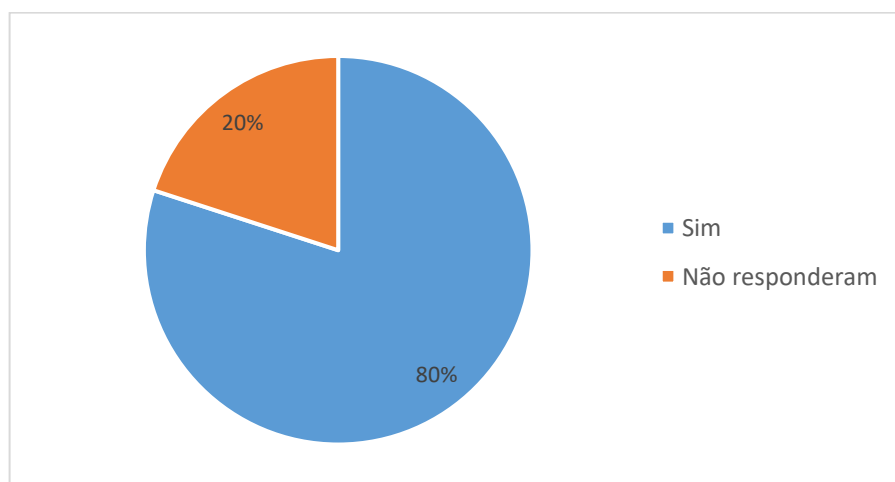
Na terceira questão, “Descreva com suas palavras o que são raios luminosos?”, as alunas descreveram o que são os raios luminosos apresentando respostas bem diversificadas:

- a) “São raios que refletem nos espelhos dos nossos olhos e os raios luminosos são também raios que saem do sol”;
- b) “São raios de luz, que atingem a terra e outros objetos”;
- c) “São raios que tem uma luz própria, raios de sol é um exemplo disso”;
- d) “Raios que quando tocam alguma superfície, reflete criando outros tipos de raios”;
- e) “Raios refletidos de algum lugar”;
- f) “Luzes que refletem as cores”;
- g) “Fetiches de luz”.

Parte da turma apresentou respostas parecidas, no qual relaciona o raio com a luz, ou seja, raios que transmitem, emitem ou refletem luz. Além disso, duas alunas optaram por não responder à questão.

A pergunta seguinte, questão quatro, questionou-se sobre o comportamento dos raios, as alunas deveriam responder se os raios poderiam se encontrar e interagir um com o outro, as respostas estão apresentadas abaixo, na Figura 15.

**Figura 15 - Questão 04: Na sua opinião, os raios luminosos podem se encontrar e interagir uns com os outros?**



Fonte: elaborado pelo autor (2019).

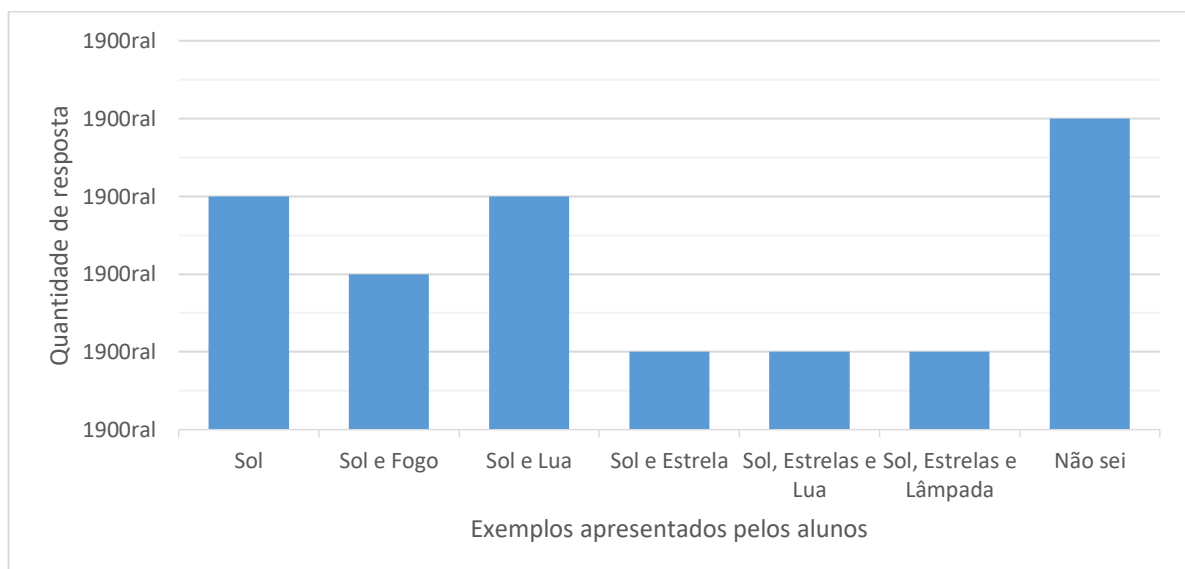
Algumas alunas apresentaram uma justificativa complementando sua resposta, entre elas destacam-se as seguintes respostas:

- “Sim, pois eles se intercalam”;
- “Sim, formando um encontro luminoso que resulta numa luz muito forte”;
- “Sim, acho que uma lâmpada ligada em um lugar que tenha sol, elas irão se misturar”;
- “Sim, quando ocorre a mistura das cores primárias de luz”;
- “Sim, pois eles podem se sobrepor uma a outra”.

Acertaram aquelas alunas que responderam sim na questão 04, pois os raios luminosos quando se encontram eles interagem uns com os outros, após seguem normalmente seu caminho. Conforme afirma Knight (2009) um raio luminoso se propaga indefinidamente, a menos que interaja com a matéria e mude de sentido. Isto é, os raios luminosos se propagam em linhas retas e podem se cruzar sem serem afetados até encontrar a matéria.

A questão seguinte solicitava que as alunas apresentassem dois exemplos de fontes primárias de luz. As respostas obtidas são apresentadas abaixo, na Figura 16.

**Figura 16 - Questão 05: Dê dois exemplos de fontes primárias de luz**



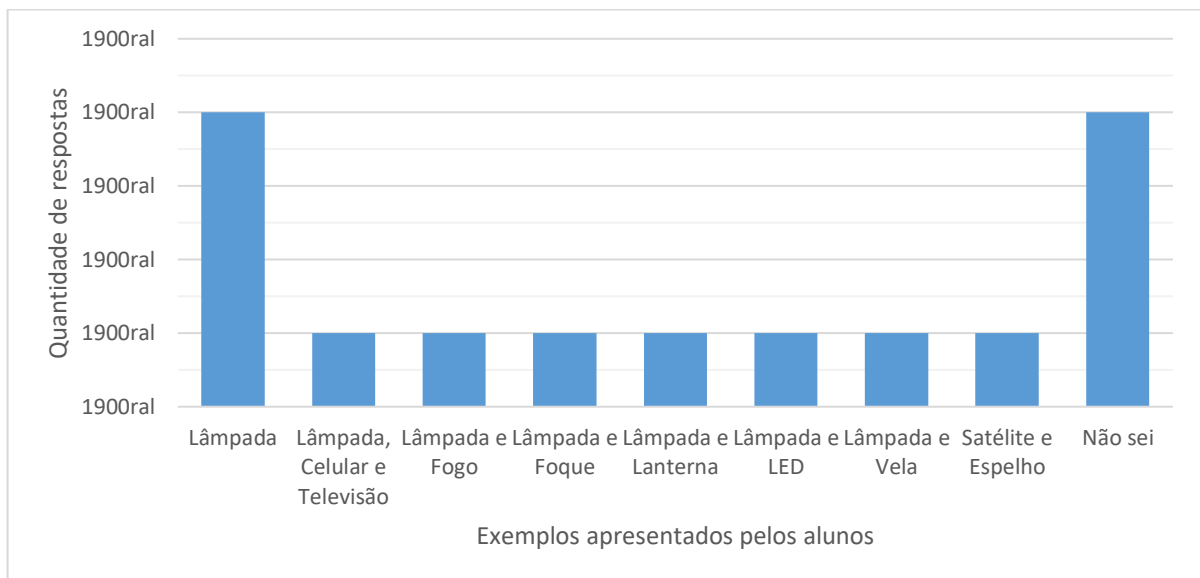
Fonte: elaborado pelo autor (2019).

As fontes primárias de luz são aquelas que emitem luz própria, como por exemplo, estrelas, fogo, lâmpada acesa e o sol. A maioria das alunas apresentaram respostas corretas, porém, apenas quem respondeu Lua errou, pois é uma fonte

secundária de luz. Conforme afirma Hewitt (2011), no qual se refere que o Sol é uma fonte primária, e classifica como uma fonte secundária, o céu iluminado.

Já as fontes secundárias de luz são aquelas que apenas enviam a luz que recebem de outras fontes. Na questão seguinte, as alunas deveriam apresentar dois exemplos de fontes secundárias de luz, as respostas obtidas são apresentadas na Figura 17.

**Figura 17 - Questão 06: Dê dois exemplos de fontes secundárias de luz**



Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Analisando as respostas apresentadas pelas alunas, verificou-se que praticamente a maioria da turma cometeu algum equívoco. Apenas uma resposta estava correta, na qual são apresentadas as seguintes fontes secundárias de luz: “Satélites e espelhos”.

A última questão do questionário de conhecimentos prévios dizia o seguinte: “Descreva com suas palavras o que é uma lente? E qual sua utilidade?”. As respostas obtidas foram:

- “Nos óculos serve para ajudar as pessoas que não conseguem enxergar”;
- “Lentes são para conseguirmos ver um objeto com mais detalhes”;
- “Ver as coisas melhor”;
- “A lente é como uma janela que nos faz enxergar as coisas”;
- “Lente é uma coisa que ajuda a “almentar” as micros coisas”;
- “Elas refletem a luz e nos permitem enxergar”;

- g) “Algo que é utilizado para enxergar”;
- h) “A lente é um vidro óptico, que nos ajuda a enxergar”;
- i) “Lentes são objetos de vidro que permitem a passagem de luz, suas funções variam da necessidade”;
- j) “Lente é como um espelho que aproxima. A utilidade da lente é para ver as coisas melhor”;
- k) “A lente serve para várias coisas, como ver”;
- l) “A lente serve para aproximar (alguma coisa do gênero)”;
- m) “Lente é como um espelho que facilita nossa visão”.

Apesar de cada aluna apresentar suas opiniões utilizando palavras por vezes inadequadas, de modo geral, percebe-se que as alunas apresentam um conhecimento relevante sobre o assunto a ser trabalhado na Sequência de Ensino e Aprendizagem, o que evidencia a relação da Física com o cotidiano de cada um.

As respostas apresentadas acima obtidas através do questionário para identificação dos conhecimentos prévios foram importantes para dar continuidade na sequência das aulas, já que permitem saber quais são as principais deficiências, recuperar informações prévias e entender particularidades da turma.

As questões elaboradas permitiram identificar que 73% da turma sabem qual a área da Física que estuda os fenômenos relacionados à luz, as outras alunas apresentaram respostas relacionadas aos óculos, a luminosidade, ou não responderam à questão. As alunas conseguem exemplificar corretamente fontes primárias de luz, porém, com relação às fontes secundárias de luz, a maioria dos alunos cometeu algum equívoco, um dos alunos apresentou dois exemplos corretos: satélites e espelhos. Com relação às lentes, cada aluna apresentou sua opinião utilizando palavras por vezes inadequadas, classificando a lente como um espelho ou acreditando que as lentes refletem a luz. Mas de modo geral, percebe-se que as alunas apresentam conhecimento relevante sobre o assunto, pois identificam que as lentes auxiliam na visão, permitindo visualizar melhor os objetos, até mesmo aumentando o tamanho da imagem desses objetos.

Após responderem ao questionário, na sequência realizou-se a leitura de um texto contendo explicações que retomavam as respostas do questionário de conhecimentos prévios (APÊNDICE A). Em seguida foi realizada uma conversa relacionando o texto e o questionário, possibilitando o compartilhamento e a ressignificação de saberes, além de permitir que os estudantes dialogassem sobre



diversas percepções e confrontá-las com os conhecimentos científicos (CARVALHO, 2019). Neste momento identificou-se que algumas alunas desconheciam o fato de que a Lua reflete a luz do Sol, por isso cometeram o equívoco de apresentar no questionário a Lua como sendo uma fonte primária de luz. Este momento permitiu às alunas construir uma definição dos raios luminosos mais elaborada, com um nível mais complexo de relações, do que as apresentadas no questionário (MOREIRA, 2012).

Podemos concluir que a realização do questionário de conhecimentos prévios e o estudo do texto relacionado aos conceitos envolvidos no questionário, permitiram o desenvolvimento da alfabetização científica, pois segundo Chassot (2003) a alfabetização científica é um conjunto de conhecimentos que facilitarão os homens e as mulheres a fazer uma leitura do mundo no qual vivem. Além disso, o desenvolvimento destas atividades se relacionam com a ideia de Sasseron (2019) no qual afirma que o ensino deve ser capaz de proporcionar aos alunos a compreensão dos conhecimentos científicos à sua volta.

As estudantes foram convidadas a formar os grupos de trabalho para a realização das tarefas nas próximas aulas. Ao todo foram formados cinco grupos, todos contendo três alunas cada. Estes grupos permaneceram iguais até a última tarefa da sequência de ensino e aprendizagem, com o objetivo de os integrantes manterem o contato criando afinidade, afeto e facilitando assim a comunicação entre os membros do grupo e a construção do conhecimento.

Em seguida realizou-se a primeira atividade experimental intitulada “Retas Diagonais ou Curvas?” com o objetivo de construir juntamente com a turma o conceito de refração. Para isso, após a realização do experimento, cada grupo respondeu a seguinte situação-problema: “Ao observar as retas através da garrafa contendo água e/ou da garrafa contendo ar, perceberá que a imagem observada é diferente. Explique qual a diferença observada entre as duas garrafas? Justifique, com suas palavras, qual o motivo dessa diferença entre as duas garrafas?”

Todos os grupos perceberam que quando a garrafa preenchida com água é colocada na frente da imagem, as retas diagonais se modificam tornando-se curvas (Figura 18). Já colocando a garrafa vazia na frente da imagem nada acontece com as retas diagonais, permanecem iguais. Além disso, quatro grupos destacaram que a diferença entre as garrafas ocorre devido a presença de água, como apresentado abaixo, na Figura 18.

**Figura 18 - Realização do experimento Retas Diagonais ou Curvas?**



Fonte: o autor (2019).

De acordo com a literatura, a explicação desta diferença entre as garrafas é que quando estamos utilizando a garrafa preenchida com água, ocorre o fenômeno da refração na imagem observada através da água (KNIGHT, 2009; HEWITT, 2011; HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2014). A luz é transmitida de um meio para o outro, ou seja, entre o ar e a água. Esta mudança do meio de propagação, faz com que a luz sofra um desvio, pois ocorreu uma variação na velocidade de propagação. (NUSSENZVEIG, 2013).

Com relação às explicações das alunas, o Grupo C destacou-se entre os demais grupos citando a refração, conforme relato do grupo:

Na garrafa com água, a imagem muda de sentido. Já na garrafa vazia, esse fenômeno não acontece. O motivo dessa mudança é a refração da luz ao entrar em contato com a água, contida na garrafa, fazendo com que a imagem seja invertida.

Os Grupos A e B também trouxeram observações relevantes, porém, ao invés de utilizar o termo refração, conforme o esperado, os grupos utilizaram reflexão. A utilização equivocada do termo aparentemente se deve ao fato dos nomes serem parecidos um do outro. O Grupo B, durante a atividade experimental, destacou-se

também, porque mobilizaram em busca de soluções, conforme observa-se o relato do grupo:

Com a garrafa vazia, não há diferença na imagem. Com a garrafa cheia de água, as linhas ficam curvas e horizontais, no entanto, se virarmos a garrafa cheia na direção das linhas, a imagem fica igual à do papel. A diferença é a água, pois esta reflete a luz de outra forma, alterando a imagem que vemos.

Através do relato do Grupo B, foi possível observar a criação e testagem de hipóteses. O grupo foi realizando pequenas experiências, por conta própria, no qual resultaram em conclusões importantes e relevantes para a obtenção de resultados. Os resultados obtidos com este grupo foram ao encontro do que afirma Aquilante *et al.* (2011), a atividade motivou as alunas e possibilitou levantar hipóteses e questões de aprendizagem envolvendo a atividade experimental.

As respostas apresentadas pelos grupos permitiram iniciar uma conversa sobre o experimento e o fenômeno envolvido, a turma concluiu que a presença da água muda a direção/sentido das linhas. Foi apresentado à turma o nome refração como sendo o fenômeno físico relacionado ao experimento, e a definição do conceito de refração construído em conjunto com a turma é: a luz muda de direção quando troca de meio, pois muda a velocidade de propagação da luz.

Durante o momento de conversa utilizou-se a metodologia de “observar as enunciações elaboradas pelos alunos durante discussões visando à construção de explicações coletivas para determinados fenômenos” (COLOMBO, 2016). O fato de as alunas poderem expressar sua opinião foi muito relevante, e permitiu unir os conhecimentos prévios relacionados ao cotidiano com os conceitos científicos gerando uma aprendizagem significativa (MOREIRA, 2009). Além disso, o momento em que a turma construiu seu próprio conceito para a refração, propiciou as estudantes manter-se com a motivação da atividade experimental, evitando assim, uma possível desmotivação da turma ao se deparar com conceitos prontos e acabados (CAPECCHI, 2019).

Dando continuidade na aula, foi realizado outro experimento com o intuito de instigar as alunas a desenvolver o conceito de índice de refração e compreender sua importância, o experimento intitulado “Invisibilidade” partiu-se da seguinte situação-problema: “Observando a garrafa, qual o conteúdo do interior dela? Pensando em

filmes ou livros que vocês conhecem, existem personagens ou objetos que são invisíveis? Pensando na nossa realidade, existem objetos invisíveis?”

Aparentemente dentro da garrafa contém apenas água, porém existe outro material que não é possível observar, são as esferas de poliacrilamida (MARCONATO; FRANCHETTI, 2002). Elas foram colocadas dentro da garrafa e foram hidratadas com água. No momento que as bolinhas de poliacrilamida são colocadas na água são visíveis, mas com o passar dos minutos as bolinhas vão absorvendo a água, e assim aumentando de tamanho e ficando invisíveis. As esferas de poliacrilamida são formadas por um nível muito alto de água, logo o índice de refração da água e das esferas são similares. A luz passa pela água e pelas bolinhas, mas devido ao seu índice de refração ser muito próximo, a luz não sofre desvio e parece visualmente que só há água na garrafa (Figura 19).

**Figura 19 - Realização do experimento Invisibilidade**



Fonte: o autor (2019).

A atividade experimental foi desenvolvida e despertou a curiosidade das alunas em desvendar o que havia dentro da garrafa. O objetivo de introduzir o conceito de índice refração através desta atividade, não foi possível realizar o objetivo, pois quando as alunas conheceram as esferas de poliacrilamida causou um ânimo fora do previsto, acarretando a falta de tempo para análise das situação-problema. A finalização da análise desta atividade experimental foi na aula seguinte.

A fim de possibilitar aprendizagens por investigação e experimentação, neste dia, foi proposto aos grupos a realização de uma tarefa para entregar na próxima aula. Cada grupo deveria pesquisar outro experimento, ou seja, um experimento diferente do que foi realizado em aula, que estivesse relacionado com o conteúdo de refração.

O resultado da pesquisa incluía a apresentação do experimento, com a justificativa de sua adequação, trazendo os pontos de vista do grupo de modo a demonstrar o estabelecimento de conexões entre os seus conhecimentos e o conteúdo trabalhado em aula (BACICH; MORAN, 2018).

### 6.1.2 Aula 02

O segundo encontro da sequência de ensino e aprendizagem durou 90 minutos, e iniciou com a retomada das tarefas pendentes do último encontro. Foi retomado o experimento “Invisibilidade” no qual tinha como objetivo introduzir o conceito de índice de refração com as esferas de poliacrilamida. O desenvolvimento da atividade experimental aconteceu nos mesmos grupos da aula anterior, conforme já foi mencionado, estes grupos permaneceram iguais até o final da sequência de ensino e aprendizagem.

Realizou-se um momento de conversação coletiva com toda a turma para analisar as respostas apresentadas na situação-problema disponibilizada na Aula 01, onde foi questionado as seguintes perguntas: “Observando a garrafa, qual o conteúdo do interior dela? Pensando em filmes ou livros que vocês conhecem, existem personagens ou objetos que são invisíveis? Pensando na nossa realidade, existem objetos invisíveis?”.

Todos os grupos apresentaram hipóteses procurando desvendar o que tinha dentro da garrafa, como bolhas de ar, óleo, gel, plástico ou silicone. Porém, apenas o Grupo C respondeu mais próximo do embasamento teórico, segue relato do grupo: “Há possibilidades de ser alguma substância de densidade diferente da água ou bolinhas incolor, que crescem em contato com a água”.

Com relação à invisibilidade dos materiais, os Grupos A, D e E disseram não acreditar que existem objetos invisíveis, apenas são transparentes. Já os Grupos B e C, acreditam que os objetos existem, porém não os enxergamos a olho nu, conforme relato do Grupo B: “Podem existir, só que não podemos ver! Como o vento, que não vemos mas sentimos seus efeitos, pois suas partículas são microscópicas”. Na ficção os grupos apresentaram os mesmos exemplos como a mulher invisível, a capa da invisibilidade do Harry Potter e os fantasmas.

O índice de refração não foi citado pelos grupos, entretanto o Grupo C falou sobre a densidade dos materiais e esse relato foi utilizado para iniciar o diálogo sobre

a refração e o índice de refração. Como resultado deste momento de conversação, foi definido pela turma em conjunto com o professor, o índice de refração como responsável pelo comportamento da luz dentro do material e cada material tem o seu índice de refração. As próprias alunas chegaram à conclusão de que a água tem índice de refração muito próximo ao índice das esferas de poliacrilamida, devido ao fato de absorverem muita água.

Com esta atividade, um problema experimental, podemos perceber que na resolução do problema, foi possibilitado a ocorrência de aprendizagens por meio de ações intelectuais, desenvolvidas pelos alunos (CARVALHO, 2017). Tais ações intelectuais estavam presentes no momento de conversação coletiva, através da argumentação e que resultaram na explicação coletiva do fenômeno da refração. Segundo Colombo (2012, p. 490) a “argumentação é uma estratégia que colabora na aquisição da linguagem científica e possibilita desenvolver nos estudantes uma capacidade de raciocinar e discutir sobre problemas científicos”.

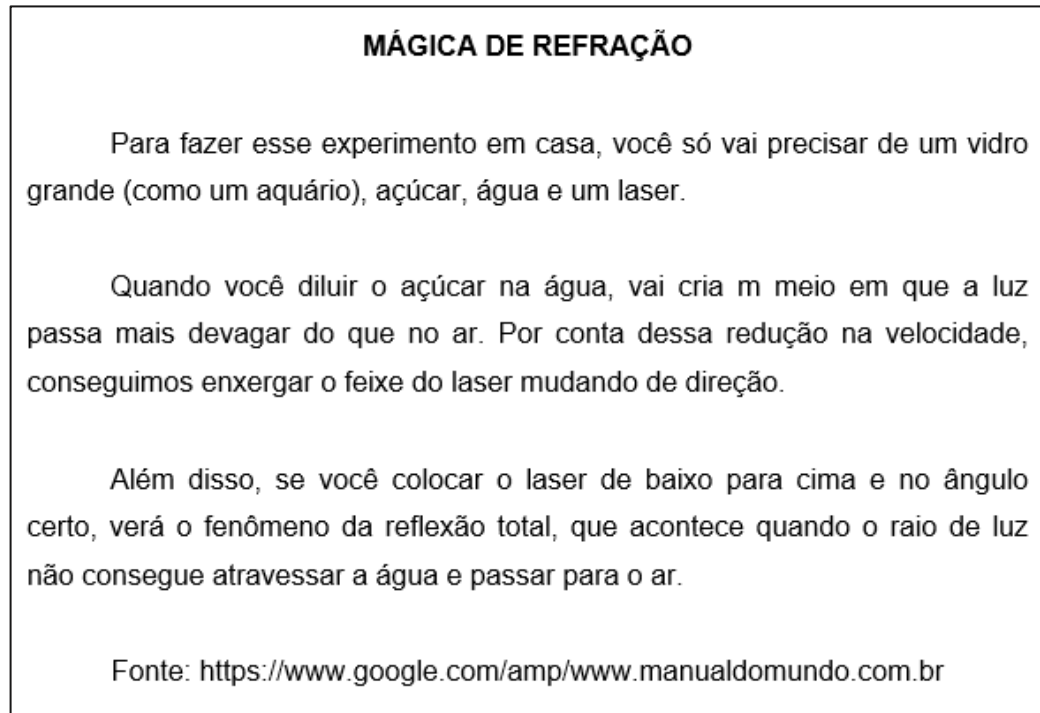
O segundo momento da aula envolvia as pesquisas solicitadas no último encontro de outro experimento relacionado com o conteúdo de refração, foram entregues por todos os grupos conforme o prazo solicitado. Observou-se que cada grupo realizou a pesquisa e entregou-a por escrito utilizando suas próprias escolhas da investigação, pois não foi definido um caminho ou modelo de pesquisa como padrão.

Os grupos A e C apresentaram o mesmo experimento em suas pesquisas, conforme Figura 20 e Figura 21, no qual se utiliza um laser para visualizar o desvio da luz em um recipiente com água e açúcar diluído em água ao fundo. Os experimentos eram iguais, porém as duas pesquisas eram bem diferentes entre si. O grupo A foi bem sucinto (Figura 20), ocultando alguns passos importantes como o desenvolvimento do experimento, já o grupo C (Figura 21) explicou com detalhes os materiais a serem utilizados, o desenvolvimento, o resultado e a explicação do experimento. Como podemos observar nas Figuras<sup>14</sup> 20 e 21, ilustradas abaixo:

---

<sup>14</sup> Com o objetivo de preservar a identidade dos alunos, não foram colocadas as imagens dos trabalhos entregues pelos grupos, mas as mesmas foram digitadas.

**Figura 20 - Pesquisa do experimento relacionado a refração realizada pelo Grupo A**



Fonte: o autor (2019).

**Figura 21 - Pesquisa do experimento relacionado a refração realizada pelo Grupo C**

**EXPERIÊNCIA: ENTORTAR A LUZ COM ÁGUA E AÇÚCAR**

Materiais:

- 1 recipiente de vidro;
- 500 ml de água;
- Açúcar;
- Caneta laser;

Desenvolvimento:

- Primeiro passo: Colocar a água no recipiente de vidro e espalhar o açúcar de modo que cubra todo o seu fundo.
- Segundo passo: Deixar em descanso aproximadamente 6 horas. Após esse tempo, apontar a caneta laser para a água contida no recipiente e observar o que ocorre.

Resultado:

Ao apontar o laser em direção ao fundo do recipiente, é possível notar um desvio da luz. Se a caneta for colocada em um ângulo de  $90^\circ$ , apontando para a água, nada acontecerá. Porém ao mudar aos poucos o ângulo, pode-se perceber que a luz muda de direção.

Outro fato curioso é que ao direcionarmos o laser à água de baixo para cima, o laser não sai da água. É como se houvesse uma barreira que impedisse a luz mudar de ambiente, assim ela acaba desviando de sua direção original.

Explicação:

No primeiro caso, o fenômeno acontece devido à refração da luz, que é definida quando ela passa de um meio para outro, levando a mudança de sua velocidade. A água com açúcar possui um índice de refração maior que o do ar, logo, ao apontarmos o laser para essa mistura, a luz se concentrará no meio em que possui um maior índice de refração.

Já no segundo caso, ocorre o que é chamado de reflexão total, que acontece quando a luz incidente sobre uma superfície que separa dois meios, no sentido do maior para o menor índice de refração, é totalmente refletida e permanece no seu meio de origem.

