



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

MICHELLY MELO SAMPAIO

**ATIVIDADES DEMONSTRATIVAS INVESTIGATIVAS PARA O ENSINO DE
ÓTICA**

CAMPINA GRANDE

2019

MICHELLY MELO SAMPAIO

**ATIVIDADES DEMONSTRATIVAS INVESTIGATIVAS PARA O ENSINO DE
ÓTICA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Sociedade Brasileira de Física, polo da Universidade Estadual da Paraíba como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Linha de Pesquisa: Física e Sociedade.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Raquel Pereira de Ataíde.

CAMPINA GRANDE

2019

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S192a Sampaio, Michelly Melo.
Atividades problematizadoras e investigativas para o
Ensino de ótica [manuscrito] / Michelly Melo Sampaio. - 2019.
124 p. : il. colorido.
Digitado.
Dissertação (Mestrado em Profissional em Ensino de
Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de
Ciências e Tecnologia, 2019.
"Orientação : Profa. Dra. Ana Raquel Pereira de Ataíde,
Departamento de Física - CCT."
1. Ensino de Física. 2. Atividades experimentais. 3. Ótica
geométrica. 4. Sequência de ensino. I. Título
21. ed. CDD 530.7

MICHELLY MELO SAMPAIO

**ATIVIDADES PROBLEMATIZADORAS E INVESTIGATIVAS PARA O
ENSINO DE ÓTICA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Sociedade Brasileira de Física, polo da Universidade Estadual da Paraíba como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em: 18/12/2019.

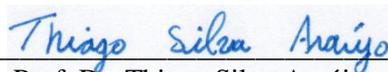
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Ana Raquel Pereira de Ataíde
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profa. Dra. Morgana Lígia de Farias Freire
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Thiago Silva Araújo
Secretaria de Estado da Educação da Paraíba (SEE-PB)

Aos meus filhos Luiz Eduardo e Letícia, por ser fonte de força e inspiração de um futuro

melhor,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, fonte de fé, força e determinação em minha vida, por permitir chegar até aqui, com empenho, coragem e alegria.

Aos professores que compõem o corpo docente do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Estadual da Paraíba, que contribuíram ao longo desses anos, por meio das disciplinas e debates, para minha formação.

A professora Ana Raquel, com muito carinho, por todas as orientações da para minha formação, pelo incentivo e empenho agregando muito conhecimento nesse trabalho.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), a SBF (Sociedade Brasileira de Física) e Coordenação do MNPEF (Mestrado Nacional e Profissional em Ensino de Física), pela criação e manutenção deste mestrado, sem eles esse sonho não seria possível.

A minha mãe Maria José de Melo Sampaio, ao meu pai Luiz Gomes Sampaio, pela força e amparo para continuar firme em meus objetivos e na realização dos meus sonhos.

Ao meu esposo Antônio de Araújo Barbosa Junior, pelo companheirismo, carinho, paciência e dedicação em todas as horas.

A minha família, em especial aos meus irmãos e cunhados pelo apoio e torcida, tenho certeza que sempre posso contar com o apoio de todos.

Aos colegas Profissionais da Escola Estadual Dr. Elpídio de Almeida pelo apoio e receptividade a proposta de trabalho.

Aos meus queridos amigos, pelas palavras de incentivo e força, sou grata pela motivação e torcida de todos.

Aos meus colegas de turma, pelos momentos de amizade, apoio e contribuição nessa jornada.

Aos meus alunos, pela contribuição e receptividade dada durante a realização desse trabalho.

Muito Obrigada!

RESUMO

É comum entre estudantes do Ensino Médio, atribuir às aulas de Física nenhum significado ou relação com o cotidiano, além as vezes considerá-las exaustivas por ter muitas equações matemáticas sem muito significado, para eles, advindas de uma abordagem tradicional em que os conteúdos são expostos como algo absoluto e acabado. De um modo geral, as estratégias de ensino utilizadas para essa etapa da educação básica pouco se preocupam com a realidade, o contexto social e conhecimentos prévios dos estudantes, essas metodologias de ensino convencionais podem ser a desmotivação e antipatia no estudo da Física. Nesse cenário, o professor pode ser protagonista na busca por novas abordagens que propicie aos estudantes a capacidade de argumentar e construir o próprio conhecimento. Nesse contexto nosso trabalho tem como objetivo investigar as potencialidades da utilização da abordagem investigativa como ferramenta para a construção do conhecimento, aplicada no processo de ensino da Física através da elaboração e utilização de uma sequência de ensino investigativa para o ensino do conteúdo de Ótica, mas especificamente nos temas Luz, Cores, Reflexão, Refração e Dispersão. O processo propõe seis encontros estruturados na abordagem investigativa e problematizadora o que acontece a partir da problematização inicial que permite o levantamento de hipóteses, sistematização do conhecimento e contextualização do conhecimento, utilizando algumas atividades experimentais, problemas abertos e demonstrações investigativas. Desta maneira, pretendemos apresentar, ao professor de Física do Ensino Médio, uma proposta de ensino que aborda conceitos a partir de atividades investigativas, permitindo que este crie, adapte e reelabore novos problemas e novos questionamentos, bem como que ele possa vislumbrar uma possibilidade de modificação do formato de suas aulas, muitas vezes tachadas de cansativas, muito matematizadas e sem significado para os estudantes.

Palavras-chave: Ensino de Física. Atividades Experimentais. Ótica geométrica. Sequência de Ensino.

ABSTRACT

It is common among high school students to assign physics classes no meaning or relation to daily life, and is often considered exhaustive by many meaningless mathematical equations, coming from a traditional approach in which they are exposed as something absolute and finished. In general, the teaching strategies used for this stage of basic education have little concern with the reality, the social context and previous knowledge of students, these conventional teaching methodologies may be the demotivation and antipathy in the study of physics. In this scenario, the teacher is the great protagonist in the search for new approaches that give students the ability to argue and build their own knowledge. In this context our work aims to investigate the potential of using the investigative approach as a tool for the construction of knowledge, applied in the process of teaching Physics through the elaboration and use of an investigative teaching sequence for the teaching of Optics content, but specifically in the themes of Light, Colors, Reflection, Refraction and Dispersion. The process proposes six structured meetings in the investigative and problematizing approach and will take place from the initial problematization that allows the raising of hypotheses, systematization of knowledge and contextualization of knowledge, using some experimental activities, open problems and investigative demonstrations. Thus, we intend to propose to the High School Physics teacher, a teaching proposal that addresses concepts from investigative activities, allowing them to create, adapt and re