Fonte: o autor (2019).

A pesquisa apresentada pelo grupo B, conforme Figura 22, continha capa de identificação, passo a passo da realização do experimento e justificativa do fenômeno. O experimento consiste em colocar uma moeda no fundo de um copo sobre uma mesa, uma pessoa se afasta até não conseguir ver a moeda, outra pessoa completa o copo com água e quem se afastou do copo pode visualizar novamente a moeda. Como podemos observar na Figura 22, ilustrada abaixo:



**Figura 22 - Pesquisa do experimento relacionado a refração realizada pelo Grupo B**

**REFRAÇÃO NA ÁGUA**

Material:

- 1 um copo ou recipiente opaco;
- 1 uma moeda ou objeto semelhante;
- Cola;
- Água;

Fase 1:

Coloque o recipiente sobre a mesa e jogue a moeda no fundo.

Fase 2:

Fique olhando para a moeda e afaste-se lentamente até perdê-la de vista.

Fase 3:

Continue no mesmo lugar e peça a um amigo que use o outro copo para despejar água dentro do recipiente com a moeda. Você poderá enxergar a moeda novamente.

O que acontece?

Quando o raio de luz proveniente da moeda chega à superfície que separa a água do ar, ocorre uma mudança de direção da propagação. Como consequência dessa mudança de direção, é possível voltar a ver a moeda.

Fonte: o autor (2019).

Os grupos E e D pesquisaram o mesmo experimento, mas apresentaram trabalhos diferentes, conforme Figura 23 e Figura 24. O grupo D após descrever o experimento explicou o fenômeno envolvido na experiência, já o grupo E após descrever o experimento realizou a experiência em casa e acrescentou uma foto do resultado no trabalho. O experimento escolhido por elas consiste em colocar um botão no fundo de um copo, e ao preencher este copo com água é possível visualizar dois botões. Como podemos observar nas Figuras 23 e 24, ilustradas abaixo:

**Figura 23 - Pesquisa do experimento relacionado a refração realizada pelo Grupo E**

**EXPERIMENTO DE REFRAÇÃO**

MATERIAL:


1. Um copo
2. Água
3. Um botão

COMO FAZER:

1. Coloque o botão dentro do copo.
2. Jogue um pouco de água no copo.

O QUE ACONTECE:

Você vai ver dois botões.



Fonte: o autor (2019).

**Figura 24 – Pesquisa do experimento relacionado a refração realizada pelo Grupo D**

**REFRAÇÃO**

**O QUE É?**

É a mudança na velocidade de uma onda ao atravessar a fronteira entre dois meios com diferentes índices de refração. A refração modifica a velocidade de propagação e o comprimento de onda, mantendo uma propagação direta. A constante de proporcionalidade é a frequência que não se altera.

**EXEMPLO:**

Usamos dois exemplos, o primeiro trata-se de uma lanterna que ilumina um bloco de vidro transparente, sendo ainda mais específico, o fenômeno ocorre quando a luz muda de meio de propagação, como água e ar.

**EXPERIÊNCIA:**

Material:

- 1 - Um copo
- 2 - Água
- 3 - Um botão

Como fazer?

- 1 - Coloque o botão dentro do copo.
- 2 - Jogue um pouco de água no copo.

O que acontece?

Você vai ver dois botões.

Por que acontece?

Isso acontece por causa da refração da luz. Às vezes, a luz não anda em linha reta. Quando atravessa a água, por exemplo, o raio de luz muda de posição. Por isso a gente vê as coisas que estão debaixo da água um pouco fora da posição em que realmente estão.

Fonte: o autor (2019).

Os trabalhos apresentados foram surpreendentes, pois além do experimento solicitado, alguns grupos buscaram e apresentaram um pouco de teoria e os conceitos físicos envolvidos. Não havendo padrões definidos para a entrega da tarefa, possibilitou estimular o desenvolvimento da criatividade de cada grupo (CAMARGO E DAROS, 2018).



O trabalho apresentado pelo grupo E, continha na pesquisa uma foto do experimento realizado em casa, tais resultados condizem com as afirmações de Oliveira (2010) no qual considera que as atividades experimentais contribuem para motivar e despertar a atenção dos alunos, estimulando-os a querer compreender os conteúdos da disciplina.

Foi interessante o momento de apresentação destes grupos, pois as estudantes trouxeram elementos que permitiram explorar um pouco mais o conteúdo. O trabalho ocorreu na perspectiva da colaboração, indo na contramão da competição, tendo em vista que dentro da turma existe uma competição em apresentar os melhores trabalhos. Foram trazidas pelos grupos maneiras de abordagens diferentes que se somaram nas explicações, possibilitando construções em conjunto, expressas na resolução de um desafio que combinou aprendizagens e permitiu o aprofundamento sobre o tema de forma ativa (BACICH; MORAN, 2018; CAMARGO; DAROS, 2018). De acordo com Carvalho (2017, p.12) “ao ouvir o outro, ao responder à professora, o aluno não só relembra o que fez, como também colabora na construção do conhecimento que está sendo sistematizado”. E estas alunas em particular serão futuras professoras o que legitima ainda mais esta metodologia, pois estão já exercitando a sua futura prática laboral e sendo estimuladas a desenvolver atividades diferenciadas com os seus futuros alunos.

Na sequência foi realizada a Dinâmica da Caixa Musical com o objetivo de introduzir o conceito de reflexão da luz. As diversas imagens contidas dentro da caixa foram classificadas pelos alunos conforme apresentado no Quadro 2, ilustrado abaixo:

**Quadro 2 - Classificação das imagens realizada na Dinâmica da Caixa Musical**

Separação das imagens realizada pelas alunas	Intenção da classificação das imagens		
 <p>Fonte: <a href="https://pixabay.com/pt/photos/f%C3%A9rias-reflex%C3%A3o-da-luz-mar-3711054/">https://pixabay.com/pt/photos/f%C3%A9rias-reflex%C3%A3o-da-luz-mar-3711054/</a></p>	<p>As alunas optaram por deixar sozinha esta imagem devido a água estar em movimento.</p>		
 <p>Fonte: <a href="http://www.aulas-fisica-quimica.com/imagens/8F_15_01.jpg">http://www.aulas-fisica-quimica.com/imagens/8F_15_01.jpg</a></p>	<p>As alunas optaram por deixar sozinha esta imagem devido a água estar sem movimento.</p>		
 <p>Fonte: <a href="https://wallhere.com/pt/wallpaper/882776">https://wallhere.com/pt/wallpaper/882776</a></p>	<p>De acordo com as alunas, o líquido da jarra não era transparente, logo, a imagem foi colocada sozinha, mas próximo das imagens do lago.</p>		
 <p>Fonte: <a href="https://farm1.static.flickr.com/154/334289183_25206b0736_b.jpg">https://farm1.static.flickr.com/154/334289183_25206b0736_b.jpg</a></p>	 <p>Fonte: <a href="https://www.grupoescolar.com/a/b/6406E.jpg">https://www.grupoescolar.com/a/b/6406E.jpg</a></p>	 <p>Fonte: <a href="https://wallhere.com/pt/wallpaper/560">https://wallhere.com/pt/wallpaper/560</a></p>	<p>As alunas uniram as imagens que apresentavam algum tipo de espelho.</p>
 <p>Fonte: <a href="http://www.marcushubaide.com.br/tok/wp-content/uploads/2016/05/jarra-de-agua.jpg">http://www.marcushubaide.com.br/tok/wp-content/uploads/2016/05/jarra-de-agua.jpg</a></p>	 <p>Fonte: <a href="https://wallhere.com/pt/wallpaper/823652">https://wallhere.com/pt/wallpaper/823652</a></p>	 <p>Fonte: <a href="http://www.m5ageniadigital.com.br/wp-content/uploads/2011/03/L%C3%A1pis-no-copo.jpg">http://www.m5ageniadigital.com.br/wp-content/uploads/2011/03/L%C3%A1pis-no-copo.jpg</a></p>	<p>Os copos e a garrafa preenchidos com água sem movimento foram classificados juntos.</p>

 <p>Fonte: <a href="https://wallhere.com/pt/wallpaper/882648">https://wallhere.com/pt/wallpaper/882648</a></p>	<p>As alunas identificaram que era um copo, porém este ficou separado devido ao movimento da água.</p>
 <p>Fonte: <a href="https://wallhere.com/pt/wallpaper/632312">https://wallhere.com/pt/wallpaper/632312</a></p>	<p>A bolha de sabão também ficou sozinha.</p>

Fonte: a autora (2020).

Após as alunas classificarem as imagens, foram realizados alguns questionamentos objetivando a separação das imagens entre os fenômenos relacionados a reflexão e a refração. Como a classificação realizada pelas alunas, num primeiro momento, mostraram-se equivocadas, optou-se por manter as imagens fixadas na parede da sala para que fossem retomadas no próximo encontro (aula 03), permitindo assim, que a turma refletisse sobre o assunto ao longo da semana, estimulando a observação da realidade e criando relações significativas com os fenômenos físicos (VALE, 2011).

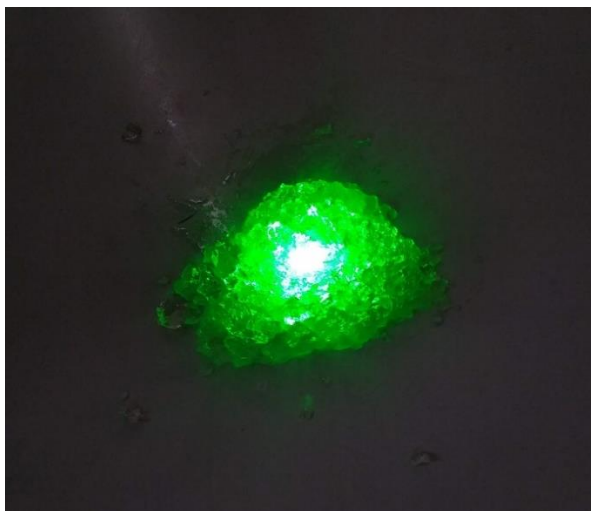
Dando continuidade nas atividades da sequência de ensino e aprendizagem, os mesmos grupos realizaram o experimento “Reflexão nas esferas de poliacrilamida”. O objetivo do experimento era desenvolver coletivamente o conceito de reflexão, porém o resultado obtido foi muito além do esperado. Devido ao manuseio das esferas de poliacrilamida, uma delas acabou partindo-se ao meio. Este foi um momento bastante interessante, pois permitiu as alunas que percebessem na prática a diferença entre a reflexão em uma superfície lisa (Figura 25) e a reflexão em uma superfície rugosa (Figura 26).

**Figura 25 - Reflexão regular obtida durante realização do experimento**



Fonte: o autor (2019).

**Figura 26 - Reflexão difusa obtida durante realização do experimento**



Fonte: o autor (2019).

A partir deste experimento, apresentou-se a seguinte situação-problema: “É possível observar a luz do laser dentro da bolinha de gel? Utilizando ilustrações ou palavras, descreva o comportamento desta luz dentro da bolinha de gel?”. Os resultados obtidos foram positivos, pois todos os grupos ao apontar o laser em direção a esfera perceberam o feixe de luz dentro dela (Figura 27). Sobre a situação-problema emergiram os seguintes relatos:

- a) Grupo A: “Sim, porque dá para ver o reflexo da luz, e a luz que há na mesa é somente uma bolinha e quando reflete bate na mesa e volta, assim fazendo com que vemos 2 feixes de luz”;

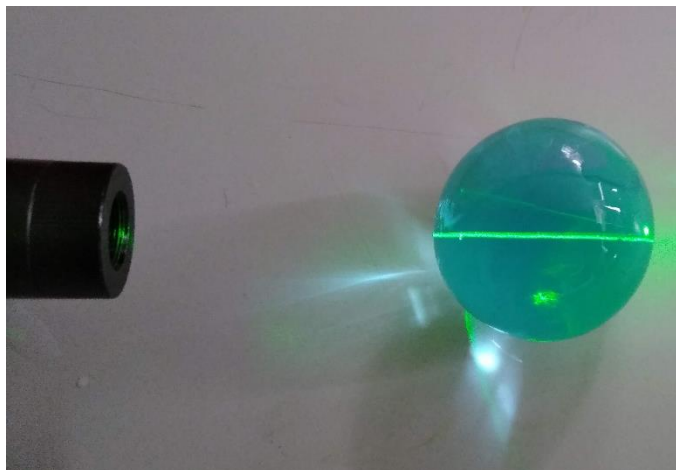


- b) Grupo C: “Sim, é possível observar o laser dentro da esfera colorida. A luz, dependendo do ângulo em que é apontada, acaba sendo refletida, criando vários raios de luz. Também, ao entrar em contato com outro meio, ocorre a refração da luz, onde ela muda de velocidade”;
- c) Grupo E: “Sim, é possível observar a luz do laser dentro da esfera de poliacrilamida, quando colocado o laser apontando em direção a bolinha, dentro dela é possível observar mais retas da cópia original e a luz refletida na classe é diferente da luz do laser”.

Como podemos verificar nos relatos dos grupos, as estudantes se dedicaram em analisar aspectos relacionados à atividade experimental, bem como na construção e testagem de suas hipóteses. Este momento tão rico, evidencia que o importante não é apenas ensinar os conceitos, mas sim, todas as ações manipulativas que permitiram a aluna chegar no resultado (CARVALHO, 2019).

Neste experimento observou-se os fenômenos da refração e da reflexão. O feixe de luz refletido tem uma intensidade luminosa menor do que o feixe de luz incidente, mesmo assim os dois feixes são observáveis (Figura 27), demonstrando o fenômeno da reflexão relacionado ao experimento. Com relação a refração, apesar dos grupos já terem conhecimento sobre o assunto apenas o Grupo D citou o fenômeno, conforme relato a seguir: “Sim, mas por conta da refração, observamos que a luz do laser é alterada”. Neste caso, o fenômeno da refração ocorre entre o ar e a esfera de poliacrilamida, como podemos observar na Figura 27.

**Figura 27 – Realização do experimento Reflexão nas esferas de Poliacrilamida**



Fonte: o autor (2019).



Na sequência a turma trabalhou com um texto explicativo (APÊNDICE **B**) no qual conheceu a lei da reflexão (KNIGHT, 2009; HEWITT, 2011; NUSSENZVEIG, 2013). Após a leitura coletiva deste texto, a turma retornou ao experimento, para interagir e verificar a veracidade da lei apresentada no texto.

No âmbito de não considerar que as leis estão prontas e considerando que foram estudadas por muitos físicos ao longo da história optou-se por trabalhar o conteúdo de maneira diferente (CAMARGO E DAROS, 2018), intercalando o texto com a atividade experimental. Pois, sabe-se que o aluno pode se desmotivar e se distanciar ao se deparar com conhecimentos prontos (CAPECCHI, 2019).

Dando continuidade, utilizando as mesmas esferas do experimento anterior, foi realizado o experimento intitulado “Observações com esferas de poliacrilamida” objetivando introduzir o conteúdo de lentes. Os resultados obtidos neste experimento foram positivos, porém, devido à falta de tempo, não foi possível fazer a análise das respostas obtidas na situação-problema, sendo transferida para o próximo encontro (Aula 03).

Ao longo desta aula foi possível observar a evolução das alunas, no qual caminharam do simples para o complexo, analisando as situações envolvidas nas atividades experimentais, fazendo escolhas e avaliando diferentes pontos de vista (BACICH; MORAN, 2018).

### 6.1.3 Aula 03

O terceiro encontro durou 45 minutos devido a uma programação da escola. Primeiramente foi retomada a dinâmica da caixa musical, com o objetivo de reclassificar as imagens separando as imagens relacionadas ao fenômeno da refração e da reflexão. A classificação das imagens e a justificativa apresentada pelas alunas são apresentadas a seguir, no Quadro 3.

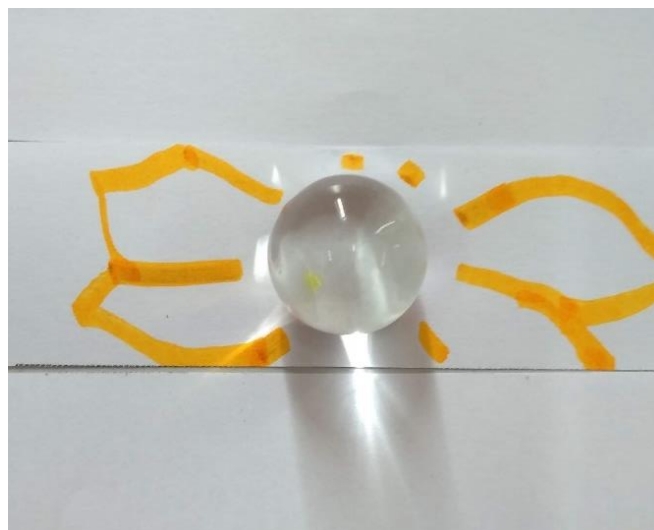
**Quadro 3 – Reclassificação das imagens realizada na Dinâmica da Caixa Musical**

Segunda separação das imagens realizada pelos alunos					Intenção das alunas quando a classificação das imagens
 <p>Fonte: <a href="https://farm1.static.lickr.com/154/334289183_25206b0736_b.jpg">https://farm1.static.lickr.com/154/334289183_25206b0736_b.jpg</a></p>		 <p>Fonte: <a href="https://www.grupo escolar.com/a/b/6406E.jpg">https://www.grupo escolar.com/a/b/6406E.jpg</a></p>		 <p>Fonte: <a href="https://wallhere.com/pt/wallpaper/560">https://wallhere.com/pt/wallpaper/560</a></p>	As alunas uniram estas imagens, pois a semelhança entre elas é que estão refletindo/reproduzindo uma imagem.
 <p>Fonte: <a href="http://www.marcushub aide.com.br/tok/wp-content/uploads/2016/05/jarra-de-agua.jpg">http://www.marcushub aide.com.br/tok/wp-content/uploads/2016/05/jarra-de-agua.jpg</a></p>	 <p>Fonte: <a href="https://wallhere.com/pt/wallpaper/823652">https://wallhere.com/pt/wallpaper/823652</a></p>	 <p>Fonte: <a href="http://www.m5agencia digital.com.br/wp-content/uploads/2011/03/L%C3%A1pis-no-copo.jpg">http://www.m5agencia digital.com.br/wp-content/uploads/2011/03/L%C3%A1pis-no-copo.jpg</a></p>	 <p>Fonte: <a href="https://wallhere.com/pt/wallpaper/882776">https://wallhere.com/pt/wallpaper/882776</a></p>	 <p>Fonte: <a href="https://wallhere.com/pt/wallpaper/882648">https://wallhere.com/pt/wallpaper/882648</a></p>	Estas imagens foram agrupadas pelas alunas, pois identificaram o fenômeno da refração e por entenderem que a luz muda de direção quando troca de meio.
 <p>Fonte: <a href="http://www.aulas-fisica-quimica.com/imagens/8F_15_01.jpg">http://www.aulas-fisica-quimica.com/imagens/8F_15_01.jpg</a></p>					As alunas optaram por deixar esta imagem sozinha devido a água estar parada, ter luz e estar refletindo a imagem.
 <p>Fonte: <a href="https://pixabay.com/pt/photos/f%C3%A9rias-reflex%C3%A3o-da-luz-mar-3711054/">https://pixabay.com/pt/photos/f%C3%A9rias-reflex%C3%A3o-da-luz-mar-3711054/</a></p>					De acordo com as alunas esta imagem apresenta movimento na água, não tem luz e não reflete a imagem. Logo, não tinha relação com as demais.
 <p>Fonte: <a href="https://wallhere.com/pt/wallpaper/632312">https://wallhere.com/pt/wallpaper/632312</a></p>					A bolha de sabão ficou sozinha, mas as alunas não apresentaram argumentos.

A dinâmica foi finalizada através de uma conversa no grande grupo apresentando as devidas justificativas e explicações necessárias para que os alunos compreendessem a classificação correta. Quanto a dúvida das alunas ao classificar as imagens envolvendo o lago, foi explicado que mesmo a água em movimento, ela reflete sim a luz. Porém a reflexão ocorre de uma maneira irregular, como o experimento realizado em sala quando a esfera de poliacrilamida se partiu. Foi realizado um questionamento à turma, quanto a relação da imagem do lago com a água parada e as imagens envolvendo espelhos, logo a turma identificou que todos os exemplos refletiam a imagem. Quanto a imagem da bolha de sabão, percebeu-se que as alunas não sabiam o que fazer com ela, logo foi explicado o fenômeno da interferência e sua relação com o comportamento ondulatório da luz (SERWAY; JEWETT, 2014; ROCHA *et al.*, 2015). Utilizou-se esta conversa sobre a bolha de sabão para mostrar a existência da teoria ondulatória da luz (HUYGENS, 1690; YOUNG, 1801; FRESNEL, 1819; MAXWELL, 1873).

No último encontro ficou pendente a análise do experimento “Observações com esferas de poliacrilamida”. Assim, entregou-se novamente as esferas de poliacrilamida e a turma interagiu livremente com elas. Em um primeiro momento as alunas observaram que a luz apresentava um comportamento diferente ao atravessar a esfera, aproximando-se em um único ponto, conforme apresentado, na Figura 28.

**Figura 28 – Observações realizadas pelos alunos durante realização do experimento**



Fonte: o autor (2019)

Em seguida, outro grupo colocou a esfera sobre uma tampa de metal e perceberam que nesta tampa era possível observar o rosto de um dos integrantes do grupo. Os grupos foram aprimorando as descobertas e trocaram a tampa de metal por um espelho, a imagem obtida ficou ainda mais nítida. As descobertas das alunas foram registradas através de fotos e apresentadas, na Figura 29.

**Figura 29 – Observações realizadas pelos alunos durante realização do experimento**



Fonte: o autor (2019).

Através da exploração do experimento “Observações com esferas de poliacrilamida” era esperado que os alunos conseguissem identificar que as esferas de poliacrilamida se comportam como uma lente convergente biconvexa. No qual, pode-se obter diferentes imagens de um determinado objeto, variando a distância entre o objeto e a lente. Para incentivar os grupos na observação, foram apresentadas as seguintes situações-problema: “Por que a esfera permite visualizar um único objeto de diferentes formas? De que material são feitas estas esferas? Qual fenômeno físico está relacionado com este experimento?”.

Quando se observa um objeto que está muito perto da esfera de poliacrilamida, ou seja, entre o foco e a lente, a imagem formada deste objeto é maior, direita e virtual (SERWAY, JEWETT; 2014). Apenas os grupos A e B visualizaram a imagem maior, conforme Figura 30, o grupo B se refere ao fenômeno da seguinte maneira: “Quando a colocamos próxima de um objeto, é como se déssemos um zoom”.

**Figura 30 – Realização do experimento Observações nas esferas de Poliacrilamida**



Fonte: o autor (2019).

O Grupo E realizou uma observação importante, conforme relato: “Quando a bolinha foi colocada perto do objeto, não visualizamos com precisão”. Quando observamos um objeto através da esfera de poliacrilamida, dependendo da posição, não se torna possível observar uma imagem nítida. Isso se explica, pois as esferas se comportam como lentes, e quando o objeto estiver exatamente no foco dessa lente, fazendo o diagrama dos raios, pode-se perceber que os raios não se cruzam, logo não tem a formação da imagem neste ponto (JEWETT; SERWAY, 2012; HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2014).

Colocando o objeto além do foco, a imagem formada através da esfera é invertida e real (Figura 31). Os grupos A e E obtiveram tais observações, conforme segue o relato do grupo A: “Quando colocamos a bolinha perto de algum objeto da zoom e muda a direção, e quando a bolinha está longe enxergamos tudo de cabeça para baixo e fica uma imagem pequena”.

**Figura 31 – Realização do experimento Observações nas esferas de Poliacrilamida**



Fonte: o autor (2019).

Com relação ao fenômeno envolvido no experimento, nenhum dos grupos citou que as esferas se comportavam como lentes, porém o Grupo D fez um relato interessante: “Vimos também que a esfera funciona como uma lupa”. O Grupo C acredita que a reflexão está relacionada com este experimento, já o Grupo E citou que o fenômeno físico relacionado com esse experimento é a refração.

As descobertas dos grupos permitiram relacionar os conceitos de refração e reflexão, além do conceito de lente. As observações dos grupos identificaram que quando o objeto está próximo, a esfera “dá zoom” conforme fala de alguns alunos e quando está longe o objeto fica de cabeça para baixo. Alguns grupos ainda identificaram que quando o objeto não está nem longe e nem perto, é possível visualizar diferente, segundo relato dos alunos “tem coisas que não dá para ver, fica bugado”.

O desenvolvimento deste experimento teve resultados positivos, no qual as alunas se engajaram na busca dos resultados para responder a situação-problema. As conclusões obtidas vão ao encontro das afirmações de Chaves e Hunsche (2014, p. 3) “as atividades experimentais podem contribuir para que os estudantes adquiram conhecimentos científicos através de seus conhecimentos prévios”, pois ficou evidente a evolução dos conhecimentos das alunas.

Na sequência realizou-se o experimento “Microscópio Caseiro”, e devido à necessidade de um ambiente escuro para facilitar a visualização dos resultados



utilizou-se o método da demonstração investigativa. Segundo Carvalho (2019), este método recebe este nome, pois a atividade experimental é manipulada pelo professor. Ou seja, enquanto o professor realiza o experimento, os alunos interagem auxiliando e dando sugestões. Este experimento apresentou um método diferente dos demais experimentos, mas mesmo sendo uma atividade experimental demonstrativa, por meio da observação auxilia os alunos na compreensão do conteúdo estudado (CHAVES, 2014).

Este momento de investigação iniciou a partir das seguintes situações-problema:

- a) Como foi montado o experimento? O que o grupo conseguiu observar com este experimento?
- b) Considera importante este experimento? Por quê? Descreva a física envolvida nesta atividade.

Neste experimento demonstrativo é necessária a utilização de água de rio ou açude, conforme solicitado com antecedência, uma das alunas trouxe a água demonstrando comprometimento com a professora e a turma. A amostra de água foi colocada em uma seringa, ficando suspensa uma gota na ponta da seringa. A luz do laser foi direcionada à gota suspensa no qual a luz a atravessou, e foi projetada na parede a imagem, sendo possível observar os micro-organismos presentes na gota, conforme ilustra a Figura 32.

**Figura 32 - Realização do experimento Microscópio Caseiro**



Fonte: o autor (2019).

Todos os grupos conseguiram visualizar os micro-organismos presentes na gota, e despertou interesse na turma em visualizar a água da torneira. Os resultados foram positivos, segue relato do Grupo A: “Com a água de açude conseguimos enxergar, as bactérias presentes na água. Apenas o laser em contato com a seringa, conseguimos observar apenas um “ponto”. E com a água da torneira, ficou “limpa”.”

O experimento objetivava estudar a formação de imagem nas lentes biconvexas. Por isso, utilizou-se a gota de água suspensa na seringa que comporta-se como uma lente biconvexa. As impurezas contidas dentro da gota são observadas na parede a olho nu, pois a imagem é reproduzida de forma ampliada, semelhante ao experimento anterior, quando foram utilizadas as esferas de poliacrilamida.

Através do relato do Grupo C verificamos a opinião dos alunos com relação a importância do experimento: “O experimento é importante, pois assim podemos observar a pureza da água”. Todos os grupos relataram a importância deste experimento, porém não identificaram a física envolvida, bem como a relação com as lentes.

As observações realizadas pelas alunas durante a realização do experimento “Observações nas esferas de Poliacrilamida” foram lembradas neste momento. Pois, retomou-se o conceito já definido para as lentes e, assim, introduziu-se o diagrama dos raios das lentes biconvexas através da demonstração investigativa do experimento “Microscópio Caseiro”.

Os relatos das alunas trouxeram à tona a relevância da investigação científica para a nossa saúde, para o bem de todos, aproximando-nos da concepção da ciência, de seus papéis na produção de conhecimentos e de suas contribuições para a sociedade. Daí a relevância de promover conexões entre a universidade e a escola, de possibilitar o reconhecimento da ciência em nosso cotidiano e que tanto homens quanto mulheres tem potencial para ser um cientista (CUNHA *et al.*, 2014).

Objetivando ampliar a eficiência no processo de aprendizagem em atividades de demonstração, Araújo e Abib (2003) sugerem que os alunos possam questionar durante a realização das atividades, incentivando-os a buscar explicações para os fenômenos estudados, possibilitando a elaboração de novas ideias. A sugestão dos autores quanto permitir o questionamento dos alunos foi aplicada neste encontro e trouxe bons resultados. As alunas demonstraram interesse no experimento e foram realizadas etapas além do planejado, ou seja, além da proposta de analisar a amostra de água de açude, as alunas optaram por analisar a água da torneira também.



Neste dia os grupos receberam uma tarefa para entregar na próxima aula, cada grupo deveria pesquisar outro experimento, porém diferente do que foi realizado em aula, que estivesse relacionado com o conteúdo de reflexão da luz e lentes biconvexas.

#### 6.1.4 Aula 04

O quarto encontro teve duração de 90 minutos e iniciou com a entrega das pesquisas solicitadas na última aula de um experimento relacionado com o conteúdo de reflexão e outro relacionado com lentes, foram entregues por todos os grupos conforme o prazo solicitado.

Uma análise das pesquisas apresentadas sobre os experimentos envolvendo reflexão, permitiu concluir que o trabalho apresentado pelo grupo A (Figura 33) foi apenas uma cópia da pesquisa realizada na internet. O experimento necessitava a utilização de uma folha tarefa e o grupo não entregou a mesma, e não é possível compreender o experimento. Além disso, quando questionado sobre a folha, o grupo A demonstrou não ter conhecimento desta folha. O grupo A relatou que uma integrante pesquisou e outra ficou responsável pela parte escrita do trabalho.

**Figura 33 – Pesquisa do experimento relacionado a reflexão realizada pelo Grupo A**

**REFLEXÃO**

Materiais:

- Impressão de folha-tarefa
- Espelho
- Lâmpada (ou fonte de luz similar)
- Tesouras

Preparação:

Imprima uma folha-tarefa para cada grupo e distribua para eles, juntamente com as lanternas e espelhos.

Tarefa dos alunos:

Sobre a folha tarefa corte uma fenda na linha branca marcada na parte preta.

Em seguida, com a lanterna ilumine através da fenda ao longo da linha que aponta para o centro do círculo. Segure um espelho no centro, com sua superfície reflexiva voltada para a fenda e comece a girar sentido horário.

[https://ciensacao.org/experimento\\_mao\\_na\\_massa/eso84p\\_reflection](https://ciensacao.org/experimento_mao_na_massa/eso84p_reflection)  
 acessado às 22:04 no dia: 29/04/19

Fonte: o autor (2019).

As pesquisas dos grupos B e E relataram o mesmo experimento intitulado pente reflexivo, conforme Figura 34 e Figura 35. Este experimento consiste em apontar uma lanterna verticalmente para um espelho, e entre os dois (espelho e lanterna) seria colocado um pente de modo que sua sombra atinja o espelho e assim é possível estudar a lei da reflexão. Enquanto o grupo B apresentou apenas uma ideia do experimento, o grupo E entregou um trabalho mais elaborado contendo objetivo, materiais necessários, procedimentos e uma figura da montagem experimental (Figura 34 e Figura 35):

**Figura 34 – Pesquisa do experimento relacionado a reflexão realizada pelo Grupo B**

**EXPERIMENTO: REFLEXÃO – PENTE REFLEXIVO**

Ideia do experimento:

Um espelho é colocado na posição vertical em contato com a superfície de uma mesa. Em sua frente, coloca-se um pente com os dentes encostados na mesa superfície.

Posiciona-se uma lanterna de modo que a sombra dos dentes do pente atinja o espelho, fazendo sombra, tanto na superfície quanto no espelho.

Coloque um papel embaixo do espelho e do pente, risque com um lápis a trajetória dos raios que saem o ente e são refletidos. No papel aparecerá a trajetória dos feixes de luz, e, se medidos com transferidor, serão iguais aos refletidos no espelho.

Fonte: o autor (2019)

**Figura 35 - Pesquisa do experimento relacionado a reflexão realizada pelo Grupo E**

**Pesquisa de experimento de refração de luz  
PENTE REFLEXIVO**

**Objetivo:** observar a reflexão e comprovar a lei que rege este fenômeno.

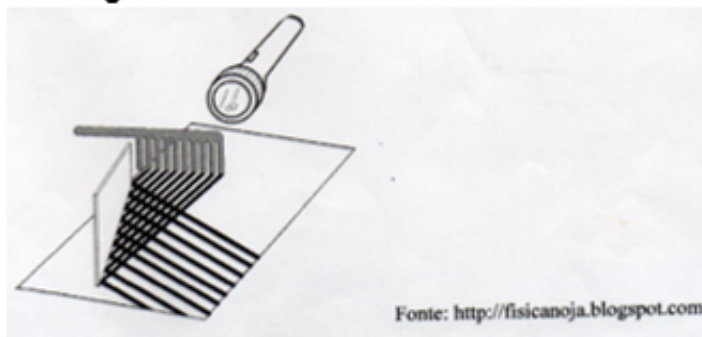
Reflexão é o fenômeno pelo qual a luz ao encontrar um obstáculo é rebatida. Para melhor compreender este fenômeno é preciso antes definir as duas etapas da reflexão. Na primeira etapa (incidência) o raio de luz chega até o espelho. Ao ângulo que este raio forma com o espelho damos o nome de ângulo de incidência. Já na segunda etapa, o raio de luz sai do espelho (reflexão). Ao ângulo que este raio forma com o espelho damos o nome de ângulo de reflexão. Para a reflexão existe uma lei: o ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão.

**Materiais necessários:** pente, espelho, lanterna.

**Procedimento:**

Um espelho é colocado na posição vertical em contato com a superfície de uma mesa. Em sua frente, coloca-se um pente com os dentes encostados na mesma superfície. Posiciona-se uma lanterna de modo que a sombra produzida pelos dentes do pente atinja o espelho fazendo sombra na superfície, tanto quando incide no espelho, como quando refletem. Para conferir a lei da reflexão coloque um papel na superfície da mesa, embaixo do espelho e do pente. Risque o papel com um lápis na base do espelho. Observe que no papel aparecerá a trajetória de um dos feixes de luz. É possível medir com um transferidor os ângulos de incidência e reflexão e constatar que eles são iguais.

**Esquema da montagem:**



**Por que acontece?**

Isso acontece por causa da refração da luz. Às vezes, a luz não anda em linha reta. Quando atravessa a água, por exemplo, o raio de luz muda de posição. Por isso a gente vê as coisas que estão de baixo da água um pouco fora a posição em que realmente estão.

A pesquisa apresentada pelo grupo C (Figura 36) relatou um experimento diferente dos demais grupos, e consiste em utilizar uma lâmina de vidro para visualizar o fenômeno da reflexão. O trabalho entregue continha capa, introdução ao experimento, materiais necessários, desenvolvimento, conclusão e referências.

**Figura 36 – Pesquisa do experimento relacionado a reflexão realizada pelo Grupo C**

**EXPERIÊNCIA DE REFLEXÃO**

Antes de mais nada, é importante saber que a reflexão se dá quando a luz volta a se propagar no meio de origem, após incidir sobre um objeto ou superfície.

**Materiais**

- Lâmina de vidro;
- Dois Isqueiros;
- Uma folha branca.

**Desenvolvimento**

O experimento é feito de uma maneira bem simples:

Primeiramente, é necessário a ajuda de alguém para segurar a lâmina de vidro, segurando cada isqueiro em um lado da superfície, deixando-os, exatamente na mesma posição. Em seguida, acende-se apenas um isqueiro, fazendo com que pareça que o outro também se encontra aceso.

Depois disso, retira-se um dos isqueiros e coloca-se uma folha de papel no seu lugar, a deixando um pouco mais afastada da superfície. Ao observar o isqueiro através do vidro, é possível visualizar a sua chama acesa no papel branco. Entretanto, ao analisar o mesmo alvo em um ângulo, que não seja através da lâmina, é evidente a falta da imagem da chama no papel.

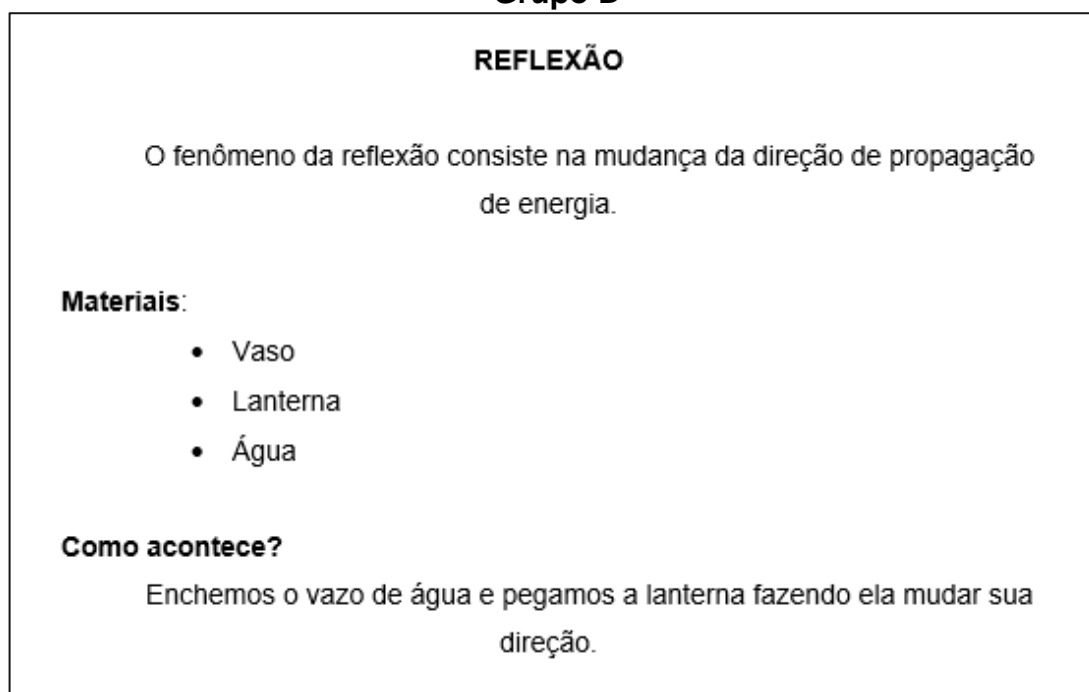
**Conclusão**

O vidro, nos dois contextos (tanto no dos dois isqueiros quanto no do papel) funciona como um espelho plano.

A luz da chama do isqueiro é refletida na sua extensão e, assim, torna a imagem da chama apenas uma reflexão do mesmo isqueiro. O mesmo ocorre com a chama no papel branco, onde a luz reflete apenas em contato com a superfície de vidro.

O trabalho apresentado pelo grupo D, conforme Figura 37, foi um resumo da pesquisa realizada. Algumas partes fundamentais foram suprimidas tornando difícil compreender como é realizado o experimento.

**Figura 37 - Pesquisa do experimento relacionado a reflexão realizada pelo Grupo D**



Fonte: o autor (2019).

Neste dia, os grupos também entregaram suas pesquisas relacionadas ao experimento envolvendo lentes. Foi possível observar que os grupos A, B e C pesquisaram o mesmo experimento intitulado “Um copo com três lentes” no qual consiste em preencher um copo com 3 camadas diferentes (água, óleo e ar) e observar um objeto através do copo, o mesmo objeto irá apresentar diferenças devido as lentes que estão no copo.

O fato de três grupos escolherem o mesmo experimento chamou a atenção. Uma possível explicação seria os alunos não terem o costume de realizar pesquisas de atividades experimentais, ou talvez, foram os primeiros experimentos que surgiram na pesquisa do Google. Refletindo sobre o assunto, é importante pensar se os alunos sabem realizar uma pesquisa na internet utilizando fontes confiáveis.

Na sequência de ensino e aprendizagem não foi desenvolvido essa questão de como realizar pesquisas, apenas utilizou-se a pesquisa como metodologia para adquirir novos conhecimentos. Conforme afirma Moran (2001, p. 22), “as tecnologias

podem nos ajudar, mas, fundamentalmente, educar é aprender a gerenciar um conjunto de informações e torná-las algo significativo para cada um de nós, isto é, o conhecimento”.

Houveram diferenças entre os trabalhos apresentados pelos grupos: o grupo A (Figura 38) além do experimento acrescentou os materiais utilizados e a fonte de pesquisa; já o grupo B (Figura 40) apresentou apenas o experimento; e o grupo C (Figura 39) apresentou introdução ao experimento, materiais utilizados, desenvolvimento, conclusão e referências.

### **Figura 38 – Pesquisa do experimento relacionado com lentes realizada pelo Grupo A**

**UM COPO COM TRÊS LENTES**

**Materiais**

- Copos plásticos ou de vidro (de preferência de paredes lisas)
- Água
- Óleo
- Papel pautado ou quadriculado

**Preparação**

Atenção, não esqueçam de pensar em uma forma adequada de descarte do óleo após o experimento.

**Tarefa dos alunos**

Encha a metade do copo com água, em seguida adicione pouco de óleo (um pouco), com cuidado, despejando-o lentamente ao longo de uma das paredes. Em seguida olhe horizontalmente através do copo para um papel pautado ou quadriculado.

[https://ciensacao.org/experimento\\_mao\\_na\\_massa/os097pc](https://ciensacao.org/experimento_mao_na_massa/os097pc)  
Acessado às 22:14, dia 29/04/19

Fonte: o autor (2019).



**Figura 39 – Pesquisa do experimento relacionado com lentes realizada pelo Grupo C**

**EXPERIÊNCIA DE LENTES – “UM COPO COM TRÊS LENTES”**

Essa experiência tem o objetivo de mostrar que a distância focal de uma lente depende tanto da sua forma quanto do índice de refração do material do qual é constituída.

**Materiais Utilizados**

- Um copo de vidro ou plástico;
- Água;
- Óleo;
- Papel pautado ou quadriculado.

**Desenvolvimento**

Primeiramente, deve-se encher o copo com água, de modo que ela atinja a metade do recipiente. Em seguida, adiciona-se cuidadosamente uma pequena quantidade de óleo, o despejando calmamente e, posteriormente, coloca-se um papel pautado ou quadriculado atrás do copo.

Após ter feito todos os passos anteriores, ao olhar para o copo, no sentido horizontal, uma diferença é perceptível.

Se aproximar o papel do copo, as linhas se tornam distorcidas e ampliam-se em relação à parte com água, já em relação ao óleo, a imagem diminui.

Quando o papel é distanciado do copo, a imagem diminui em relação à parte com água, contudo, aumenta na parte com óleo.

**Conclusão**

O óleo e a água, nesta experiência, agem como lentes cilíndricas, cujas forças podem ser medidas pelas distorções que causam. Tais lentes invertem a imagem de objetos que estão a uma distância maior do que a distância focal, ou seja, o ponto onde as luzes se cruzam.

A densidade do óleo é mais baixa do que a da água, porém ele tem um índice de refração mais elevado do que o da água, sendo, assim, considerado a lente mais forte das três (água, óleo e ar). É por essa razão que ocorre uma nítida mudança na imagem, se comparado com o resto dos componentes presentes.

A lente formada apenas pelas paredes do copo, por outro lado, é tão fraca que é difícil de determinar a sua distância focal.

**Referências**

CIÊNSAÇÃO. **Ciênciação experimento mão-na-massa "um copo com três lentes"**. Disponível em: <[https://www.ciensacao.org/experimento\\_mao\\_na\\_massa/e5097pc\\_threeLensesGlas.html](https://www.ciensacao.org/experimento_mao_na_massa/e5097pc_threeLensesGlas.html)>. Acesso em: 19 abr. 2019.

Fisicavideo. **LUZ - Reflexão da Luz**. 2008. (3m55s). Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=O\\_y2UFchplw](https://www.youtube.com/watch?v=O_y2UFchplw)>. Acesso em: 19 abr. 2019.

Fonte: o autor (2019).



**Figura 40 - Pesquisa do experimento relacionado com lentes realizada pelo Grupo B**

**EXPERIMENTO: LENTES – UM COPO COM TRÊS LENTES**

Ideia do experimento:

Encha um copo (de paredes lisas) até a metade com água, e após despeje óleo por uma das paredes com cuidado, deixando um espaço vazio. Tente observar uma folha de caderno através do copo e verá as três lentes.

Fonte: o autor (2019).

O grupo D apresentou um experimento utilizando apenas um pedaço de papel e um alfinete, após fazer um furo neste papel é possível utilizar este papel para observar objetos, e estes ficaram maiores. O trabalho deste grupo (Figura 41) apresentou uma introdução sobre as lentes, os materiais e o desenvolvimento do experimento.

**Figura 41 – Pesquisa do experimento relacionado a lentes realizada pelo Grupo D**

**LENTEs**

As lentes são usadas para ver. Elas possuem dois tipos, as divergentes que apresentam uma curvatura interna. O centro é mais fino e a borda é mais espessa. E existem também as lentes convergentes, tem a superfície curva e seguem uma curva circular. Dessa forma quando os raios de luz chegam até a lente, eles podem convergir

**EXPERIMENTO:**

Vamos precisar:  
Papel, Alfinete.

**Como funciona?**

Vamos aproximar nossos olhos e ver o papel com o furo e olhar através dele uma palavra, e veremos ela maior.

Fonte: o autor (2019).

O grupo E apresentou um experimento que construí uma lente de aumento utilizando água e arame. O trabalho desenvolvido pelo grupo conforme Figura 42, apresenta uma introdução ao experimento, materiais necessários, montagem com ilustração de imagens e o objetivo do experimento.

**Figura 42 – Pesquisa do experimento relacionado com lentes realizada pelo Grupo E**

EXPERIMENTO DE LENTES

Faz-se uma argola de arame e mergulha-se ela em água. A tensão superficial da água - propriedade que as moléculas de água têm de se manterem unidas - faz com que a gota fique presa de forma abaulada na argola de arame, formando uma lente biconvexa e, portanto, convergente. Quando se aproxima a lente de algo e se olha através dela, observa-se que ela aumenta a imagem, ou seja, funciona como uma lente de aumento.

**ITENS NECESSÁRIOS:**

Arame de cobre, pode ser substituído por arame de aço fino.

Água

Lápis: Só será utilizado para enrolar o arame dando forma a argola, portanto, pode ser substituído por qualquer outro objeto de forma cilíndrica. Tentamos objetos de diâmetro maior, mas não obtivemos resultados satisfatórios.

**MONTAGEM:**

Enrole e torça o arame em volta do lápis para formar uma argola.

Mergulhe a argola na água, de modo que uma gota fique presa à argola.

**ESQUEMA GERAL DE MONTAGEM:**

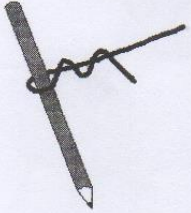



Figura 1



Lente de aumento

Figura 2

Figura 1 - Este foi o método utilizado para dobrar o arame.

Figura 2 - Lente de aumento sobre a palavra "aumento".

**OBJETIVO:**

O objetivo deste experimento é construir uma lente de aumento.

Fonte: o autor (2019).

Entre as pesquisas de experimentos relacionados a reflexão e a lente pode-se concluir que a maioria dos grupos surpreenderam nesta tarefa, além do experimento solicitado, alguns grupos apresentaram trabalhos com capa, introdução, objetivo, um pouco da teoria bem como as referências utilizadas na pesquisa.

Na sequência foi realizado o experimento “Bebo água de coco” com o objetivo de mostrar outras possibilidades de materiais que se comportam como uma lente biconvexa. A realização da atividade experimental foi orientada pela seguinte situação-problema: “Observando através da garrafa, pode-se perceber as letras ficam um pouco diferente, descreva, com suas palavras, o que foi possível observar. Qual fenômeno físico você acredita estar relacionado a este experimento?”

Quando observa-se a imagem através da garrafa de água, aparentemente, as letras que estão em azul permanecem iguais e as letras em vermelho se invertem (Figura 43). Todos os grupos relataram essa observação, conforme registro do grupo E: “É possível observar que as letras em azul ficam normais e as letras em vermelho ficam de cabeça para baixo.”

**Figura 43 – Realização do experimento “Bebo água de coco”**



Fonte: o autor (2019)

Na verdade, não é apenas as letras em vermelho que se invertem de cabeça para baixo, são todas as letras que se invertem, mas é possível observar isso, pois as

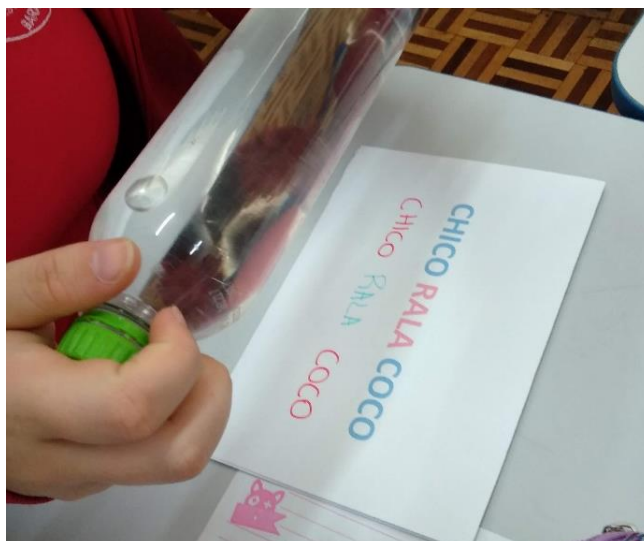
letras B C D E O, ao inverter, permanecem iguais. Os grupos B, C e E perceberam este aspecto, conforme relatos:

- a) Grupo C: “Foi possível observar que, através da garrafa cheia de água, as letras em vermelho invertem, ficando de cabeça para baixo. Isso ocorre, porque as palavras em azul possuem letras que, ao serem invertidas, continuam iguais, diferente das palavras em vermelho”;
- b) Grupo E: “É possível observar que as letras em azul ficam normais e as letras em vermelho ficam de cabeça para baixo. Isso acontece devido a garrafa ser uma lente, e porque as letras A, G, U, R, L tem o mesmo formato quando invertidas por isso aparentam ser diferentes”.

O fenômeno de inverter as letras ocorre devido a garrafa se comportar como uma lente. Todas as letras se invertem devido ao formato da garrafa, que corresponde a uma lente biconvexa. Os grupos B e E identificaram que a garrafa se transformava como uma lente, os grupos A e C citaram o fenômeno da reflexão. Outro aspecto relevante, a imagem está invertida devido a posição que o objeto se encontra em relação a lente, este objeto deve se encontrar além do ponto focal da lente.

O processo de descoberta dos grupos foi interessante, pois gerou um momento rico em testagem de hipóteses. (AQUILANTE *et al.*, 2011; FILHO *et al.*, 2011; CARVALHO, 2019). Um dos grupos acreditava que a inversão das letras estava relacionada com a cor, conforme apresentado na Figura 44, o grupo reproduziu a mesma frase, porém invertendo as cores.

**Figura 44 – Observações realizadas durante desenvolvimento do experimento**



Fonte: o autor (2019)

Apenas um grupo identificou que a garrafa se comportava como uma lente durante a realização do experimento, causando o efeito de inverter as letras. No entanto, todos os grupos desenvolveram a elaboração e testagem de hipóteses, o que contribuiu significativamente no processo de aprendizagem. A conversação realizada ao final do experimento teve relevância no compartilhamento de conhecimentos para a aprendizagem (CARVALHO, 2019), pois permitiu que os demais grupos identificassem a relação do experimento com as lentes. Na continuidade foi realizado o estudo da formação de imagens em lentes biconvexas.

Em seguida foi realizado o experimento “Setas Invertidas” cada grupo respondeu a seguinte situação-problema: “Os dois recipientes foram colocados a aproximadamente 20 cm de distância da folha, e os dois recipientes estavam preenchidos com água. Explique com suas palavras: Por que ao passar os recipientes foi possível visualizar imagens diferentes? Qual o fenômeno físico envolvido?”.

Quando o copo de base redonda passa na frente da imagem, a seta impressa se modifica, invertendo o sentido da seta. Quando o copo de base quadrada faz o mesmo processo, não é possível visualizar a inversão da seta. A diferença entre os dois é que, o copo de base quadrada não se comporta como uma lente, suas duas superfícies são paralelas, por isso, não inverte a imagem. Já o copo de base redonda segue os princípios das lentes biconvexas, invertendo a imagem.

Após os grupos responderem seus roteiros experimentais, identificou-se que os grupos A e D relataram que o efeito ocorre devido ao formato do copo, porém relacionam o fenômeno físico com espelhos, refração ou reflexão. Nenhum dos grupos falou sobre o copo de base quadrado, apenas do copo redondo. Os grupos B e C relacionam o experimento com as lentes, conforme relatos:

- a) Grupo B: “Isso acontece por causa do uso da água como lente”;
- b) Grupo C: “ Isso, provavelmente, está relacionado às lentes e à óptica”.

Uma proposta diferente de conversação sobre o experimento foi realizada na turma, um dos grupos foi sorteado para apresentar sua resposta da situação-problema e os demais grupos interagiram contestando ou concordando com o que o grupo apresentou. O grupo sorteado relatou que esse fenômeno de inverter a seta acontecia por causa do uso da água como lente conforme o esperado, a turma concordou com o grupo que estava apresentando, porém ninguém mencionou o formato do recipiente que continha água. A questão do formato do copo é fundamental, pois o copo de base quadrada não se comporta como uma lente biconvexa e o copo de base redonda sim.

No decorrer das aulas, as alunas receberam tarefas no qual deveriam pesquisar com seu grupo, um experimento relacionado ao conteúdo estudado, e entregar por escrito na aula seguinte. Relembrando os experimentos pesquisados e entregues por escrito pelos grupos ao longo da sequência didática, foi apresentada a proposta da feira de ciências intitulada Show da Física. No qual seria realizada na próxima aula com a apresentação dos experimentos pesquisados. Inicialmente a ideia era sortear os conteúdos a serem apresentados pelos grupos, porém as próprias alunas demonstraram interesse em apresentar todos os experimentos pesquisados.

As pesquisas dos grupos B e E relataram o mesmo experimento relacionado a reflexão, intitulado pente reflexivo, e os grupos A, B e C pesquisaram o mesmo experimento referente a lentes, intitulado “Um copo com três lentes”. Quando foi apresentada essa questão à turma, os próprios alunos manifestaram interesse em pesquisar outro experimento para não repetir as apresentações.

Os minutos finais desta aula serviram para lembrar e exercitar de forma dialogada a integração dos conteúdos estudados: refração, reflexão e lentes biconvexas.

#### 6.1.5 Aula 05

O último encontro durou 90 minutos e foi realizada a culminância da sequência de ensino e aprendizagem, com a realização do Show da Física, onde as alunas apresentaram de forma prática os experimentos pesquisados ao longo da sequência.

As apresentações aconteceram na sala de aula, um grupo por vez apresentou e os demais colegas foram os avaliadores. Os avaliadores receberam uma ficha de avaliação (APÊNDICE C) preenchendo informações sobre os experimentos e a apresentação dos grupos. Todos foram críticos em avaliar os colegas, informando aqueles alunos que não apresentaram domínio do conteúdo e/ou tiveram dificuldades em apresentar o experimento.

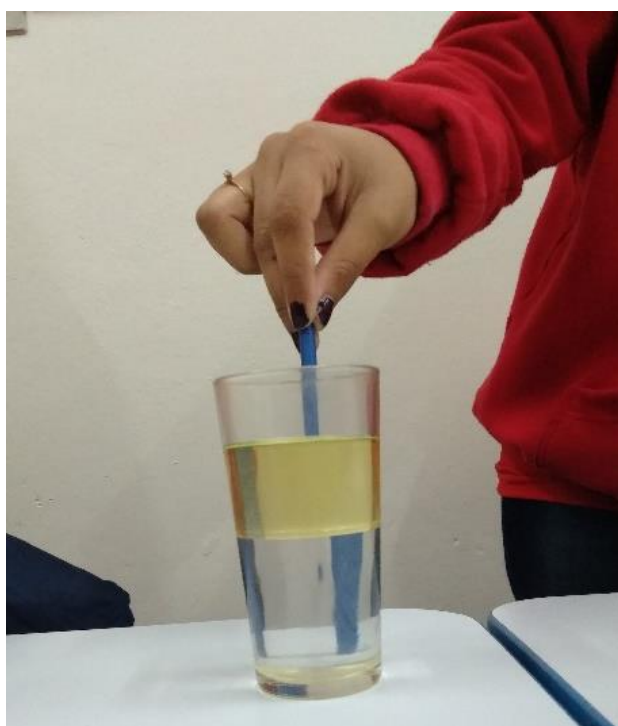
O experimento do grupo A necessitava de luz solar, e neste dia o tempo não colaborou afetando na apresentação. Inicialmente o grupo optou por não apresentar, mas com o auxílio e apoio da turma, o grupo se sentiu mais confiante. O experimento consistiu em um recipiente com água e um espelho inclinado no interior. A luz foi projetada neste espelho, e assim visualizou-se um arco íris na água, ou seja, a decomposição da luz branca, relacionada ao fenômeno da refração.



O grupo B optou por apresentar dois experimentos, um relacionado com a refração e o outro sobre lentes. No primeiro experimento intitulado “Refração na água”, foi colocada uma moeda no fundo de uma xícara e aos poucos foi acrescentado água. Visualmente, a moeda sai de sua posição original na água, porém a moeda continua na mesma posição, e isso acontece devido ao fenômeno da refração.

O segundo experimento apresentado pelo grupo B intitulado “Um copo com três lentes” estava relacionado com as lentes. O grupo utilizou um copo redondo, acrescentou água, depois cuidadosamente um pouco de óleo, deixando por fim um espaço vazio. Em seguida foi colocado um lápis entre o copo e a parede, visualizando o lápis através do copo. A imagem obtida não apresentava o lápis de forma contínua, como apresentado abaixo, na Figura 45.

**Figura 45 – Apresentação do experimento "Um copo e três lentes"**

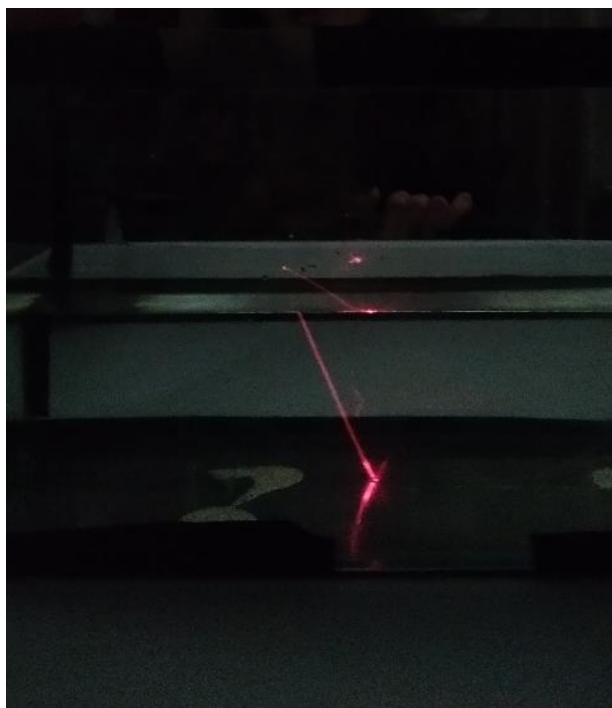


Fonte: o autor (2019).

O grupo C optou por apresentar um experimento intitulado "Entortar a luz com água e açúcar" relacionando o fenômeno da refração. O experimento foi cuidadosamente preparado com antecedência, e consiste em um recipiente com água e açúcar, porém a água e o açúcar não devem ser misturados, formando assim duas camadas dentro do recipiente, água e açúcar diluído em água. Quando o laser é apontado para o recipiente verificou-se que a luz muda sua direção ao entrar em

contato com a camada com açúcar, isso ocorre devido ao índice de refração ser diferente nas duas camadas, como apresentado, na Figura 46.

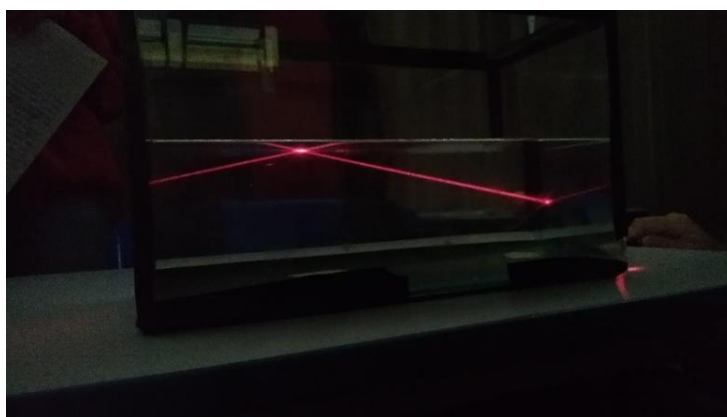
**Figura 46 – Apresentação experimento "Entortar a luz com água e açúcar"**



Fonte: o autor (2019).

Neste mesmo experimento o grupo C aproveitou para apresentar a reflexão. Utilizando o mesmo recipiente do experimento anterior, o grupo foi alterando o ângulo de incidência do laser, e foi possível observar os fenômenos da reflexão e também da reflexão total, como apresentado, na Figura 47.

**Figura 47 – Apresentação do experimento – Grupo C**

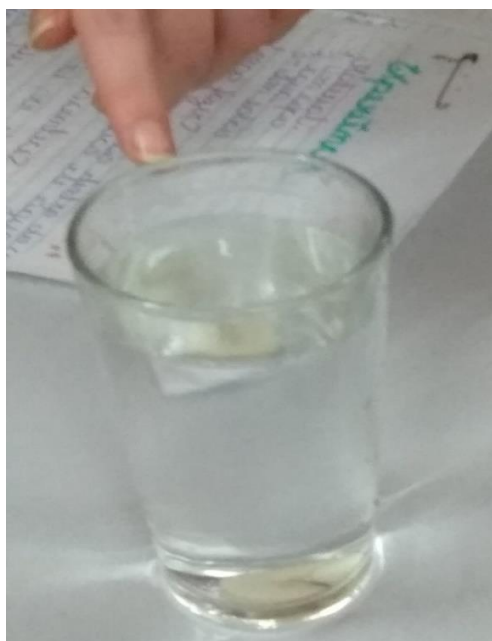


Fonte: o autor (2019).



Para estudar o fenômeno da refração, o Grupo D apresentou um experimento envolvendo um copo com água e um botão. O botão foi colocado no fundo do copo e o copo foi preenchido com água, devido a refração da luz observou-se dois botões dentro do recipiente conforme Figura 48.

**Figura 48 – Apresentação do experimento - Grupo D**



Fonte: o autor (2019).

As pesquisas dos experimentos foram realizadas pelo grupo D ao longo da sequência de ensino e aprendizagem, porém o grupo preferiu melhorar sua apresentação e trocou de experimento. O experimento apresentado utilizava uma vela e um CD e ao aproximar a vela acesa do CD foi possível visualizar a decomposição da luz, conforme Figura 49, apresentada abaixo, o fenômeno envolvido é a difração (BRAUN; BRAUN, 1994; SERWAY; JEWETT, 2014).

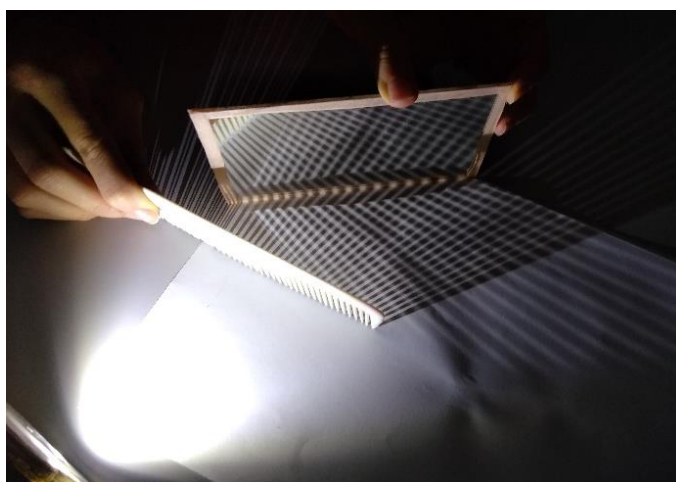
**Figura 49 – Apresentação do experimento - Grupo D**



Fonte: o autor (2019).

O grupo E apresentou dois experimentos, um relacionado a reflexão intitulado “Pente Reflexivo” e, o outro relacionado às lentes intitulado “Lente de aumento”. O primeiro experimento utilizou um espelho em um ângulo de  $90^\circ$  com a mesa, um pente e uma lanterna. A lanterna foi posicionada de modo que a sombra produzida pelos dentes do pente atingisse o espelho, refletindo no mesmo ângulo conforme previsto pela lei da reflexão (NEWTON, 1704; KNIGHT, 2009), apresentada na Figura 50.

**Figura 50 - Apresentação do experimento "Pente Reflexivo"**

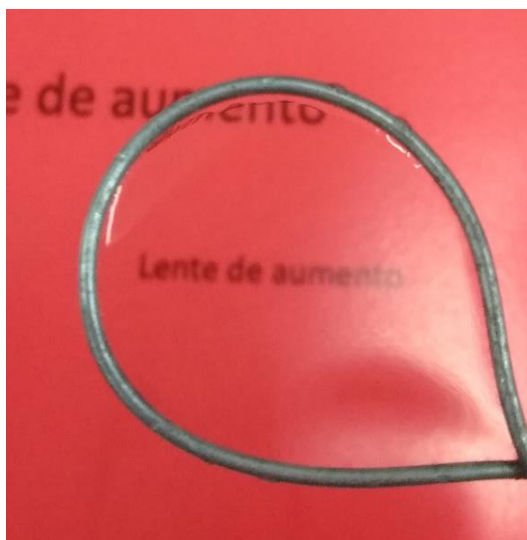


Fonte: o autor (2019).

O segundo experimento apresentado pelo Grupo B foi a construção de uma lente de aumento de forma alternativa, utilizando uma argola feita de arame. Para transformar a argola de arame em uma lente de aumento, o grupo mergulhou a argola

cuidadosamente em um recipiente com água, devido a tensão superficial, a água ficou presa na argola de arame transformando-a em uma lente de aumento. O fenômeno envolvido é a formação de imagens através de uma lente biconvexa (JEWETT; SERWAY, 2012; HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2014), conforme Figura 51.

**Figura 51 – Apresentação do experimento "Lente de aumento"**



Fonte: o autor (2019).

Algumas turmas da escola foram convidadas para visitar o “Show da Física”, e os grupos mantiveram o combinado de apresentar um grupo por vez. Neste momento os grupos demonstraram estar mais à vontade com os experimentos e o relato dos visitantes foi positivo.

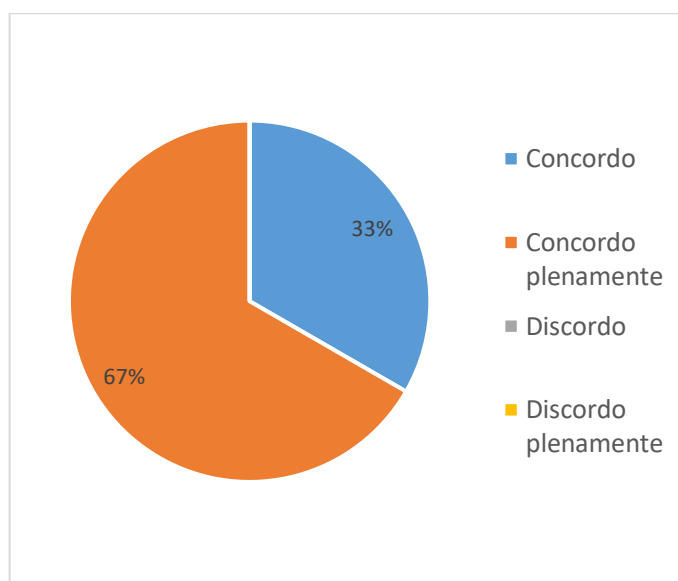
O “Show da Física” foi o elemento final da sequência de ensino e aprendizagem. Ao longo dos encontros foram desenvolvidas atividades experimentais orientadas pela professora, e neste momento foi diferente, pois as alunas tiveram que organizar seus experimentos. As atividades experimentais, além de permitirem as alunas serem autoras na construção da ciência, também encorajam a encontrarem significados aos conceitos estudados (SERÉ et al., 2003).

Finalizando a sequência didática as alunas responderam ao questionário avaliativo (APÊNDICE D) referente a Avaliação da Sequência. A finalidade deste questionário foi de verificar a opinião das alunas quanto ao método e materiais utilizados, bem como a reprodução destes experimentos na realidade das alunas.

A primeira pergunta estava relacionada com a contribuição dos experimentos na aprendizagem dos conteúdos. Todas as respostas apresentadas foram positivas

como apresentado na Figura 52. O que corrobora com a prática da experimentação em aula na construção do conhecimento (STUDART, 2019) e minimizando assim as dificuldades em aprender a Física (ARAÚJO; ABIB, 2003). Outro aspecto relevante é a motivação das alunas em realizar as atividades propostas, pois sabemos que o número de mulheres que se dedicam a Ciências e Tecnologia é menor que o número de homens (CHASSOT, 2004). Além disso, existe um grande percentual de desinteresse, por parte das meninas, em ser cientista (CUNHA et al., 2014). Logo, o caminho para fortalecer o gênero feminino dentro da área das Ciências, é através da educação (GROSSI et al., 2016).

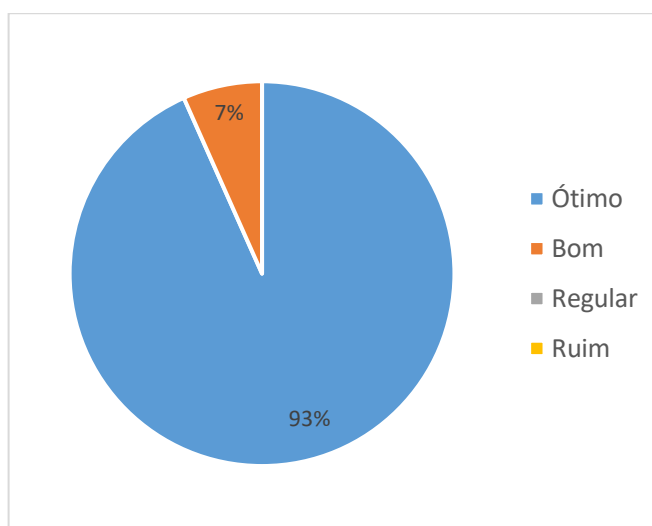
**Figura 52 – Questão 01: Trabalhar com experimentos contribuiu para sua aprendizagem no assunto?**



Fonte: elaborado pelo autor (2019).

A segunda pergunta estava relacionada com a qualidade apresentada no método utilizado na sequência de ensino e aprendizagem. No qual as alunas participaram de maneira ativa durante as atividades, sendo protagonista na construção de seu conhecimento. As respostas das alunas foram positivas, sendo bom ou ótimo, como apresentado na Figura 53.

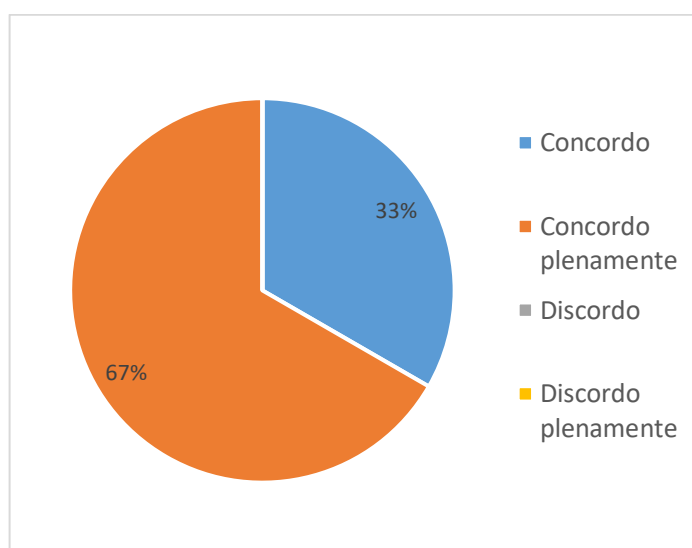
**Figura 53 – Questão 2: Como você classificaria a qualidade do método utilizado em nossas aulas?**



Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Interessadas em saber se os conteúdos estudados foram de relevância para as estudantes, neste sentido, organizamos a terceira pergunta deste questionário e as respostas são apresentadas na Figura 54. Para tornar os conteúdos mais relevantes à turma, durante as aulas buscou-se relacionar o conteúdo teórico a fenômenos do cotidiano, mostrando a aplicação da Física no mundo das alunas através de atividades experimentais.

**Figura 54 – Questão 03: Os fenômenos físicos estudados nesse período foram relevantes para sua vida?**

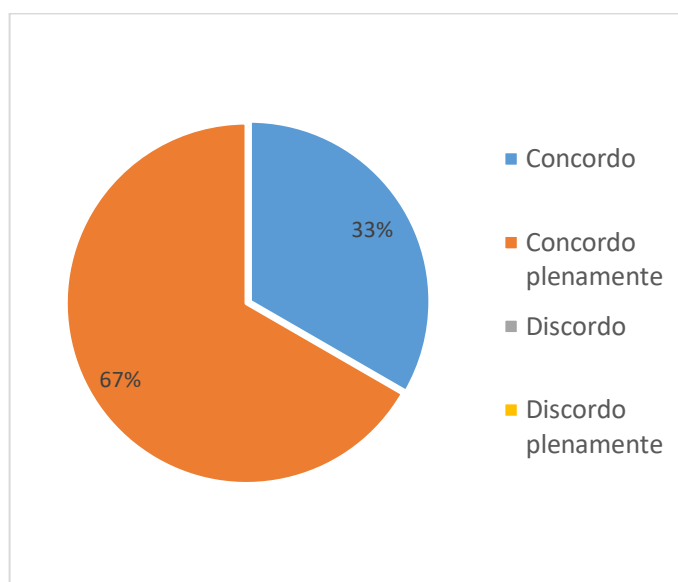


Fonte: elaborado pelo autor (2019).

A próxima questão abordava a acessibilidade ao material utilizado durante as aulas. Todas as aulas foram planejadas de modo a tornar acessível a sua aplicação, utilizando materiais de baixo custo e fácil aquisição, possibilitando a adaptação mesmo em escolas que não disponham de laboratórios.

Conforme respostas apresentadas na Figura 55, na opinião das alunas, verificou-se que o material utilizado não é tão acessível conforme esperado.

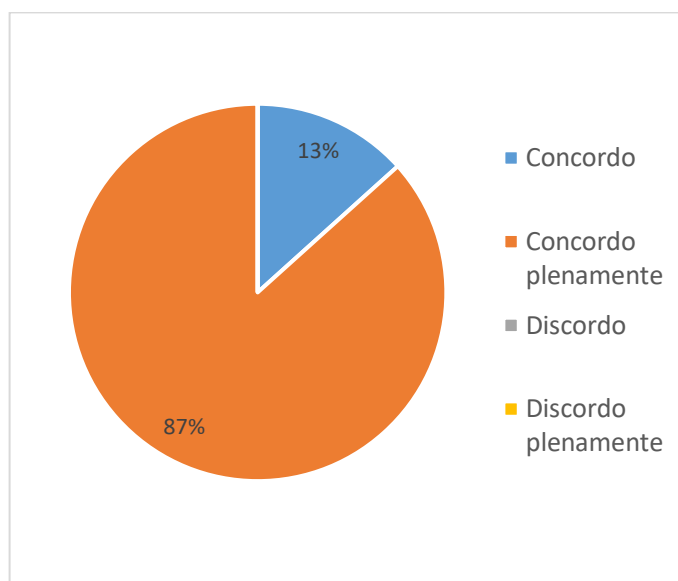
**Figura 55 – Questão 04: O material utilizado nas aulas é de fácil acesso?**



Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Verificando que as estudantes participantes da pesquisa serão futuras professoras, a última pergunta do questionário abordava a possibilidade em aplicar tais experimentos em suas salas de aula. As respostas apresentadas pelas alunas foram positivas e estão disponíveis na Figura 56.

**Figura 56 – Questão 05: Vocês aplicariam estes experimentos com seus alunos?**



Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Tendo em vista que a turma de aplicação desta sequência de ensino e aprendizagem serão futuras professoras das séries iniciais do Ensino Fundamental, as metodologias utilizadas ao longo das aulas foram importantes na carreira profissional destas alunas. Além de proporcionar às alunas o conhecimento de outras metodologias de ensino, elas puderam participar e colocar a mão na massa, tornando todo o processo mais interessante, e possibilitando que as mesmas coloquem isso em prática quando estiverem atuando como professoras.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ideia de trabalhar com as metodologias ativas de aprendizagem surgiu depois de verificar a necessidade de uma mudança no método tradicional de ensino. Em vez de memorizar fórmulas e resolver cálculos, optou-se por proporcionar aulas mais atrativas, mostrando os fenômenos físicos contidos na nossa realidade.

O diferencial das metodologias ativas foi transformar o aluno em protagonista do seu conhecimento, para isso foi adotada duas metodologias: aprendizagem baseada em problemas e aprendizagem por investigação e experimentação. Tais metodologias estiveram presentes durante toda a Sequência de Ensino e Aprendizagem. As atividades experimentais estavam sempre acompanhadas de uma situação-problema, no qual as alunas criavam hipóteses, testavam as hipóteses, elaboravam as respostas e apresentavam seus resultados ao grande grupo. Gerando assim, um processo de investigação em torno da atividade experimental.

Outra teoria de aprendizagem que norteou o desenvolvimento do produto educacional foi a Aprendizagem Significativa. No decorrer da sequência de ensino e aprendizagem objetivou-se ensinar conceitos relacionados à óptica, de maneira interessante e que fosse significativo às estudantes. Para isso, além da manipulação com atividades experimentais, levou-se em conta os conhecimentos prévios, a predisposição em aprender, a diversidade do grupo e a contextualização do conteúdo com a realidade do aluno.

As metodologias adotadas no desenvolvimento do produto educacional, foram de extrema importância, no qual proporcionaram as alunas participar de aulas de Física atrativas, com desenvolvimento de atividades experimentais e constante troca de aprendizagens. Além disso, tendo em vista que é uma turma de futuras professoras, puderam vivenciar, na prática, outras experiências e metodologias de ensino.

Ao utilizar as metodologias ativas, por mais que tenhamos um planejamento da aula, quem realiza as ações são os alunos e isso pode gerar incertezas e momentos inesperados. Com a aplicação do produto educacional ficou evidente que momentos não planejados também são importantes e podem gerar conhecimentos aos alunos. Para aqueles professores que ainda não adotaram as atividades experimentais em suas aulas, por receio do inesperado, vale a pena se arriscar e ver os bons resultados.



Conforme apresentado ao longo do trabalho, a turma de aplicação do produto era composta exclusivamente pelo público feminino, o que gerou um estudo sobre o assunto. Ao analisar a história da formação do professor, descobrimos que a carreira do magistério iniciou com o público masculino, mas com o passar do tempo, as mulheres entraram neste ramo, pois era uma maneira de participar da sociedade. Os homens trocaram de área em busca de melhores empregos e aos poucos, esse espaço tornou-se um espaço de predomínio do público feminino.

Ao longo da história, as mulheres tiveram dificuldades em participar do mercado de trabalho. Apesar da situação ter melhorado, mesmo assim, na área científica ainda existem muitas barreiras para permitir que a mulher participe deste espaço com igualdade, pelo fato de ser visto como um espaço masculino.

Outro aspecto relevante, foi oportunizar estes momentos de investigação científica às estudantes. Tendo em vista que muitas estudantes não demonstram interesse na área, talvez por não acreditarem no seu potencial ou pela escola não desenvolver tanto a área científica. A aplicação do produto educacional mostrou que as (os) alunas (os) são capazes de realizarem atividades como estas e apresentarem bom desempenho.

No decorrer dos encontros observou-se o desenvolvimento da alfabetização científica. No início eram utilizados termos do senso comum e dos conhecimentos prévios. A cada novo encontro as alunas estavam mais envolvidas e mais dedicadas, criavam hipóteses cada vez mais elaboradas e realizavam interpretações utilizando termos mais apropriados. Essa evolução é de extrema importância tanto para as alunas como para as futuras professoras, pois pessoas alfabetizadas cientificamente são mais críticas e questionadoras. Além disso, muito provavelmente passarão esta alfabetização a seus futuros estudantes.

Outra situação vivenciada ao longo da aplicação do produto educacional foi a presença de uma aluna mãe na turma. Nas primeiras aulas a aluna comentou sobre uma possível desistência do curso, em suas palavras, devida à demanda excessiva de tarefas a serem realizadas e ter que dividir seu tempo entre trabalho, escola e cuidados com o filho. A aluna apresentou um bom desempenho durante as atividades propostas, sendo participativa e demonstrou um amadurecimento maior em relação à turma, chamando atenção de suas colegas quando necessário. A aluna mãe faltou dois encontros da sequência, mas conseguiu acompanhar a turma e por fim optou por continuar no curso, finalizou o ano letivo.

Depois de tantos meses realizando e desenvolvendo este trabalho, chegou o momento da finalização. Iniciei o curso em 2018, cheia de dúvidas e incertezas sobre o desenvolvimento do produto educacional, pois imaginava que este deveria ser algo sensacional. Após longas conversas com minhas orientadoras, definimos o tal produto educacional. Os resultados positivos começaram a surgir quando apresentei meu projeto nos eventos relacionados ao ensino de Física, as pessoas começaram a interagir e mostrar interesse na área escolhida. Depois, no momento da aplicação do produto os resultados se tornaram mais concretos, superando as expectativas.

Obter bons resultados após tantos meses de trabalho árduo, é gratificante, mas melhor ainda é ver os resultados que o Mestrado me proporcionou, me tornando um profissional melhor. Ao longo do curso, conheci pessoas que trabalham na mesma área e compartilharam suas experiências, participei de eventos no qual pude adquirir novos conhecimentos, e me tornei uma professora consciente que o aluno deve participar da aula, interagindo e construindo seu próprio conhecimento. Enfim, posso concluir que estes dois anos de Mestrado enriqueceram a minha trajetória profissional e me tornaram uma profissional melhor e capaz de ensinar a Física de um jeito interessante, motivador e que esteja relacionada com a realidade do aluno.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. S. T. de; ABIB, M. L. V. S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 176–194, jun. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v25n2/a07v25n2.pdf>. Acesso em: 06 mar. 2020.
- AQUILANTE, A. G. *et al.* Situações-problema Simuladas: uma Análise do Processo de Construção. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 35, n. 2, p. 147–156, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbem/v35n2/02.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2020.
- AUSUBEL, D. P. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune and Stratton, 1963.
- BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórica-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.
- BARBOSA, E. F., MOURA, D. G. de. Metodologias Ativas de Aprendizagem na Educação profissional e Tecnológica. **Boletim Técnico do Senac**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 2, p. 48-67, maio/ago., 2013. Disponível em: <https://www.bts.senac.br/bts/article/view/349/333>. Acesso em: 02 jul. 2020.
- BERGMANN, J.; SAMS A. **Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem**. Rio de Janeiro: LTC, 2019.
- BRAUN, L. F. M; BRAUN, T. A montagem de Young no estudo da interferência, difração e coerência de fontes luminosas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 11, n. 3, p. 184-195, dez. 1994. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5165965>. Acesso em: 18 dez. 2019.
- CAMARGO, F.; DAROS T. **A sala de aula inovadora: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo**. Porto Alegre: Penso, 2018.
- CAPECCHI, M. C. V de M. Problematização no ensino de Ciências. *In*: CARVALHO, A. M. P. de. (Org.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. 5ª reimp. da 1ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2019. Cap. 2, p. 21-40.
- CARVALHO, A. M. P. de. As práticas experimentais no ensino de Física. *In*: CARVALHO, A. M. P. de. *et al.* **Ensino de Física**. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010. Cap. 3, p. 53-78.
- CARVALHO, A. M. P. de. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. *In*: CARVALHO, A. M. P. de. (Org.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. 5ª reimp. da 1ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2019. Cap. 1, p. 01-20.

CHASSOT, A. A ciência é masculina? É, sim senhora!... **Revista Contexto & Educação**, v. 19, n. 71/72, p. 9–28, jan./dez. 2004. Disponível em: [http://www.saci.ufscar.br/data/solicitacao/39867\\_texto\\_a\\_ciencia\\_e\\_masculina.pdf](http://www.saci.ufscar.br/data/solicitacao/39867_texto_a_ciencia_e_masculina.pdf). Acesso em: 14 maio 2020.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, p. 89-100, jan./fev./mar./abr. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbedu/n22/n22a09.pdf>. Acesso em: 25 set. 2020.

CHAVES, J. M. F.; HUNSCHE, S. **Atividades experimentais demonstrativas no ensino de Física: Panorama a partir de eventos da área**. Rio Grande do Sul: Universidade Federal do Pampa, 2014. Disponível em: <http://cursos.unipampa.edu.br/cursos/cienciasexatas/files/2014/06/TCC-Jossuele.pdf>. Acesso em: 02 out. 2020.

COLOMBO, P. J. D. *et al.* Ensino de física nos anos iniciais: análise da argumentação na resolução de uma “atividade de conhecimento físico”. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 2, p. 489-507, 2016. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/viewFile/200/135>. Acesso em: 28 set. 2020.

CUNHA *et al.* As mulheres na ciência: o interesse das estudantes brasileiras pela carreira científica. **Educación Química**, v. 25, n. 4, p. 407-417, out. 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X14700606>. Acesso em: 06 mai. 2020.

DE BROGLIE, L. Recherches sur la Théorie des Quanta. **Annales de Physique**, v. 10, n. 3, p. 22–128, jan./fev. 1925. Disponível em: <https://www.equipes.lps.u-psud.fr/Montambaux/histoire-physique/De-Broglie-1925.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2020.

DIAS, A. C. G.; TEIXEIRA, M. A. P. Gravidez na adolescência: um olhar sobre um fenômeno complexo. **Paideia**, v. 20, n. 45, p. 123-131, jan./abr. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/paideia/v20n45/a15v20n45>. Acesso em: 24 dez. 2019.

FARIA, T. C. L. de. Magistério no Brasil: profissão feminina e masculina. **Cadernos da Pedagogia**, São Carlos, ano 10, v. 10, n. 19, p. 40-51, jul./dez. 2016. Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:7gpiu0KaQIYJ:www.cadernosdapedagogia.ufscar.br/index.php/cp/article/download/930/328+&cd=13&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 06 jan. 2020.

FONSECA, M.; GOMES P. **Invertendo a sala de aula invertida: pesquisa de Stanford mostra que apresentar um assunto de forma prática é mais efetivo do que começar com uma aula expositiva**. 2013. Disponível em: <https://porvir.org/invertendo-sala-de-aula-invertida/>. Acesso em: 08 abr. 2020.

FRESNEL, A. Mémoire sur la Diffraction de la lumière, où l'on examine particulièrement le phénomène des franges colorées que présentent les ombres des corps éclairés par un point lumineux. **Annales de Chimie et Physique**. Paris, v. 1, p. 239 - 281, 1816. Disponível em: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k6570847h>. Acesso em: 19 junho 2020.

FRESNEL, A. **Mémoire sur La Diffraction de la lumière**. Paris, p. 339 - 475, 1819. Disponível em: [https://www.academie-sciences.fr/pdf/dossiers/Fresnel/Fresnel\\_pdf/Mem1818\\_p339.pdf](https://www.academie-sciences.fr/pdf/dossiers/Fresnel/Fresnel_pdf/Mem1818_p339.pdf). Acesso em: 18 jun. 2020.

GROSSI *et al.* As mulheres praticando ciência no Brasil. **Estudos Feministas**, Florianópolis, v. 24, n. 1, p. 11-30, jan./abr. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ref/v24n1/1805-9584-ref-24-01-00011.pdf>. Acesso em: 14 mai. 2020.

HALLIDAY, D., RESNICK, R., WALKER, J. **Fundamentos de Física 4: óptica e Física Moderna**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014. Cap. 33 e 34, p. 01-71.

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011. Cap. 26 - 28, p. 462-516.

HUYGENS, C. **Traité de la lumiere**. Lipsia: Gressner & Schramm, 1690. Disponível em: <https://iris.univ-lille.fr/bitstream/handle/1908/3089/79657.pdf?seq>. Acesso em: 17 jun. 2020.

JEWETT JR, J. W.; SERWAY, R. A. **Física para cientistas e engenheiros**. 8. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012. Cap. 1 e 2, p. 2-73.

KNIGHT, R. D. **Física 2: uma abordagem estratégica**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. Cap. 23, p. 701-738.

LARROSA, J. Notas sobre a experiência e o saber de experiência. **Revista Brasileira de Educação**, n. 19, p. 20 – 28, Jan./Fev./Mar./Abr. 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbedu/n19/n19a02.pdf>. Acesso em: 04 fev. 2021.

LAZZAROTTO, J. **Uma proposta construtivista para o ensino de física no ciclo da infância**. 67 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Bento Gonçalves, 2017. Disponível em: <http://fisica.bento.ifrs.edu.br/midias/fisica/155/LF%202017%20-%20Juliana%20Lazzarotto.pdf>. Acesso em: 09 jul. 2020.

LOURENÇO FILHO, M. B. **A formação de professores: da Escola Normal à Escola de Educação**. LOURENÇO FILHO, Ruy (Org.) Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais, 2001.

LOURO, G. L. **Gênero, sexualidade e educação: Uma perspectiva pós-estruturalista**. 6. ed. Petrópolis: Vozes, 1997. Cap. 4, p. 88 – 109.

LOURO, G. L. Mulheres na sala de aula. *In: História das mulheres no Brasil*. 7. ed. São Paulo: Contexto, 2004. Cap. 13, p. 443-481.

MARCONATO, J. C.; FRANCHETTI, S.M. M. Polímeros Superabsorventes e as Fraldas Descartáveis: um material alternativo para o Ensino de Polímeros. **Química na Escola**, n. 15, 2002.

MAXWELL, J. C. **A Treatise on Electricity and Magnetism**. London: Oxford, 1873. Disponível em: <https://archive.org/details/atreatiseonelec03maxwgoog/page/n4/mode/2up>. Acesso em: 22 jun. 2020.

MORÁN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. **Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens**, v. 02, p. 15-33, 2015. Disponível em: [http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/mudando\\_moran.pdf](http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/mudando_moran.pdf). Acesso em: 30 jun. 2020.

MORAN, J. Novos desafios na educação: a Internet na educação presencial e virtual. *Saberes e linguagens de educação e comunicação*, v. 1, p. 19-44, 2001. Disponível em: [http://www.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/tecnologias\\_eduacacao/novos.pdf](http://www.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/tecnologias_eduacacao/novos.pdf). Acesso em: 10 out. 2020.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: A visão clássica. *In: A Teoria da Aprendizagem significativa*. Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisar em Ensino de Ciências. 2ª edição. Porto Alegre: Instituto de Física - UFRGS, 2009. Cap. 1, p. 06-29.

MOREIRA, M. A. O que é afinal aprendizagem significativa? **Currículo: revista de teoria, investigación y práctica educativa**, n. 25, p. 29-56, mar. 2012. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/96956>. Acesso em: 28 janeiro 2020.

MOREIRA, M. A. Sequências de ensino e aprendizagem. *In: MOREIRA, M. A. (Org.). Noções básicas de Epistemologias e Teorias de Aprendizagem* como subsídios para a organização de Sequências de Ensino-Aprendizagem em Ciências/Física. 1. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016. Cap. 3, p. 133-138.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 73 – 80, 2018. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/152679>. Acesso em: 24 ago. 2020.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S., A teoria cognitiva de aprendizagem. *In: Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2006. Cap. 1, p. 17-25.

MORENO JR, M. A; DOS REIS, M. J.; CALEFI, P. S. Concepções de professores de biologia, física e química sobre a aprendizagem baseada em problemas (ABP). **Revista Hipótese**, v. 2, n. 1, p. 104-117, Itapetininga, 2016.

MUNSBURG, J. A. S.; SILVA, D. R. Q. da. Constituição docente: formação, identidade e professoralidade. **Seminário Internacional de Educação**, 2014.

NEWTON, I. **Opticks**: or, a Treatise of the Reflexions, Refractions, Inflexions and Colours of Light. London: Sam Smith and Benj. Walford, 1704. p. 1–211. Disponível em: [http://brizhell.org/Newton\\_Speckles/Opticks%20-%20scan%20from%20original%20manuscript%20-%20I.%20Newton.pdf](http://brizhell.org/Newton_Speckles/Opticks%20-%20scan%20from%20original%20manuscript%20-%20I.%20Newton.pdf). Acesso em: 20 jun. 2020.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica**. Volume 4: Ótica, Relatividade e Física Quântica. 10. reimp. São Paulo: Blucher, 2013. Cap. 1 - 4, p. 01-50.

OLINTO G. A inclusão das mulheres nas carreiras de ciência e tecnologia no Brasil. **Revista Inclusão Social**, Brasília, v. 5, n. 1, p.68-77, jul./dez. 2011. Disponível em: <http://revista.ibict.br/inclusao/article/view/1667>. Acesso em: 07 mai. 2020.

OLIVEIRA, J. R. S. de. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Revista Acta Scientiae**, v. 12, n. 1, p. 139–156, jan./jun. 2010. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/31/28>. Acesso em: 04 mar. 2020.

PANTOJA, A. L. N. “Ser alguém na vida”: uma análise sócio-antropológica da gravidez/maternidade na adolescência, em Belém do Pará, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, v. 19 (sup. 2), p.S335-S343, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/csp/v19s2/a15v19s2.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2020.

PASSINATO, C. B. Atuação e participação da mulher na educação e no desenvolvimento científico. **Revista Eletrônica de Ensino de Química**, v. 1, n. 1, p. 19-23, 2008. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/329718782\\_ATUACAO\\_E\\_PARTICIPACAO\\_DA\\_MULHER\\_NA\\_EDUCACAO\\_E\\_NO\\_DESENVOLVIMENTO\\_CIENTIFICO](https://www.researchgate.net/publication/329718782_ATUACAO_E_PARTICIPACAO_DA_MULHER_NA_EDUCACAO_E_NO_DESENVOLVIMENTO_CIENTIFICO). Acesso em: 22 mai. 2020.

PEREIRA, V. M.; FUSINATO, P. A. Possibilidades e dificuldades de se pensar aulas com atividades experimentais: o que pensam os professores de Física. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 3, p. 120-143, 2015. Disponível em: [http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID294/v10\\_n3\\_a2015.pdf](http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID294/v10_n3_a2015.pdf). Acesso em: 18 dez. 2019.

REZENDE, F.; OSTERMANN F. A prática do professor e a pesquisa em ensino de Física: novos elementos para repensar essa relação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 22, n. 3, p. 316-337, dez. 2005. Disponível em: [https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:\\_A1BJubzo2MJ:https://diainet.unirioja.es/descarga/articulo/5165377.pdf+&cd=2&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br](https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:_A1BJubzo2MJ:https://diainet.unirioja.es/descarga/articulo/5165377.pdf+&cd=2&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br). Acesso em: 29 dez. 2019.

RICARDO, E. C. Problematização e contextualização no ensino de Física. In: CARVALHO, A. M. P. de. *et al.* **Ensino de Física**. 1. ed. o. São Paulo: Cengage Learning, 2010. Cap. 2, p. 29-51.

ROCHA, J. F. M. *et al.* **Origens e evolução das ideias da física**. 2. ed. Salvador: EDUFBA, 2015. Cap. 3, p. 212-246.

SÁ, C. M. de; ROSA, W. M. A História da Feminização do Magistério no Brasil: uma revisão bibliográfica. *In: III Congresso da Sociedade Brasileira de História da Educação. Anais...* Curitiba, PR, 07 a 10 de novembro de 2004. Disponível em: <http://www.sbhe.org.br/novo/congressos/cbhe3/Documentos/Coord/Eixo5/477.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2020.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. *In: CARVALHO, A. M. P. de. (Org.). Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. 5. Reimp. da 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2019. Cap. 3, p. 41-62.

SCHIEBINGER, L. Mais mulheres na ciência: questões de conhecimento. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 15, p. 269-281, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/hcsm/v15s0/15.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2020.

SERÉ, M. G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. O papel da experimentação no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 20, n.1, p. 30 - 42, abr. 2003.

SERWAY, R. A., JEWETT JR, J. W. **Princípios de física**. Volume 4: Óptica e Física Moderna. 5. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014. Cap. 25 - 27, p. 34-124.

SILVA, A. H.; GOMES, L. C. A teoria de aprendizagem de Bruner e o ensino de ciências. **Arquivos do MUDI**, v. 21, n. 03, p. 13-25, 2017. Disponível em: <http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/article/view/40938>. Acesso em: 14 ago. 2020.

SILVA, F. F.; RIBEIRO, P. R. C. A inserção das mulheres na ciência: narrativas de mulheres cientistas sobre a escolha profissional. **Linhas Críticas**, v. 18, n. 35, p. 171-191, Brasília, jan/abr 2012.

SILVA, F. F.; RIBEIRO, P. R. C. Trajetórias de mulheres na ciência: “ser cientista” e “ser mulher”. **Revista Ciência & Educação**, v. 20, n. 2, p. 449 - 466, Bauru, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v20n2/1516-7313-ciedu-20-02-0449.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2020.

SILVA, M. F. F. da. Esclarecendo o significado de “cor” em Física. **Física na Escola**, v. 8, n. 1, p. 25-26, 2007. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol8/Num1/v08n01a06.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2020.

STUDART, N. Inovando a Ensino de Física com Metodologias Ativas. **Revista do Professor de Física**, v. 3, n. 3, p. 1-24, Brasília, 2019. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/28857/24565>. Acesso em: 07 jul. 2020.



TANURI, L. M. História da formação de professores. **Revista Brasileira de Educação**, n. 14, p. 61-88, mai./jun./jul./dez. 2000. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-24782000000200005](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-24782000000200005). Acesso em: 02 jan. 2020.

TAVARES, Aprendizagem significativa. **Revista Conceitos**, v. 5, n.10, p. 55 – 60, 2004. Disponível em: <http://www.fisica.ufpb.br/~Romero/objetosaprendizagem/Rived/Artigos/2004-RevistaConceitos.pdf>. Acesso em: 08 jul. 2020.

VIANNA, C. P. O sexo e o gênero da docência. **Cadernos Pagu**, n. 17/18, p. 81-103, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cpa/n17-18/n17a03>. Acesso em: 10 mai. 2020.

WORRALL, J. Fresnel, Poisson and the White Spot: the role of successful predictions in the acceptance of scientific theories. *In*: GOODING, D. PINCH, T., SCHAFFER, S. **The uses of experimente**: studies in the natural sciences. Cambridge: Cambridge University Press, 1989. Cap 5, p. 135-158.

YOUNG, T. **A syllabus of a course of lectures on natural and experimental philosophy**. London: W. Savage Printer. 1802. Disponível em: [https://www.irphe.fr/~clanet/otherpaperfile/articles/Young/N0215297\\_PDF\\_1\\_199.pdf](https://www.irphe.fr/~clanet/otherpaperfile/articles/Young/N0215297_PDF_1_199.pdf). Acesso em: 17 jun. 2020.

YOUNG, T. I. The Bakerian Lecture. **Experiments and calculations relative to physical optics**. Philosophical transactions of the Royal Society of London, n. 94, p. 1-16, 1803. Disponível em: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rstl.1804.0001>. Acesso em: 15 jun. 2020.

YOUNG, T. II. The Bakerian Lecture. **On the Theory of Light and Colours**. Philosophical transactions of the Royal Society of London, n. 92, p. 12-48, 1801. Disponível em: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rstl.1802.0004>. Acesso em: 15 jun. 2020.

## APÊNDICE A

### Questionário - Conhecimentos Prévios

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

1) Uma das áreas da Física estuda os fenômenos relacionados a Luz. Como é chamada esta área da Física? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2) Na sua opinião, o que é luz?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3) Descreva com suas palavras o que são raios luminosos?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4) Na sua opinião, os raios luminosos podem se encontrar e interagir um com o outro?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5) Dê dois exemplos de fontes primárias de luz:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

6) Dê dois exemplos de fontes secundárias de luz:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

7) Descreva com suas palavras o que é uma lente? E qual sua utilidade?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

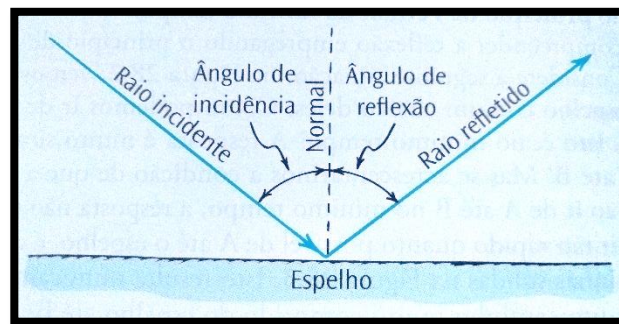
## APÊNDICE B

### LEI DA REFLEXÃO

Conforme Knight (2009) a lei da reflexão enuncia que:

- O raio incidente e o raio refletido estão no mesmo plano normal à superfície;
- O ângulo de reflexão é igual ao ângulo de incidência.

A figura abaixo representa o enunciado:



Fonte: Hewitt (2011)

Isso significa que:

$$\theta_i = \theta_r$$

$\theta_i$  - ângulo de incidência

$\theta_r$  - ângulo de reflexão

## APÊNDICE C

### Ficha de Avaliação – O Show da Física

Nome do avaliador(a): \_\_\_\_\_

Título do Experimento: \_\_\_\_\_

Integrantes do grupo: \_\_\_\_\_

1) Todos os integrantes do grupo participaram da apresentação do experimento?

Sim

Não

2) Os integrantes do grupo tiveram capacidade de responder os questionamentos?

Ruim

Bom

Muito Bom

Excelente

3) O grupo foi criativo ao desenvolver o experimento?

Ruim

Bom

Muito Bom

Excelente

4) O grupo evidenciou o conteúdo físico envolvido no experimento?

Ruim

Bom

Muito Bom

Excelente

5) O grupo demonstrou domínio do conteúdo?

Ruim

Bom

Muito Bom

Excelente

6) O grupo teve clareza e objetividade no trabalho?

Ruim

Bom

Muito Bom

Excelente

**NOTA:** \_\_\_\_\_

## APÊNDICE D

### Questionário Avaliativo

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

1) Trabalhar com experimentos contribuiu para sua aprendizagem no assunto?

- a) concordo
- b) concordo plenamente
- c) discordo
- d) discordo plenamente

2) Como você classificaria a qualidade do método utilizado em nossas aulas?

- a) concordo
- b) concordo plenamente
- c) discordo
- d) discordo plenamente

3) Os fenômenos físicos estudados nesse período foram relevantes para sua vida?

- a) concordo
- b) concordo plenamente
- c) discordo
- d) discordo plenamente

**APÊNDICE E**

**PRODUTO EDUCACIONAL**



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



Juliana Lazzarotto

**O ENSINO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA PARA FUTURAS(OS)  
PROFESSORAS(ES) DO CURSO NORMAL POR MEIO DE METODOLOGIAS  
ATIVAS DE ENSINO-APRENDIZAGEM**

Produto Educacional desenvolvido e apresentado no curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul em parceria com a Sociedade Brasileira de Física, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Prof. Dr. Aline Cristiane Pan

Orientador

Prof. Dr. Neila Seliane Pereira Witt

Coorientador

Tramandaí

Novembro/2020

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	3
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	5
2.1.	LUZ.....	5
2.2.	RAIOS LUMINOSOS.....	6
2.3.	REFLEXÃO.....	6
2.4.	LEI DA REFLEXÃO.....	7
2.5.	REFRAÇÃO.....	9
2.6.	ÍNDICE DE REFRAÇÃO.....	10
2.7.	LEI DA REFRAÇÃO.....	11
2.8.	FORMAÇÃO DE IMAGENS POR REFRAÇÃO.....	11
2.9.	LENTE.....	12
2.10.	FORMAÇÃO DE IMAGEM POR LENTES.....	14
2.11.	SEQUÊNCIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM.....	16
3.	PRODUTO EDUCACIONAL.....	18
3.1.	DESCRIÇÃO DA SEQUÊNCIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM.....	18
3.1.1.	AULA 01.....	19
3.1.2.	AULA 02.....	24
3.1.3.	AULA 03.....	29
3.1.4.	AULA 04.....	34
3.1.5.	AULA 05.....	37
	APÊNDICE A.....	40
	APÊNDICE B.....	51
	APÊNDICE C.....	53
	APÊNDICE D.....	55
	APÊNDICE E.....	57
	APÊNDICE F.....	59
	APÊNDICE G.....	61
	APÊNDICE H.....	63



## 1 INTRODUÇÃO

Vários estudos apresentam a falta de interesse por parte dos alunos com relação aos estudos científicos, Cachapuz (2005, p. 30) questiona se “na realidade não é de esperar esse desinteresse face ao estudo de uma actividade tão abstracta e complexa como a ciência?”. Realmente, às vezes a ciência pode parecer abstrata e complexa, no qual dificulta a aprendizagem e, por consequência, gera o desinteresse dos alunos.

Entretanto, o ensino de Física está em processo de mudança, deixando a memorização de fórmulas ou repetição automatizada de situações artificiais ou extremamente abstratas. Segundo as Orientações Educacionais Complementares dos Parâmetros Nacionais Curriculares do Ensino Médio (PCN+), o ensino de Física sugere que é preciso dar significado ao que está sendo ensinado aos alunos. Diante destas situações, como tornar a Física interessante e com significado aos alunos?

Refletindo sobre as palavras de Hewitt (2011, p. 506), no qual afirma que "o aprendizado sobre lentes é uma atividade prática. Não manusear lentes enquanto se aprende sobre elas é como ter aulas de natação fora da água". Acredita-se que seja indispensável a presença de atividades experimentais nas aulas de Física, no qual os alunos possam observar, manusear, experimentar e investigar situações do cotidiano.

Conforme os Parâmetros Nacionais Curriculares do Ensino Médio (PCNEM, 2000), através da experimentação o aluno constrói seu próprio conhecimento, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de questionar, evitando assim, a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável. As atividades experimentais preparam o aluno com relação a tomada de decisões, na investigação e na discussão dos resultados, favorecendo no desenvolvimento do protagonismo e na autonomia do aluno. Compreende-se, segundo Seré *et al.* (2003, p.39) que as atividades experimentais “são enriquecedoras para o aluno, uma vez que elas dão um verdadeiro sentido ao mundo abstrato e formal das linguagens”.

Outro aspecto relevante proposto pela Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio (BNCC, 2018), é que a educação deve valorizar e estimular ações que contribuam para a transformação da sociedade e a preservação da natureza. Além disso, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe que os estudantes enfrentem desafios locais e/ou globais, utilizando conhecimentos específicos da área para argumentar e propor soluções. Um problema da sociedade atual é a quantidade

de lixo produzida pelo ser humano, e como utilizar a Física para ajudar a minimizar um problema como este?

A partir deste pensamento foram elaboradas maneiras alternativas de estudar lentes biconvexas através do reaproveitamento de materiais. A proposta é desenvolver uma proposta pedagógica diferenciada que leve em consideração o desenvolvimento sustentável reaproveitando embalagens de garrafas pet para estudar os fenômenos físicos relacionados as lentes biconvexas entre outros materiais de descarte ou de baixo custo e com outros usos no cotidiano.

Por exemplo será utilizado outro material, os cristais de gel, comumente encontrados em floriculturas, que são utilizados para irrigar as plantas. Nas aulas práticas de física sua finalidade será o estudo das lentes biconvexas, e os fenômenos físicos envolvidos. Estes cristais de gel são esferas de poliacrilamida, no qual de acordo com Marconato (2002) fazem parte de uma classe de materiais que possui grande afinidade pela água, absorvendo a água por meio da formação de pontes de hidrogênio na sua composição.

Diante disso, o objetivo deste trabalho é apresentar uma estratégia diferenciada de ensino a partir da prática de experimentos relacionados aos fenômenos físicos envolvidos no estudo das lentes biconvexas, mostrando que o uso das metodologias ativas pode ser facilmente empregadas, sem necessidade de recursos tecnológicos.

A organização deste trabalho se dá em capítulos. No capítulo 2 encontra-se o referencial teórico, subdividido em seções, no qual aborda assuntos relacionados aos fenômenos da reflexão, refração e lentes biconvexas. No capítulo 3 é apresentada a sequência de ensino e aprendizagem, dividida em 07 seções, cada qual correspondente a uma aula. Por fim, nos apêndices encontram-se os materiais a serem impressos para serem utilizados nas aulas e os roteiros dos experimentos abordados na sequência

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1. Luz**

Os estudos da propagação da luz são conhecidos desde a antiguidade, Nussenzveig (2013) afirma que de um lado estava a teoria corpuscular da luz, e do

outro lado, a teoria ondulatória da luz, até que se descobriu a existência das ondas eletromagnéticas.

James Clerk Maxwell desenvolveu a teoria eletromagnética, no qual afirma que “a luz consiste em ondulações transversais do mesmo meio que é causa dos fenômenos elétricos e magnéticos” (MAXWELL apud HEWITT 2011, p. 463). Ou seja, a luz consiste em uma oscilação de campos elétricos e magnéticos. Estes campos oscilantes segundo Hewitt (2011) regeneram um ou outro, formando uma onda eletromagnética. Segundo Hewitt (2011, p. 464) “no vácuo, as ondas eletromagnéticas se propagam com a mesma rapidez e diferem entre si nas suas frequências”.

Segundo Halliday, Resnick e Walker (2014, p. 4) “todas as ondas eletromagnéticas, incluindo a luz visível, se propagam no vácuo com a mesma velocidade”, essa velocidade é representada por  $(c)$  e equivale a 299 792 458 m/s.

O espectro eletromagnético é uma faixa de frequência das ondas eletromagnéticas, conforme Halliday, Resnick e Walker (2014) estamos imersos neste espectro de ondas eletromagnéticas, conforme alguns exemplos: Sol, sinais de rádio, televisão e telefonia, micro-ondas, entre outros.

Os estudos na área da óptica continuaram sendo desenvolvidos ao longo do tempo, até que segundo Nussenzveig (2013) a Física Quântica permitiu reconciliar a coexistência de aspectos corpusculares e ondulatórios da luz. A luz apresenta uma natureza dupla, de acordo com Jewett e Serway (2012) pois apresenta características de onda e características de partícula.

A seguir será tratado os fenômenos da óptica geométrica, que segundo Halliday, Resnick e Walker (2014, p.26) “óptica geométrica é o tratamento aproximado da luz no qual as ondas luminosas são representadas como raios que se propagam em linha reta”. Ou seja, compatível com a clássica teoria corpuscular da luz.

## **2.2. Raios Luminosos**

O raio luminoso para Knight (2009, p. 701) pode ser definido como “uma linha orientada ao longo da qual a energia luminosa se propaga”. A área que envolve o estudo da propagação da luz é conhecida como o campo da óptica geométrica, na qual “supõe que a luz se propaga em uma direção fixa em linha reta conforme atravessa um meio uniforme e muda de direção quando encontra um meio diferente” (Jewett e Serway, 2012, p.4).

O raio luminoso não é uma identidade física, é algo abstrato. Proveniente dos objetos, são emitidos em todas as direções e sentidos, para Knight (2009) eles existem independentemente de serem vistos.

Todo objeto é uma fonte de raios luminosos, seja este objeto refletor ou emissor de luz. Knight (2009, p.702) diz que “os raios se originam de todos os pontos de um objeto e se propagam externamente em todas as direções e sentidos”.

Segundo Knight (2009) um raio luminoso se propaga indefinidamente, a menos que interaja com a matéria e mude de sentido, ou seja absorvido. Isto é, os raios luminosos se propagam em linhas retas e podem se cruzar sem serem afetados até encontrar a matéria.

Quando se fala de um feixe luminoso estreito, como o feixe do laser ou uma lanterna, por exemplo, não é um único raio luminoso, mais sim, um conjunto de muitos raios luminosos paralelos uns aos outros. Segundo Knight (2009) representar todos os raios de um único objeto seria confuso, por isso, para facilitar é comumente utilizado o diagrama de raios no qual apresentar apenas alguns raios luminosos provenientes do objeto.

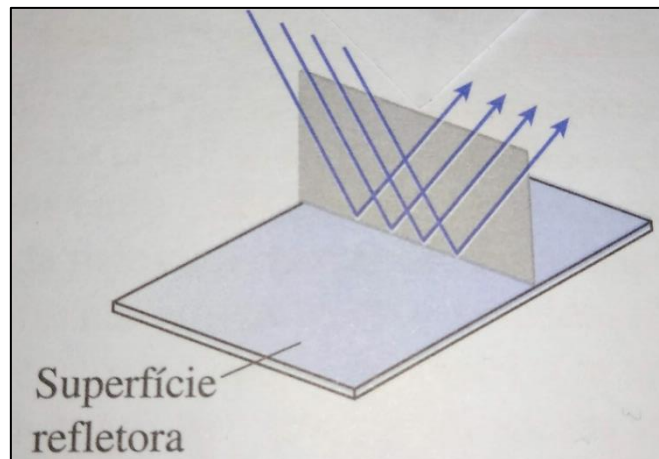
### **2.3. Reflexão**

No meio ambiente existem muitos objetos, porém a maioria destes objetos não emitem luz própria visíveis aos nossos olhos, segundo Hewitt (2011, p.493) estes “são visíveis porque reemitem a luz que incide em suas superfícies, vinda de uma fonte primária, como o Sol ou uma lâmpada, ou de uma fonte secundária, tal como o céu iluminado”. Em outras palavras, Knight (2009) diz que estes objetos são vistos por causa da luz que eles refletem.

Este processo dos objetos refletirem a luz é classificado Hewitt (2011) como reflexão: “dizemos que a luz é refletida quando ela retorna ao meio de onde veio – o processo é chamado de reflexão” (HEWITT, 2011, p.493).

A reflexão da luz que ocorrer em uma superfície lisa e regular é classificada pelos autores (KNIGHT, 2009; JEWETT E SERWAY, 2012) como reflexão especular da luz. A Figura 1 apresenta o comportamento de um feixe de raios luminosos paralelos incidindo e refletindo em uma superfície lisa, segundos os autores (KNIGHT, 2009; HEWITT, 2011) os raios incidentes e refletidos pertencem a um plano que é perpendicular à superfície refletora.

**Figura 1 - Representação da Reflexão Especular**



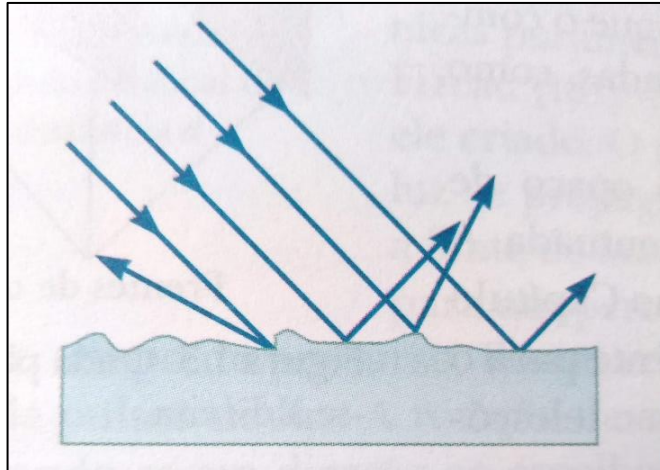
Fonte: Knight (2009).

Além da reflexão especular vários autores (KNIGHT, 2009; HEWITT, 2011; JEWETT E SERWAY, 2012) apresentam a reflexão difusa, como pode ser observado na Figura 2. Segundo Knight (2009) a reflexão difusa da luz ocorre em superfícies irregulares, onde a lei da reflexão é obedecida em todos os pontos. Além disso, Hewitt (2011, p. 496) salienta que a luz “é refletida em muitas direções diferentes”.

#### **2.4. Lei da reflexão**

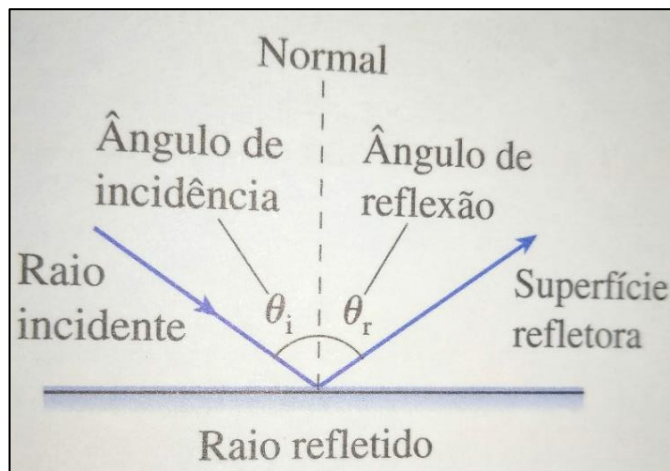
A lei da reflexão é válida para reflexão especular e reflexão difusa, entretanto, como as superfícies são diferentes, obtém-se resultados diferentes. Segundo Knight (2009, p. 703) a lei da reflexão enuncia que “o raio incidente e o raio refletido estão no mesmo plano normal à superfície” e “o ângulo de reflexão é igual ao ângulo de incidência”. A Figura 3 representa o enunciado

**Figura 2 - Representação da Reflexão Difusa**



Fonte: Jewett e Serway (2012).

**Figura 3 - Reflexão Especular**



Fonte: Knight (2009).

Com relação a Figura 3, é possível observar que em vez de medir os ângulos dos raios incidentes e refletidos com relação a superfície refletora, são medidos com relação a normal. A normal é uma reta imaginária perpendicular à superfície; o ângulo de incidência ( $\theta_i$ ) é o ângulo situado entre o raio incidido e a normal; o ângulo de reflexão ( $\theta_r$ ) é o ângulo formado entre o raio refletido e a normal. De acordo com Hewitt (2011), o raio incidente, a normal e o raio refletido pertencem ao mesmo plano.

Hewitt (2011) ainda reforça que a lei da reflexão “vale para todos os valores de ângulo: o ângulo de incidência é sempre igual ao ângulo de reflexão” (Equação 1), ou seja:

$$\theta_i = \theta_r \quad (1)$$

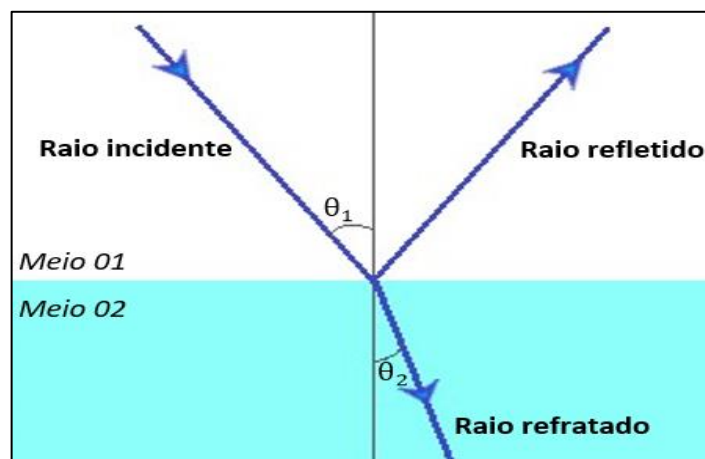
isso significa que o ângulo de incidência é representado por ( $\theta_i$ ) e o ângulo de reflexão é representado por ( $\theta_r$ ).

A lei da reflexão apresentada por Nussenzveig (2013, p. 7) conhecida desde a Grécia Antiga diz que “o raio refletido pertence ao plano de incidência, e o ângulo de reflexão é igual ao de incidência”. Mesmo sendo apresentada com outras palavras, os autores (KNIGHT, 2009; HEWITT, 2011; NUSSENZVEIG, 2013) tem ideias muito próximas para esta definição.

## 2.5. Refração

Quando um raio luminoso se propaga por um meio<sup>15</sup> e encontra o limite que leva a outro meio, duas coisas acontecem segundo Knight (2009), parte da luz é refletida na interface, obedecendo à lei da reflexão e outra parte da luz é transmitida no segundo material, com sua direção um pouco alterada (Figura 4). Segundo Jewett e Serway (2012), o raio incidente, o raio refletido, o raio refratado e a normal pertencem todos ao mesmo plano.

**Figura 4 - Representação da Refração e Reflexão do raio luminoso**



Fonte: Knight (2009)

Refração é definida por Knight (2009, p.706) como a “transmissão da luz de um meio para o outro, mas com uma alteração de direção”, já Hewitt (2011) diz que quando a luz atravessa de um meio para outro, a luz sofre um desvio e este processo

---

<sup>15</sup> Meio é “um material transparente através do qual a luz se propaga”. (KNIGHT, 2009, p. 706).

é chamado de refração. De acordo com Halliday, Resnick e Walker (2014, p. 17) refração é “a passagem da luz por uma superfície (ou interface) que separa dois meios diferentes”. Ou seja, para qualquer raio incidente, exceto se for perpendicular à superfície, ocorre uma alteração de direção do raio luminoso na superfície. Isso acontece, pois segundo Nussenzveig (2013, p. 6) “na interface entre os dois, há uma descontinuidade das propriedades materiais”. Por conseguinte, quando altera o meio, também altera a velocidade da luz no meio.

## 2.6. Índice de refração

O índice de refração é representado pelo símbolo ( $n$ ) e definido tanto por Hewitt (2011) como por Jewett e Serway (2012) segundo a Equação 2, na qual ( $c$ ) é a velocidade da luz no vácuo e ( $v$ ) a velocidade da luz em um meio:

$$n = \frac{c}{v} \quad (2)$$

Segundo os autores (KNIGHT, 2009; JEWETT e SERWAY, 2012) a propagação da luz em um meio transparente, sempre terá uma velocidade inferior da velocidade da luz no vácuo. Conforme Hewitt (2011, p. 497) “a luz se propaga em materiais diferentes com diferentes valores de rapidez”.

Conforme apresentado pelos autores (KNIGHT, 2009; JEWETT e SERWAY, 2012, HALLIDAY, RESNICK e WALKER, 2014), o índice de refração no vácuo corresponde ao valor um, no ar o índice é ligeiramente maior que um, porém na prática quase sempre, se supõe valor um para o ar também. Para os demais meios o índice de refração será sempre maior que um, conforme é possível observar na Tabela 1.



**Tabela 2 - Índices de refração de alguns meios**

<b>Meio</b>	<b>Índice</b>
Vácuo	1,00 (exatamente)
Ar (CNTP)	1,00029
Água (20°C)	1,33
Acetona	1,36
Álcool etílico	1,36
Solução de açúcar (30%)	1,38
Quartzo fundido	1,46
Solução de açúcar (80%)	1,49
Vidro de baixa dispersão	1,52
Cloreto de Sódio	1,54
Poliestireno	1,55
Dissulfeto de carbono	1,63
Vidro de alta dispersão	1,65
Safira	1,77
Vidro de altíssima dispersão	1,89
Diamante	2,42

Fonte: Halliday, Resnick e Walker (2014).

## 2.7. Lei da refração

A lei da refração também é conhecida como lei da refração de Snell, conforme relatam os autores (KNIGHT, 2009; JEWETT e SERWAY, 2012; NUSSENZVEIG, 2013), devido ao seu criador o cientista Willebrord Snell (1591-1626). A lei da refração é apresentada por Knight (2009) segundo a Equação 3:

$$n_1 \sen \theta_1 = n_2 \sen \theta_2 \tag{3}$$

A descrição desta lei, segundo Knight (2009, p. 707) é “se o raio é refratado entre o meio 1 e o meio 2, cujos índices de refração são, respectivamente,  $n_1$  e  $n_2$ , os ângulos  $\theta_1$  e  $\theta_2$  dos dois raios nos dois meios se relacionam”.

## 2.8. Formação de imagens por refração

Segundo Knight (2009) a visão humana funciona de maneira que recebe os raios refletidos dos objetos, entra pela pupila do olho e é focado sobre a retina. O cérebro ajusta a lente do olho atingindo um bom foco, enxergando o objeto a uma certa distância.

Repetindo a mesma situação anterior, porém colocando o objeto imerso em uma piscina, os raios luminosos saem deste mesmo objeto e chegam diferente aos nossos olhos, pois os raios luminosos sofrem refração na interface dos meios, neste caso, da água com o ar.

Os raios luminosos refratados de uma região com índice de refração maior para outra região com índice de refração menor, mudam sua trajetória afastando-se da normal. Segundo Knight (2009, p. 712) devido a “refração da luz na interface, o objeto parece mais próximo do que realmente está”.

O índice de refração de cada meio é importante, pois isso faz com que o raio refratado se comporta de maneira diferente. Quando um raio luminoso é transmitido para um meio com índice de refração maior, segundo Knight (2009, p. 708) o raio refratado “se desvia aproximando-se da normal”. E quando um raio luminoso é transmitido para um meio com índice de refração menor, de acordo com Knight (2009, p. 708) o raio refratado “se desvia afastando-se da normal.”

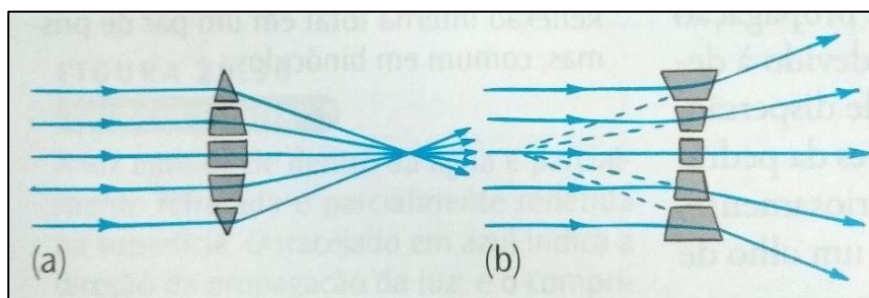
## 2.9. Lentes

Lente é definido por Knight (2009, p. 716) como “um material transparente que usa a refração em superfícies curvas para formar uma imagem a partir de raios luminosos divergentes”. A formação da imagem é formada a partir do traçado dos raios. De acordo com Halliday, Resnick e Walker (2014, p. 48) lente é “um corpo transparente limitado por duas superfícies refratoras com um eixo central comum”. Estes autores, Halliday, Resnick e Walker (2014), descrevem o comportamento da luz passando pela lente: ao entrar na lente a luz é refratada, depois atravessa a lente e é refrata novamente ao sair da lente. De acordo com Jewett e Serway (2012, p.45) “a luz que passa através de uma lente experimenta a refração em duas superfícies”.

Essa refração pode mudar a direção dos raios luminosos, e isso nos permite classificar as lentes em dois tipos, lentes convergentes e lentes divergentes. De

acordo com Knight (2009, p. 716) “uma lente convergente é mais grossa no centro do que nas bordas. Uma lente divergente é mais grossa nas bordas do que no centro”. Outro autor que apresenta opinião semelhante, Hewitt (2011) relata que lentes convergentes são mais largas no meio e mais fina nas bordas, e as lentes divergentes têm a parte central da lente mais estreita do que as bordas e faz a luz divergir (Figura 5).

**Figura 5 - Comportamento dos raios luminosos**



(a) uma lente convergente. (b) uma lente divergente.

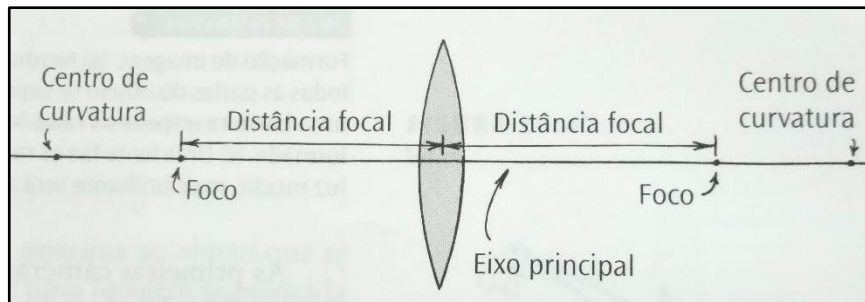
Fonte: Hewitt (2011).

A Figura 5 apresenta dois tipos de lentes, no lado a uma lente convergente e no lado b uma lente divergente. De acordo com Jewett e Serway (2012) este formato de lente convergente é chamado de biconvexa e o formato da lente divergente é chamado de bicôncava. Conforme observado na Figura 5, o formato das lentes tem influência no comportamento dos raios luminosos, de acordo com Hewitt (2011, p. 506) “o desvio máximo dos raios ocorre nos prismas mais externos, pois eles têm os maiores ângulos entre as duas superfícies refratoras. No meio da lente, não ocorre qualquer refração, pois nessa região, as faces do vidro são paralelas entre si.”

As lentes têm suas próprias características como pode ser observado na Figura 6. Caracterizado por Hewitt (2011) confira abaixo quais são essas características:

- a) eixo principal de uma lente - é uma linha que passa pelos centros de curvaturas de suas duas superfícies;
- b) foco ou ponto focal da lente - é aquele ponto para o qual converge um feixe de raios luminosos paralelos ao eixo principal. Devido a lente possuir duas superfícies, logo possui dois pontos focais;
- c) plano focal - conjunto de todos os possíveis pontos de convergência;
- d) distância focal da lente - é a distância entre o centro da lente e qualquer dos focos.

**Figura 6 - Características das lentes**



Fonte: Hewitt (2011).

Com outras palavras, a distância focal descrita por Knight (2009) é “a distância, em relação à lente, do ponto para o qual os raios paralelos ao eixo óptico convergem ou do qual eles divergem”.

## 2.10. Formação de imagem por lentes

Uma lente pode produzir uma imagem de um objeto segundo Halliday, Resnick e Walker (2014, p. 48) “porque é capaz de desviar os raios luminosos, mas só é capaz de desviar os raios luminosos se tiver um índice de refração diferente do índice de refração do meio”.

Lentes convergentes podem formar imagens reais ou virtuais de acordo com Halliday, Resnick e Walker (2014), essa imagem depende da posição que o objeto se encontra em relação ao ponto focal da lente. Os autores ainda descrevem que as imagens virtuais produzidas por lentes localizam-se no mesmo lado do objeto, e as imagens reais localizam-se no sentido oposto do objeto.

Segundo Hewitt (2011, p. 507) “uma maneira quantitativa de relacionar distância de objetos e de imagens é dada pela equação das lentes delgadas” (Equação 4), onde  $d_o$  é a distância do objeto até a lente,  $d_i$  é a distância da imagem até a lente e  $f$  é a distância focal da lente.

$$\frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i} = \frac{1}{f} \quad (4)$$

Segundo Jewett e Serway (2012) os diagramas de raios são utilizados para localizar imagens produzidas por lentes. Além disso, os autores, Halliday, Resnick e

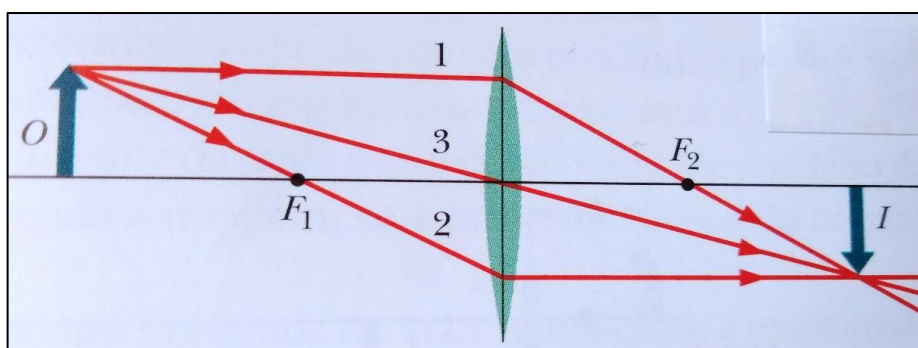
Walker (2014) complementam que, desenhando o diagrama de raios, é possível localizar graficamente a imagem de qualquer ponto do objeto fora do eixo principal.

No caso das lentes convergentes, Jewett e Serway (2012) sugerem que os raios sejam traçados a partir do topo do objeto. O traçado dos raios de acordo com Halliday, Resnick e Walker (2014) deve ser realizado da seguinte forma:

- a) Raio 1 – raio paralelo ao eixo principal, refrata e passa pelo ponto focal;
- b) Raio 2 – raio passando pelo ponto focal, refrata e se torna paralelo ao eixo principal;
- c) Raio 3 – raio que passa pelo centro da lente e não muda de direção, devido as duas superfícies serão praticamente paralelas.

Estes raios 1, 2 e 3 podem ser observados na Figura 7. O ponto de intersecção dos raios determina o ponto de localização da imagem. De acordo com Halliday, Resnick e Walker (2014) para determinar a imagem completa do objeto é preciso definir dois ou mais pontos de imagem. De acordo com a Figura 7, o objeto é representado pelo símbolo  $O$ , a imagem por  $I$  e os pontos focais por  $F_1$  e  $F_2$ . Através da Figura 7, é possível observar que o objeto se encontra além do foco da lente, segundo Hewitt (2011, p. 509) “Quando um objeto está se afastando demais, além do foco de uma lente convergente, forma-se uma imagem real dele, ao invés de uma imagem virtual”. Ou seja, a imagem é real e invertida.

**Figura 7 - Diagrama dos Raios**

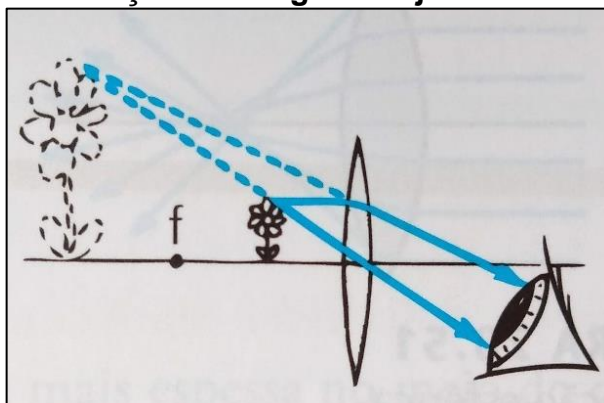


Fonte: Halliday, Resnick e Walker (2014).

As lentes convergentes têm várias utilidades, a mais comum é a lente de aumento, isso porque segundo Hewitt (2011, p. 508) o “nosso olho não consegue focar um objeto tão próximo”. Logo, a lente de aumento é colocada próxima ao objeto que se quer examinar, e a imagem deste objeto fica mais nítida. De acordo com Hewitt

(2011, p. 509) “isso porque uma lente convergente fornece uma imagem aumentada e direita apenas quando o objeto se encontra entre o foco e a lente”. Chamada de imagem virtual, os raios luminosos que chegam no olho comportam-se como se viessem da posição onde está a imagem, conforme Figura 8.

**Figura 8 - Formação da imagem: objeto entre foco e lente**



Fonte: Hewitt (2011).

Lentes divergentes produzem uma imagem virtual reduzida, segundo Hewitt (2011, p. 509) “não faz diferença a proximidade ou o afastamento do objeto. Usada isoladamente, uma lente divergente fornece uma imagem que é sempre virtual, direita e menor do que o objeto”.

## 2.11. Sequência de Ensino e Aprendizagem

Sequências de Ensino e Aprendizagem é uma metodologia vigente desde a década de noventa que tem por objetivo focar no ensino de um tópico específico e não no currículo completo.

Segundo Moreira (2016, p. 134), as sequências são “orientadas por tópicos específicos do conteúdo curricular, cujo desenho e implementação tem sido objeto de muitas pesquisas no ensino de ciências”.

Uma característica relevante, a implementação da Sequência de Ensino e Aprendizagem em sala de aula tem uma duração relativamente curta. Segundo Moreira (2016), seu desenvolvimento deve envolver aspectos epistemológicos, psicocognitivistas e didáticos, ou seja, para sua criação é preciso ter em mente qual tópico será ensinado, para quem será ensinado e quais estratégias serão utilizadas para ensinar.

No contexto das Sequências de Ensino e Aprendizagem existem condições ou limitações, conforme descrito abaixo:

1. os tópicos orientadores serão de conteúdos científicos específicos, [...]; 2. as epistemologias estarão subjacentes, principalmente a de que a ciência é uma construção humana permanente; 3. as teorias de aprendizagem, particularmente a da aprendizagem significativa, constituirão a base mais clara, mais forte, das sequências a serem propostas; 4. as estratégias de ensino serão diversificadas, permitindo inclusive adaptações, ou modificações, a critério dos professores usuários ou criadores de novas Sequências de Ensino e Aprendizagem (MOREIRA, 2016, p. 135).

Resumindo, uma Sequência de Ensino e Aprendizagem trabalha com um tópico científico específico, levando em conta a evolução da ciência, tendo como base a teoria da aprendizagem significativa, utilizando diferentes estratégias de ensino como facilitadores da aprendizagem.

### **3 PRODUTO EDUCACIONAL**

O produto educacional desenvolvido neste trabalho foi aplicado no 1º ano do Ensino Médio – Curso Normal, em uma escola da rede estadual, na cidade de Barão no estado do Rio Grande do Sul. Esta escola fica localizada no centro da cidade, é uma cidade relativamente pequena, sua população segundo dados do IBGE (2010) é cerca de 5.700 pessoas. A cidade conta apenas com uma escola de Ensino Médio.

A escolha dos materiais para a realização desta sequência foi planejada de modo que tais recursos estivessem disponíveis no cotidiano das pessoas, assim, qualquer professor em qualquer escola pudesse aplicar a sequência de ensino e aprendizagem.

Este produto consiste em uma Sequência de Ensino e Aprendizagem, no qual aborda os conteúdos relacionados ao tópico: lentes biconvexas. Este é um conteúdo normalmente abordado no segundo ano do Ensino Médio, porém, devido a Física estar inserida no currículo apenas no primeiro ano do Ensino Médio - Curso Normal foi necessário fazer tal alteração.

### 3.1. Descrição da sequência de ensino e aprendizagem

A Sequência de Ensino de Aprendizagem foi desenvolvida com base na Teoria da Aprendizagem Significativa e Metodologias Ativas de Aprendizagem. Foram elaboradas diferentes estratégias de ensino utilizando a metodologia da experimentação, investigação e problematização totalizando 05 encontros, conforme o cronograma apresentado no Quadro 1.

**Quadro 4 - Cronograma das aulas**

Encontro	Duração	Atividades
1º encontro	90 min	<ul style="list-style-type: none"><li>- Aplicação do questionário de conhecimentos prévios.</li><li>- Texto de organizadores prévios;</li><li>- Conversação e análise do questionário;</li><li>- Organização dos grupos;</li><li>- Experimento: Retas diagonais ou curvas?;</li><li>- Conversação;</li><li>- Estudo do fenômeno refração;</li><li>- Experimento: Invisibilidade;</li><li>- Conversação;</li><li>- Estudo do índice de refração;</li><li>- Pesquisa de experimentos relacionados com refração.</li></ul>
2º encontro	90 min	<ul style="list-style-type: none"><li>- Dinâmica da Caixa Musical;</li><li>- Classificação das imagens da dinâmica;</li><li>- Experimento: Reflexão nas esferas de poliacrilamida;</li><li>- Conversação;</li><li>- Estudo do fenômeno da reflexão;</li><li>- Experimento: Observações nas esferas de poliacrilamida;</li><li>- Conversação;</li></ul>
3º encontro	45 min	<ul style="list-style-type: none"><li>- Retomada da Dinâmica da Caixa Musical;</li><li>- Retomada do experimento: Observações nas esferas de poliacrilamida;</li><li>- Introdução ao conceito de lentes e formação de imagens em lentes biconvexas;</li><li>- Experimento: Microscópio Caseiro (demonstração investigativa);</li><li>- Conversação;</li><li>- Pesquisa de experimentos relacionados com reflexão e lentes;</li></ul>
4º encontro	90 min	<ul style="list-style-type: none"><li>- Experimento: Bebo água de coco;</li><li>- Conversação;</li><li>- Estudo da formação de imagens em lentes biconvexas;</li><li>- Experimento: Setas Invertidas;</li><li>- Debate entre os grupos;</li><li>- Apresentação da proposta: Show da Física;</li><li>- Conversação sobre experimentos pesquisados e os conteúdos relacionados.</li></ul>
5º encontro	90 min	<ul style="list-style-type: none"><li>- Show da Física (apresentação/avaliação);</li><li>- Apresentação dos experimentos às demais turmas;</li><li>- Avaliação da sequência.</li></ul>

Fonte: Elaborado pela autora (2020).



### 3.1.1. Aula 01

**Duração:**

90 minutos – 2 períodos.

**Desenvolvimento:**

A aula inicia com uma conversao com a turma para conhecê-los, e na sequênci, apresentar a implementao do produto educacional. Os estudantes serão convidados a responderem um questionário para a identificao dos conhecimentos prévios. É fundamental que os alunos respondam o questionário individualmente e sem consultas, pois tais respostas serão importantes para dar continuidade na sequênci das aulas. As questões elaboradas para a identificao dos conhecimentos prévios estão apresentadas abaixo:

- a) Uma das áreas da Física estuda os fenômenos relacionados a Luz. Como é chamada esta área da Física?;
- b) Na sua opinião, o que é luz?;
- c) Descreva com suas palavras o que são raios luminosos?;
- d) Na sua opinião, os raios luminosos podem se encontrar e interagir um com o outro?;
- e) Dê dois exemplos de fontes primárias de luz;
- f) Dê dois exemplos de fontes secundárias de luz;
- g) Descreva com suas palavras o que é uma lente? E qual sua utilidade?

Conversao sobre o questionário respondido pela turma: esse momento possibilitará o compartilhamento e a ressignificao de saberes, em que os estudantes poderão dialogar sobre diversas percepoes e confrontá-las com os conhecimentos científicos.

Os estudantes serão convidados a organizarem-se em grupos, já que nas próximas aulas serão realizadas tarefas em grupo. É imprescindível que os grupos definidos neste momento permanecem iguais, até o final da sequênci de ensino e aprendizagem, a fim de poder avaliar seu desenvolvimento. O número de grupos varia conforme o número de alunos na turma, o ideal seriam grupos de 03 pessoas.

Os estudantes serão convidados a se organizar nos grupos definidos na aula anterior para dar início a realizao das atividades experimentais.

Realização experimento “Retas Diagonais ou Curvas?”: Cada grupo receberá o material e as instruções necessárias para realizar o experimento conforme consta no Apêndice B. Com o objetivo de promover discussões sobre diferentes conceitos e articulação de concepções, para a explicação de fenômenos físicos, ao final das instruções conterá a seguinte situação problematizadora: ao observar as retas através da garrafa contendo água e/ou da garrafa contendo ar, perceberá que a imagem observada é diferente. Explique qual a diferença observada entre as duas garrafas? Justifique, com suas palavras, qual o motivo dessa diferença entre as duas garrafas?

O grupo entregará por escrito a resposta da situação e, sem citar nomes, as respostas dos alunos serão apresentadas com o intuito de iniciar uma conversa, para construir juntos o conceito de refração.

Dando continuidade na aula, realização do experimento “Invisibilidade”. A garrafa foi preparada anteriormente, conforme consta o roteiro no Apêndice C. Esta garrafa será entregue aos alunos para observarem e manusearem, com a restrição que neste momento a garrafa deve permanecer fechada.

Objetivando promover discussões sobre diferentes conceitos e articulação de concepções, para a explicação de fenômenos físicos, ao final das instruções conterá a seguinte situação problematizadora: Observando a garrafa, qual o conteúdo do interior dela? Pensando em filmes ou livros que vocês conhecem, existem personagens ou objetos que são invisíveis? Pensando na nossa realidade, existem objetos invisíveis?

As respostas dos alunos serão colocadas no quadro, e serão utilizadas com o intuito de desenvolver uma conversa coletiva, para construir juntos o conceito de índice de refração e compreender sua importância.

Realização de exercícios, após será proposta uma tarefa em grupos, dependendo do andamento da aula, se não houver tempo, será realizada em casa e entregue na próxima aula: Pesquisar outro experimento, diferente do que foi realizado em aula, que esteja relacionado com o conteúdo de refração. Considerando o caráter investigativo dessa atividade, cabe aos estudantes do grupo se organizarem e pesquisarem em recursos disponíveis (livros, vídeos, páginas da internet), na escola ou em casa, um exemplo de experimento que deverá ser entregue por escrito.

### Realização de exercícios:

- 1) Calcule a velocidade com que a luz se propaga no ar e na água, sabendo que seus índices de refração são 1,00 e 1,33 respectivamente. Considere a velocidade da luz no vácuo como 300.000 km/s.
- 2) (VÁLIO, 2016) Um feixe de luz se propaga de um meio 1, com índice de refração igual a 1,2, para um meio 2, ocorrendo refração. O ângulo de incidência é igual a  $50^\circ$ , e o ângulo de refração é igual a  $35^\circ$ .
  - a) Responda, sem efetuar cálculos, se o índice de refração do meio 2 é maior ou menor que o índice de refração do meio 1.
  - b) Calcule o valor do índice de refração do meio 2.

### Explicações dos experimentos

#### Retas Diagonais ou Curvas?

A imagem é composta por retas diagonais, porém quando a garrafa preenchida com água é colocada na frente da imagem, as retas diagonais se modificam tornando-se curvas. Conforme pode ser observado na Figura 9.

**Figura 9 - Resultado utilizando garrafa com água**



Fonte: a autora (2020).

Trocando a garrafa e colocando a garrafa vazia na frente da imagem nada acontece com as retas diagonais, ou seja, as retas diagonais permanecem iguais

(Figura 10). Se as garrafas são iguais porque isso acontece? A explicação desta diferença entre as garrafas é que quando estamos utilizando a garrafa preenchida com água, ocorre o fenômeno da refração na imagem observada através da água. A luz é transmitida de um meio para o outro, ou seja, entre o ar e a água. Esta mudança do meio de propagação, faz com que a luz sofra um desvio, pois ocorreu uma variação na velocidade de propagação.

**Figura 10 - Resultado utilizando garrafa sem água**



Fonte: a autora (2020).

### **Invisibilidade**

Observe a Figura 11, aparentemente dentro da garrafa contém apenas água, porém existe outro material que não é possível observar, são as bolinhas de poliacrilamida. Elas foram colocadas dentro da garrafa e foram hidratadas com água.

**Figura 11 - Processo de retirada da água**



Fonte: a autora (2020).

No momento que as bolinhas de poliacrilamida são colocadas na água são visíveis, mas com o passar dos minutos as bolinhas vão absorvendo a água, vão aumentando de tamanho e ficando invisíveis.

A composição destas bolinhas é formada por um nível muito alto de água, logo o índice de refração da água e das bolinhas é praticamente o mesmo. A luz passa pela água e pelas bolinhas, mas devido ao seu índice de refração ser muito próximo, a luz não sofre desvio, por isso concluímos que não existe nada dentro da água, pois não é possível visualizar as bolinhas de poliacrilamida.

#### **Recursos necessários:**

Questionários impressos conforme o número de alunos, conforme modelo apresentado no Apêndice A; roteiro impresso do experimento “Retas Diagonais ou Curvas?”, conforme o número de grupos; materiais necessários para realização do experimento “Retas Diagonais ou Curvas?”, conforme o número de grupos; roteiro impresso do experimento “Invisibilidade”; material necessário para realização do experimento “Invisibilidade”; quadro; pincel.

### 3.1.2. Aula 02

**Duração:**

90 minutos – 2 períodos.

**Desenvolvimento:**

A aula inicia com a Dinâmica da Caixa Musical (Figura 12) com o objetivo de introduzir o conceito de reflexão da luz. A dinâmica proporcionará verificar os conhecimentos prévios da turma.

A turma se organizará em um círculo, ao som de uma música, vai passar de mãos em mãos uma caixa contendo várias imagens dentro relacionadas a refração e reflexão da luz, conforme consta no apêndice A. Quando pausar a música, quem estiver segurando a caixa, vai retirar uma imagem de dentro da caixa e descrever ela para seus colegas.





**Figura 12 - Caixa utilizada na Dinâmica da Caixa Musical**



Fonte: a autora (2020).

No quadro a seguir são apresentadas as imagens utilizadas na dinâmica e a intencionalidade em utilizar cada imagem.

## Quadro 1 - Imagens utilizadas na Dinâmica e sua intencionalidade

Imagens	Intenção das imagens
 <p>Fonte: <a href="https://pixabay.com/pt/photos/f%C3%A9rias-reflex%C3%A3o-da-luz-mar-3711054/">https://pixabay.com/pt/photos/f%C3%A9rias-reflex%C3%A3o-da-luz-mar-3711054/</a></p>	<p>A água está com ondas, podemos classificar como superfície irregular. Esta superfície não reflete a luz perfeitamente, ocorre a reflexão difusa.</p>
 <p>Fonte: <a href="http://www.aulas-fisica-quimica.com/imagens/8F_15_01.jpg">http://www.aulas-fisica-quimica.com/imagens/8F_15_01.jpg</a></p>	<p>A água está parada sem ondas, podemos classificar como superfície regular. Esta superfície reflete a luz perfeitamente, ocorre a reflexão especular.</p>
 <p>Fonte: <a href="https://www.grupoescolar.com/a/b/6406E.jpg">https://www.grupoescolar.com/a/b/6406E.jpg</a></p>	<p>O espelho é um ótimo exemplo de reflexão especular, pois tem uma superfície regular e polida.</p>
 <p>Fonte: <a href="https://farm1.static.flickr.com/154/334289183_25206b0736_b.jpg">https://farm1.static.flickr.com/154/334289183_25206b0736_b.jpg</a></p>	<p>Colheres polidas são um exemplo onde ocorre a reflexão especular.</p>





Fonte: <http://www.marcushubaide.com.br/tok/wp-content/uploads/2016/05/jarra-de-agua.jpg>

Através dos copos e da garrafa preenchidos com água podemos observar o fenômeno da refração.



Fonte: <https://wallhere.com/pt/wallpaper/882648>

Neste copo com água podemos observar o fenômeno da refração. Além disso, através do gelo podemos observar o fenômeno da reflexão difusa.



Fonte: <https://wallhere.com/pt/wallpaper/882776>



A jarra de chá também é um exemplo da refração, mesmo que o líquido não seja perfeitamente transparente, é possível observar o fenômeno.



Fonte: <https://wallhere.com/pt/wallpaper/823652>

Através das taças é possível observar o fenômeno da refração.



 <p>Fonte: <a href="http://www.m5agenciadigital.com.br/wp-content/uploads/2011/03/L%C3%A1pis-no-copo.jpg">http://www.m5agenciadigital.com.br/wp-content/uploads/2011/03/L%C3%A1pis-no-copo.jpg</a></p>	<p>O lápis está inteiro, porém aparenta estar quebrado devido ao fenômeno da refração.</p>
 <p>Fonte: <a href="https://wallhere.com/pt/wallpaper/632312">https://wallhere.com/pt/wallpaper/632312</a></p>	<p>O exemplo da bolha de sabão será utilizado para falar na teoria ondulatória da luz.</p>

Fonte: a autora (2020).

Ao finalizar todas as imagens, os alunos serão convidados a organizar e classificar estas imagens. Conforme as classificações apresentadas pelos alunos serão realizados questionamentos com o objetivo de separar imagens relacionadas a reflexão e imagens relacionadas a refração:

- a) Qual a semelhança entre as imagens?
- b) Existem alguma maneira de classificá-las? Qual?

A classificação dos alunos será fixada no quadro e será analisada após a próxima atividade.

Nos mesmos grupos da aula anterior, realização do experimento “Reflexão nas esferas de poliacrilamida”, no qual cada grupo receberá as instruções, conforme Apêndice D, e o material necessário para realização deste experimento. Ao final das instruções os grupos responderão a situação problematizadora, e retornam suas respostas ao professor: É possível observar a luz do laser dentro da bolinha de gel? Utilizando ilustrações ou palavras, descreva o comportamento desta luz dentro da bolinha de gel?

As respostas obtidas durante a dinâmica e o experimento servirão de base para desenvolvermos coletivamente o conceito de reflexão.

Será apresentado à turma a lei da reflexão. Os alunos receberam impresso um texto explicativo, conforme descrito no Apêndice A, para acompanhar a explicação da professora.

Retornando ao experimento, os alunos serão convidados a interagir com o experimento verificando a veracidade da lei.

Para finalizar a aula, reunidos nos grupos, os alunos serão convidados a pesquisar e entregar por escrito um experimento que esteja relacionado com reflexão da luz.

## **Explicações dos experimentos**

### **Reflexão nas esferas de poliacrilamida**

Ao apontar o laser em direção a esfera de poliacrilamida, é possível visualizar o caminho que o feixe de luz faz dentro da esfera. Além disso, conforme você movimentar o laser, é possível observar o fenômeno da reflexão, conforme Figura 13. O feixe de luz refletido tem uma intensidade luminosa menor, porém, é observável.

**Figura 13 - Resultado obtido no experimento**



Fonte: a autora (2020).

**Recursos necessários:**

Aparelho de som; Caixa e imagens impressas para a dinâmica; Quadro; fita adesiva; Roteiro impresso do experimento “Reflexão nas esferas de poliacrilamida” conforme o número de grupos; materiais necessários para realização do experimento “Reflexão nas esferas de poliacrilamida” conforme o número de grupos.

**3.1.3. Aula 03****Duração:**

45 minutos – 1 período.

**Desenvolvimento:**

Nesta aula será introduzido o conteúdo de lentes através da exploração do experimento “Observações com esferas de poliacrilamida”. Serão organizados os mesmos grupos das aulas anteriores e cada grupo receberá o material necessário para realização deste experimento e roteiro, conforme Apêndice E.

Conversação no grande grupo sobre os objetos visualizados: serão elencados no quadro as diferentes formas observadas pelos grupos.

Para promover discussões sobre diferentes conceitos e articulação de concepções, para a explicação de fenômenos físicos, ao final das instruções conterà a seguinte situação problematizadora: Por que esta esfera permite visualizar um único objeto de diferentes formas? De que material são feitas estas esferas? Qual fenômeno físico está relacionado com este experimento?

Os alunos entregam por escrito a resposta da situação problematizadora. Dando sequência, será realizado um momento de reflexão das respostas. O esperado é que os alunos consigam identificar que estas esferas de poliacrilamida se comportam como uma lente biconvexa. Caso os alunos não atingirem o esperado, um momento de reflexão será organizado objetivando a construção coletiva do conceito lentes.

Anteriormente, foram elencados no quadro as diferentes formas observadas pelos grupos. Serão utilizadas estas observações para construir juntos os diagramas dos raios das lentes biconvexas. Ou seja, se o aluno observou que quando a esfera

está próxima do objeto, a imagem observada é maior que o objeto, a professora desenhará o diagrama dos raios para visualizar o fenômeno.

Objetivando verificar a compreensão dos alunos em relação ao conteúdo de lentes, será realizado o experimento “Microscópio Caseiro”, o roteiro é apresentado no Apêndice F.

Cada grupo receberá o roteiro, porém, será realizado apenas um único experimento, todos observam, dialogam sobre as hipóteses, formulam a resolução e registram de forma colaborativa, em seus grupos, a compreensão do experimento e entregam ao professor. Com o objetivo de facilitar o registro dos alunos, será proposta as seguintes situações problematizadoras:

- a) Como foi montado o experimento? O que o grupo conseguiu observar com este experimento?
- b) Considera importante este experimento? Por quê? Descreva a física envolvida nesta atividade.

Através da segunda situação problematizadora, espera-se que os alunos registrem o experimento utilizando a técnica do diagrama dos raios. Caso isso não ocorra, haverá a realização do exercício 1, a seguir:

- 1) Empregando a técnica do diagrama dos raios, construa a imagem fornecida através do experimento do microscópio caseiro.

Os alunos, separados nos seus grupos, irão pesquisar um experimento relacionado as lentes biconvexas e entregar por escrito.

### **Recursos necessários:**

Aparelho de som; Caixa e imagens impressas para a dinâmica; Quadro; fita adesiva; Roteiro impresso do experimento “Reflexão nas esferas de poliacrilamida” conforme o número de grupos; materiais necessários para realização do experimento “Reflexão nas esferas de poliacrilamida” conforme o número de grupos.

### **Explicações dos experimentos:**

#### **Observações com esferas de poliacrilamida**

As esferas de poliacrilamida se comportam como uma lente convergente biconvexa, no qual pode-se obter diferentes imagens de um determinado objeto, variando a distância entre o objeto e a lente.

Quando observamos um objeto que está muito perto da esfera de poliacrilamida, ou seja, entre o foco e a lente, a imagem formada deste objeto é maior, direita e virtual (Figura 14).

**Figura 14 - Imagem obtida com objeto próximo da lente**



Fonte: a autora (2020).

Quando observamos através da esfera um objeto que está no foco (Figura 15), não é possível ver uma imagem nítida, pois fazendo o diagrama dos raios, pode-se perceber que os raios não se cruzam, logo não tem a formação da imagem. Quando o objeto está além do foco, a imagem formada através da esfera, é invertida e real.

**Figura 15 - Imagem obtida com objeto próximo da lente**

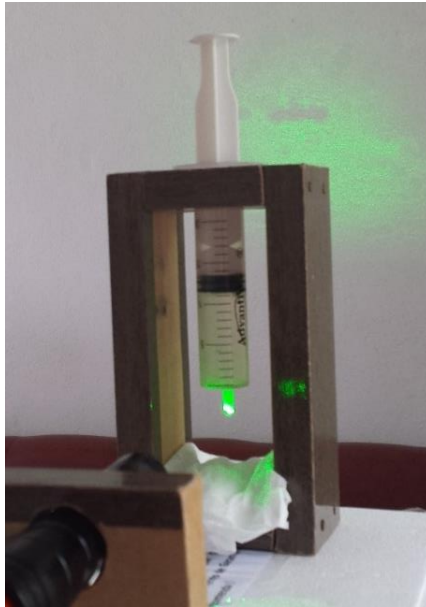


Fonte: a autora (2020).

### **Microscópio caseiro**

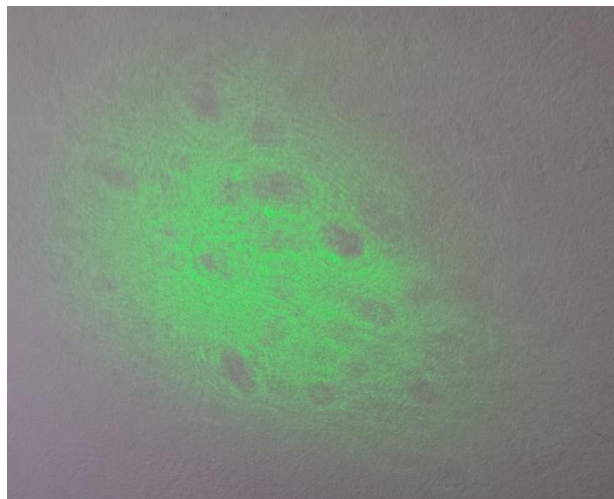
A luz do laser atravessa a água e projeta na parede as impurezas contidas na gota. Utilizando a amostra de água de rio/açude pode-se observar até os micro-organismos presentes na gota (Figura 17). A gota de água que fica suspensa na seringa se comporta como uma lente biconvexa. As impurezas contidas dentro da gota são observadas na parede a olho nu, pois a imagem é reproduzida de forma ampliada.

**Figura 16 - Montagem do Microscópio Caseiro**



Fonte: a autora (2020).

**Figura 17 - Imagem de uma amostra de água de rio/açude obtida no Microscópio Caseiro desenvolvido.**



Fonte: a autora (2020).

**Recursos necessários:**

Quadro; pincel; Roteiro impresso do experimento “Observações com esferas de poliacrilamida” conforme o número de grupos; materiais necessários para realização do experimento “Observações com esferas de poliacrilamida” conforme o número de grupos; Roteiro impresso do experimento “Microscópio Caseiro” conforme o número de grupos.

**3.1.4. Aula 04****Duração:**

90 minutos – 2 períodos.

**Desenvolvimento:**

As atividades iniciam com o experimento “Bebo água de coco”. Organizados nos grupos, receberão o material necessário para a realização do experimento e as instruções conforme Apêndice G.

Os alunos serão convidados a investigar as causas e elaborar hipóteses para o seguinte questionamento: Observando através da garrafa, pode-se perceber as letras ficam um pouco diferente, descreva, com suas palavras, o que foi possível observar. Qual fenômeno físico você acredita estar relacionado a este experimento?

Realização de uma conversa utilizando as respostas dos grupos como ponto de partida. Seria ideal se os alunos conseguirem identificar que a garrafa se comporta como uma lente, e todas as palavras ficam de cabeça para baixo. Aparentemente, a única palavra invertida é água, mas não, todas as palavras são invertidas. Não é possível observar isso, pois as letras B C D E O, ao inverter, permanecem iguais.

Na sequência, será realizado o experimento “Setas Invertidas”, cada grupo receberá o material necessário e as instruções conforme roteiro no Apêndice H. A partir do questionamento a seguir, deverão elaborar e criar as suas hipóteses para explicar o experimento. Os dois recipientes foram colocados a aproximadamente 20 cm de distância da folha, e os dois recipientes estavam preenchidos com água. Explique com suas palavras: Por que ao passar os recipientes foi possível visualizar imagens diferentes? Qual o fenômeno físico envolvido?

Será solicitado um semicírculo e dois grupos serão sorteados para apresentar suas hipóteses e soluções. Os demais colegas irão contestar ou concordar com o que os colegas apresentam.

Dependendo da resposta dos alunos, será feita uma intervenção da professora para explicar o fenômeno físico envolvido no experimento.

Apresentação da proposta da feira de ciências - O Show da Física: A feira intitulada "O Show da Física" será uma feira realizada na próxima aula no auditório da escola, no qual os alunos irão desenvolver e apresentar os experimentos pesquisados ao longo da sequência didática.

Tais experimentos foram pesquisados e entregues por escrito pelos grupos ao longo das aulas, durante a sequência didática. No primeiro momento será proposto que falem quais foram estes experimentos pesquisados, refletindo como se relacionam com o conteúdo.

Neste momento será possível lembrar e exercitar de forma dialogada a integração dos conteúdos estudados: refração, reflexão e lentes biconvexas. Após será realizado um sorteio dos conteúdos nos grupos, e estes grupos, com base no seu conteúdo, irão escolher um dos experimentos pesquisados para apresentar.

Caso os grupos desejarem modificar a apresentação e pesquisar mais, será permitido. Além disso, os materiais necessários para a realização dos experimentos serão de responsabilidade dos alunos.

### **Explicações dos experimentos:**

#### **Bebo água de coco**

Quando se observa a folha através da garrafa de água, as letras que estão em azul permanecem iguais e as letras em vermelho se invertem. Por que isso acontece?

Na verdade, não é apenas as letras em vermelho que se invertem de cabeça para baixo, são todas as letras que se invertem. Isso ocorre devido a garrafa usada se comportar como uma lente (Figura 18). Todas as letras se invertem devido ao formato da garrafa, que corresponde a uma lente biconvexa. Outro aspecto relevante, a imagem está invertida devido a posição que o objeto se encontra em relação a lente, este objeto deve se encontrar além do ponto focal da lente.



**Figura 18 - Resultado do experimento “Bebo água de coco”**



Fonte: a autora (2020).

### **Setas invertidas**

Quando o copo de base redonda passa na frente da imagem, a seta impressa se modifica, invertendo o sentido da seta. E quando o copo de base quadrada faz o mesmo processo, não é possível visualizar a inversão da seta. Observe na Figura 19 o resultado deste experimento.

**Figura 19 - Resultado obtido no experimento “Setas Invertidas”,**



Fonte: a autora (2020).

Por que isso acontece? A diferença entre os dois é que, o copo de base quadrada não se comporta como uma lente, suas duas superfícies são paralelas, por isso, não inverte a imagem. Já o copo de base redonda segue os princípios das lentes biconvexas, invertendo a imagem.

**Recursos necessários:**

Roteiro experimental “Bebo água de coco” impresso conforme o número de grupos; material necessário para realização do experimento “Bebo água de coco” conforme o número de grupos; Roteiro experimental “Setas Invertidas” impresso conforme o número de grupos; material necessário para realização do experimento “Setas Invertidas” conforme o número de grupos; caixa; quadro; pincel.

3.1.5. Aula 05

**Duração:**

90 minutos – 2 períodos.

**Desenvolvimento:**

Realização da Feira – Show da Física

As apresentações serão realizadas no auditório da escola, um grupo apresenta por vez e os demais serão os avaliadores. Os avaliadores receberão uma folha conforme Apêndice A, no qual deverão preencher informações sobre os experimentos e os grupos e devolver ao professor. Esse momento de interação entre os grupos pode promover e estreitar laços de amizade, além de proporcionar o exercício da colaboração, da autonomia, da criticidade, da criatividade e do respeito, por exemplo.

As demais turmas da escola, serão convidadas para visitar a feira “O Show da Física”. Neste momento os grupos permanecem juntos ao seu experimento e apresentam conforme o público vai passando.

Por fim, serão convidados a responder ao questionário avaliativo conforme consta no Apêndice A referente a Avaliação da Sequência.

**Recursos necessários:**

Auditório da escola; mesas; fichas de avaliação impressas; questionário avaliativo conforme o número de alunos.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio (BNCC)**. Ministério da Educação. Brasília: SEB/MEC, 2018.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM)**, Parte I. Bases Legais. Brasília: SEB/MEC, 2000.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM)**, Parte III. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: SEB/MEC, 2000.

BRASIL. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCN+)**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: SEB/MEC, 2002.

CACHAPUZ, A. *et al.* **A necessária renovação do Ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

HALLIDAY, D., RESNICK, R., WALKER, J. **Fundamentos de Física 4: óptica e Física Moderna**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014. Cap. 33 e 34, p. 01-71.

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011. Cap. 26 - 28, p. 462-516.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Resultado dos Dados Preliminares do Censo – 2010**. 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/barao/panorama>. Acesso em: 26 fev. 2019.

JEWETT JR., J. W., SERWAY, R. A. **Física para cientistas e engenheiros**. 8. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012. Cap. 1 e 2, p. 2-73.

MARCONATO, J. C.; FRANCHETTI, S. M. M. **Polímeros Superabsorventes e as fraldas descartáveis: um material alternativo para o ensino de polímeros**. Química Nova na Escola, n. 15, p. 42-44, mai/2002.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: um conceito subjacente. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, v.1.3, p. 25 – 46, 2011.

MOREIRA, M. A. Organizadores Prévios e Aprendizagem Significativa. **Revista Chilena de Educación Científica**, v.7, nº.2, p. 23 – 30, 2012.

MOREIRA, M. A., Sequências de ensino e aprendizagem. *In*: MOREIRA, M. A. (Org.). **Noções básicas de Epistemologias e Teorias de Aprendizagem como subsídios para a organização de Sequências de Ensino-Aprendizagem em Ciências/Física**. 1. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016. Cap. 3, p. 133-138.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica**. 10. reimp. São Paulo: Blucher, 2013. Cap. 1 - 2, p. 01-50.

KNIGHT, R. D. **Física 2**: uma abordagem estratégica. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. Cap. 23, p. 701-738.

SANTOS, E. I.; PIASSI, L. P. C.; FERREIRA, N. C. **Atividades experimentais de baixo custo como estratégia de construção da autonomia de professores de Física**: uma experiência em formação continuada. IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física.

SERÉ, M. G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. O papel da experimentação no Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.20, n.1, p. 30-42, abr./2003.

VÁLIO, A. B. M. **Ser Protagonista - Física - 2**. 3. ed. São Paulo: Edições SM, 2016. Cap. 11 e 12, p. 150 - 229.

**APÊNDICE A**  
**Materiais impressos para utilização na sequência**

**Aula 01 – Questionário de conhecimento prévios**

**Questionário - Conhecimentos Prévios**

**Nome:** \_\_\_\_\_ **Data:** \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

1) Uma das áreas da Física estuda os fenômenos relacionados a Luz. Como é chamada esta área da Física? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2) Na sua opinião, o que é luz?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3) Descreva com suas palavras o que são raios luminosos?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4) Na sua opinião, os raios luminosos podem se encontrar e interagir um com o outro?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

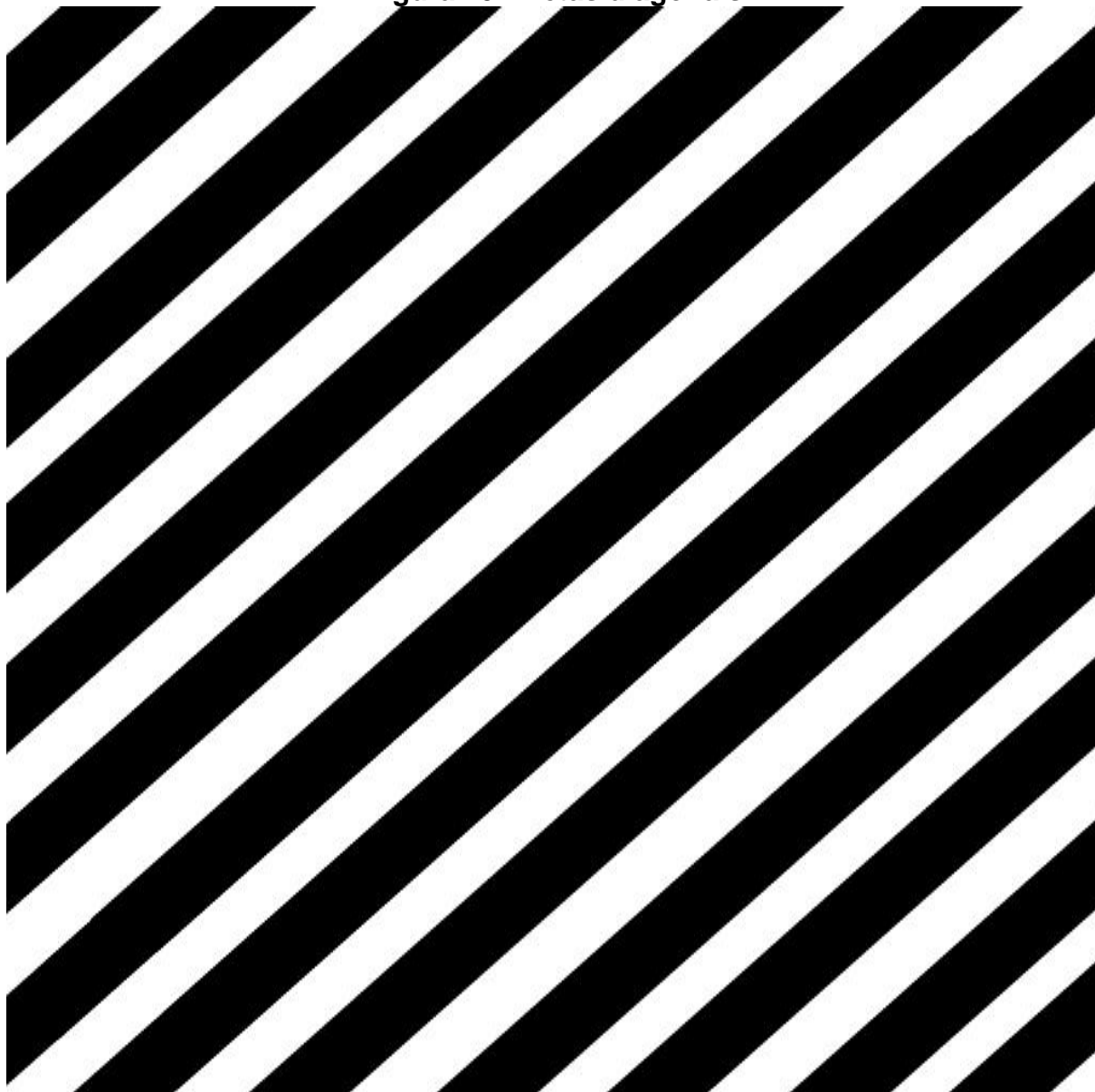
5) Dê dois exemplos de fontes primárias de luz:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

6) Dê dois exemplos de fontes secundárias de luz:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

7) Descreva com suas palavras o que é uma lente? E qual sua utilidade?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Aula 03 - Experimento: Retas diagonais ou curvas?

Figura 20 - Retas diagonais



Fonte: o autor (2019).

## Aula 04 - Dinâmica da Caixa Musical



Fonte: [http://www.aulas-fisica-quimica.com/imagens/8F\\_15\\_01.jpg](http://www.aulas-fisica-quimica.com/imagens/8F_15_01.jpg)



Fonte: <https://pixabay.com/pt/photos/f%C3%A9rias-reflex%C3%A3o-da-luz-mar-3711054/>





Fonte: <https://www.grupoescolar.com/a/b/6406E.jpg>



Fonte: <https://wallhere.com/pt/wallpaper/632312>



Fonte: <http://www.marcushubaide.com.br/tok/wp-content/uploads/2016/05/jarra-de-agua.jpg>



Fonte: <https://wallhere.com/pt/wallpaper/560>



Fonte: [https://farm1.static.flickr.com/154/334289183\\_25206b0736\\_b.jpg](https://farm1.static.flickr.com/154/334289183_25206b0736_b.jpg)



Fonte: <https://wallhere.com/pt/wallpaper/882776>



Fonte: <https://wallhere.com/pt/wallpaper/882648>



Fonte: <https://wallhere.com/pt/wallpaper/823652>



Fonte: <http://www.m5agenciadigital.com.br/wp-content/uploads/2011/03/L%C3%A1pis-no-copo.jpg>

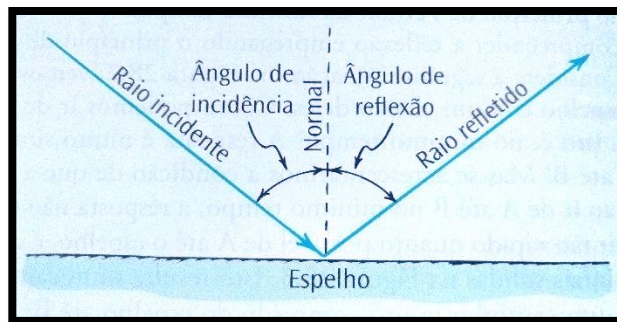
## Aula 04 – Conteúdo

### LEI DA REFLEXÃO

Conforme Knight (2009) a lei da reflexão enuncia que:

- O raio incidente e o raio refletido estão no mesmo plano normal à superfície;
- O ângulo de reflexão é igual ao ângulo de incidência.

A figura abaixo representa o enunciado:



Fonte: Hewitt (2011)

Isso significa que:

$$\theta_i = \theta_r$$

$\theta_i$  - ângulo de incidência

$\theta_r$  - ângulo de reflexão

Aula 06 - Experimento: Bebo água de coco

**BEBO ÁGUA DE COCO**

**CHICO RALA COCO**



## Aula 06 - Experimento: Setas Invertidas

Figura 21 – Seta: Vire à esquerda



Fonte: <https://sosimbolos.files.wordpress.com/2016/10/vire-a-esquerda.png?w=700>

## Aula 07 - Formulário de Avaliação

### Ficha de Avaliação – O Show da Física

Nome do avaliador(a): \_\_\_\_\_

Título do Experimento: \_\_\_\_\_

Integrantes do grupo: \_\_\_\_\_

7) Todos os integrantes do grupo participaram da apresentação do experimento?

Sim

Não

8) Os integrantes do grupo tiveram capacidade de responder os questionamentos?

Ruim

Bom

Muito Bom

Excelente

9) O grupo foi criativo ao desenvolver o experimento?

Ruim

Bom

Muito Bom

Excelente

10) O grupo evidenciou o conteúdo físico envolvido no experimento?

Ruim

Bom

Muito Bom

Excelente

11) O grupo demonstrou domínio do conteúdo?

Ruim

Bom

Muito Bom

Excelente

12) O grupo teve clareza e objetividade no trabalho?

Ruim

Bom

Muito Bom

Excelente

**NOTA:** \_\_\_\_\_

## Aula 07 - Questionário Avaliativo

### Questionário Avaliativo

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

4) Trabalhar com experimentos contribuiu para sua aprendizagem no assunto?

- a) concordo
- b) concordo plenamente
- c) discordo
- d) discordo plenamente

5) Como você classificaria a qualidade do método utilizado em nossas aulas?

- a) concordo
- b) concordo plenamente
- c) discordo
- d) discordo plenamente

6) Os fenômenos físicos estudados nesse período foram relevantes para sua vida?

- a) concordo
- b) concordo plenamente
- c) discordo
- d) discordo plenamente



## APÊNDICE B

### Roteiro Experimental: Retas Diagonais ou Curvas?

#### Material:

02 garrafas pet lisas (vazias, com tampa e sem rótulo)

01 impressão da figura Retas diagonais (Apêndice A)

Recipiente com água

Fita adesiva



#### Descrição dos procedimentos experimentais:

Passo 01: Preencher completamente com água apenas uma das garrafas, a outra garrafa permanecerá vazia;

Passo 02: Utilizar a fita adesiva para fixar em uma parede a figura impressa;

Passo 03: Colocar a garrafa preenchida com água na posição vertical em frente a imagem retas diagonais. Observar a imagem através da garrafa com água;

Passo 04: Substituir a garrafa com água pela garrafa vazia. Colocar a garrafa vazia na posição vertical em frente a imagem retas diagonais. Observar o que acontece visualizando a figura através da garrafa;

Passo 5: Interpretando o que foi observado: elaborar hipóteses e possíveis explicações para o experimento.



## APÊNDICE C

### Roteiro Experimental: Invisibilidade

#### **Material:**

- 01 garrafa pet lisa (vazia, com tampa e sem rótulo)
- 01 pacote de esferas de poliacrilamida - transparente
- Recipiente com água



#### **Descrição dos procedimentos experimentais:**

##### Montagem pré-experimento:

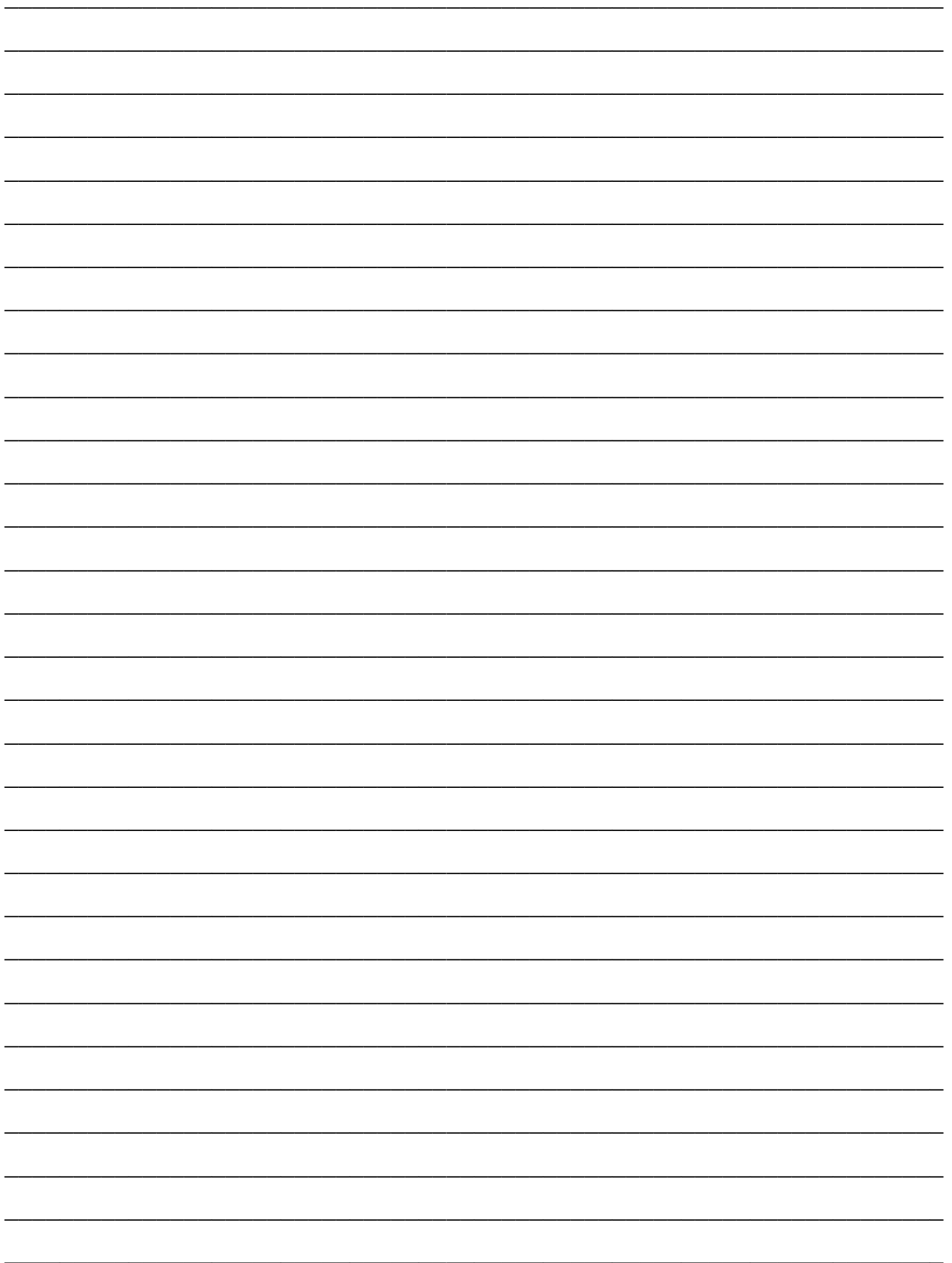
- Passo 01: Abrir o pacote das esferas e colocar aproximadamente 20 unidades dentro da garrafa;
- Passo 02: Preencher completamente a garrafa com água;
- Passo 03: Tampar a garrafa e aguardar por 24 horas aproximadamente.

##### Realização do experimento:

- Passo 01: Entregar a garrafa aos alunos para que possam observar, manusear e criar hipóteses de qual o conteúdo do interior da garrafa.

#### **Situação problematizadora:**

- Observando a garrafa, qual o conteúdo do interior dela? Pensando em filmes ou livros que vocês conhecem, existem personagens ou objetos que são invisíveis? Pensando na nossa realidade, existem objetos invisíveis?



## APÊNDICE D

### Roteiro Experimental: Reflexão nas esferas de poliacrilamida

#### Material:

01 pacote de esferas de poliacrilamida - coloridas

01 recipiente com tampa

01 laser

Recipiente com água



#### Descrição dos procedimentos experimentais:

##### Montagem pré-experimento:

Passo 01: Abrir o pacote de esferas e colocar aproximadamente 5 unidades dentro do recipiente;

Passo 02: Preencher completamente este recipiente com água e fechar;

Passo 03: Aguardar por aproximadamente 24 horas.

##### Realização do experimento:

Passo 01: Abrir o recipiente e pegar uma esfera de poliacrilamida. Colocá-la em cima da tampa do recipiente;

Passo 02: Incidir a luz do laser de diferentes ângulos na esfera de poliacrilamida;



## APÊNDICE E

### Roteiro Experimental: Observações com esferas de poliacrilamida

#### Material:

01 pacote de esferas de poliacrilamida - transparente

01 recipiente com tampa

Recipiente com água



#### Descrição dos procedimentos experimentais:

##### Montagem pré-experimento:

Passo 01: Abrir o pacote das esferas e colocar aproximadamente 5 unidades dentro do recipiente;

Passo 02: Preencher completamente este recipiente com água e fechar;

Passo 03: Aguardar por aproximadamente 24 horas.

##### Realização do experimento:

Passo 01: Retirar apenas a água do recipiente e distribuir uma esfera de poliacrilamida para cada componente do grupo;

Passo 02: Observando seu entorno através da esfera de poliacrilamida, descreva aos colegas do grupo, o que estão observando neste momento;

Passo 03: Observe um objeto próximo, descreva aos colegas do grupo, o que está observando;

Passo 04: Agora, observe um objeto longe e descreva o que está observando.





## APÊNDICE F

### Roteiro Experimental: Microscópio Caseiro

#### **Material:**

- 01 laser
- 01 seringa
- Suporte para seringa
- Amostra de água (rio ou açude)
- Amostra de água da torneira



#### **Descrição dos procedimentos experimentais:**

- Passo 01: Posicionar uma mesa cerca de 2 metros da parede;
- Passo 02: Preencher a seringa com a amostra de água de rio/açude;
- Passo 03: Em cima da mesa, colocar a seringa no suporte, ajustando para que na ponta da seringa, fique suspensa uma gota da amostra de água de rio/açude;
- Passo 04: Apontar o laser nesta gota suspensa, com o objetivo de projetar a luz do laser na parede;
- Passo 05: Se possível, fechar as cortinas do ambiente, desligar as luzes e observar a projeção na parede;
- Passo 06: Em seguida, retirar o líquido da seringa e repetir os procedimentos acima utilizando a amostra de água da torneira;



## APÊNDICE G

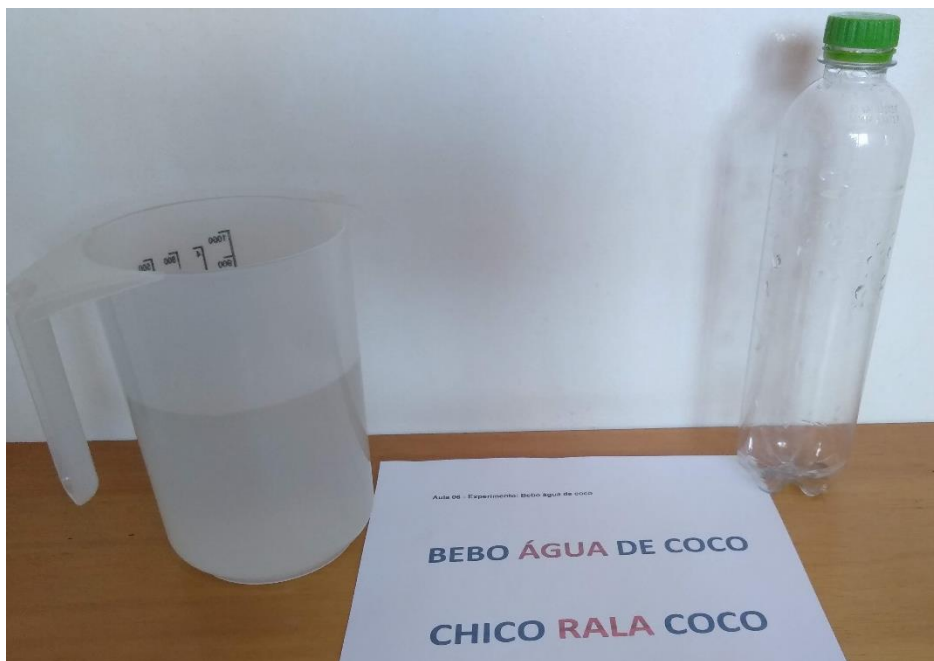
### Roteiro Experimental: Bebo água de coco

#### Material:

01 folha impressa (Apêndice A)

01 garrafa pet lisa (vazia, com tampa e sem rótulo)

Recipiente com água



#### Descrição dos procedimentos experimentais:

Passo 01: Colocar a folha impressa em cima de uma mesa;

Passo 02: Preencher a garrafa completamente com água e tampar a garrafa;

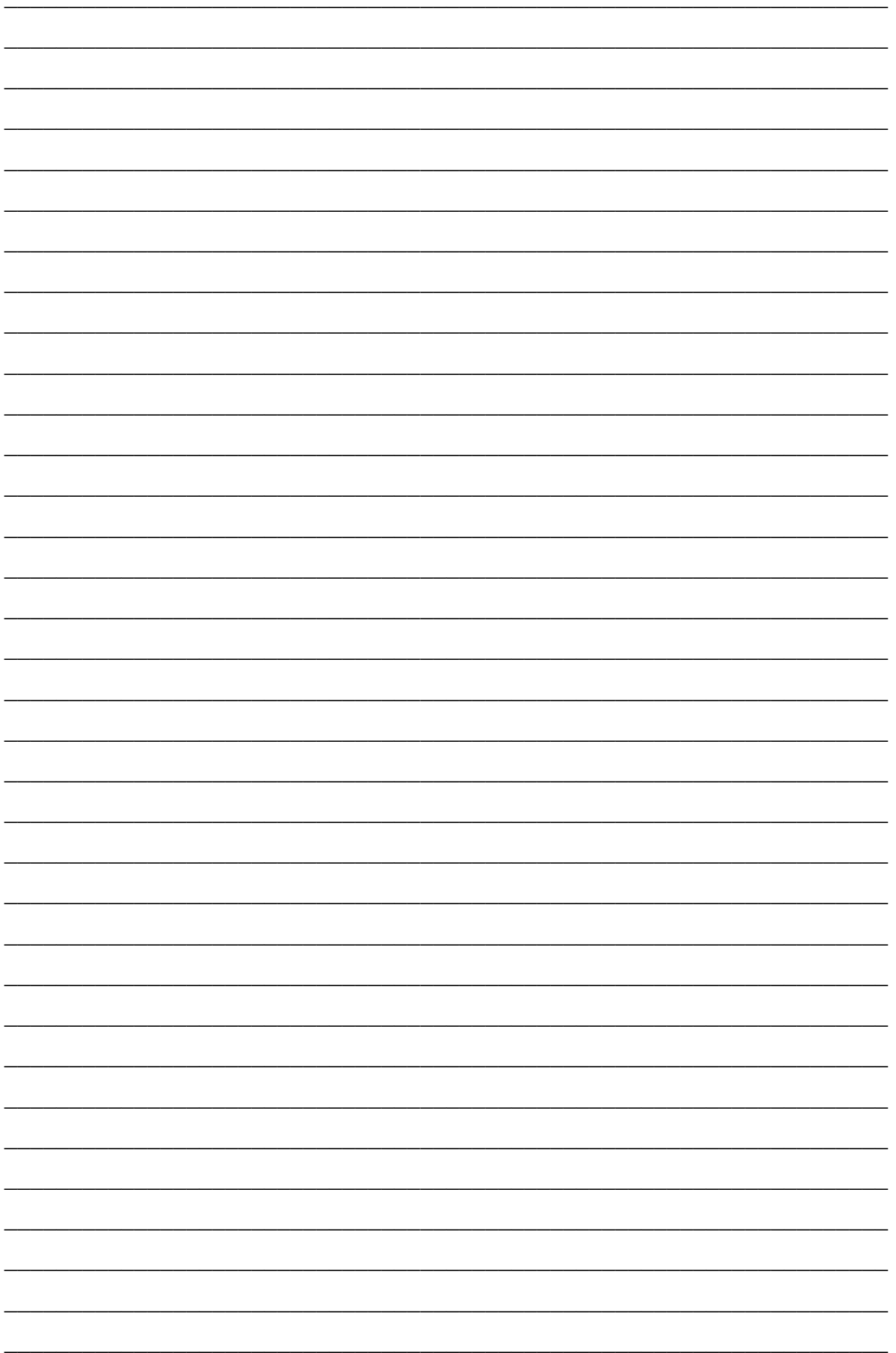
Passo 03: Segurar a garrafa com as duas mãos, deixando-a na posição horizontal;

Passo 04: Observar a folha impressa, contém duas frases, observar uma frase por vez através da garrafa com água e verificar o que acontece.

#### Situação problematizadora:

Observando através da garrafa, pode-se perceber as letras ficam um pouco diferente, descreva, com suas palavras, o que foi possível observar. Qual fenômeno físico você acredita estar relacionado a este experimento?

---

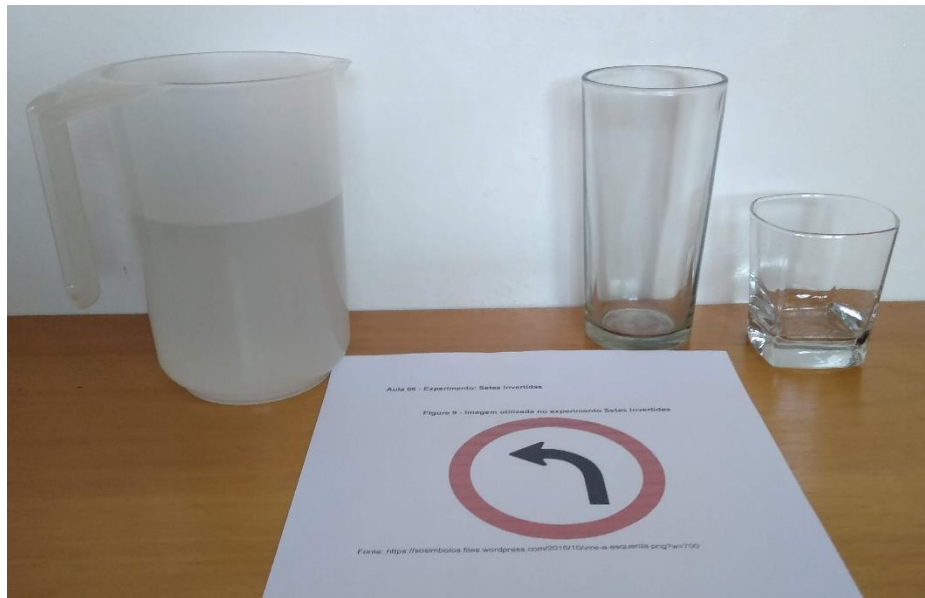


## APÊNDICE H

### Roteiro Experimental: Setas Invertidas

#### Material:

- 01 impressão – Seta: vire à esquerda (Apêndice A)
- 01 copo de base redonda
- 01 copo de base quadrada
- Recipiente com água



#### Descrição dos procedimentos experimentais:

- Passo 01: Fixar a folha impressa em uma parede.
- Passo 02: Preencher os dois copos com água;
- Passo 03: Com aproximadamente 20 cm de distância, passar lentamente o copo de base redonda em frente a seta;
- Passo 04: Observar através da água do recipiente o que acontece com a imagem;
- Passo 05: Com aproximadamente 20 cm de distância, passar lentamente o copo de base quadrada em frente à seta;
- Passo 06: Observar através da água do recipiente o que acontece com a imagem.

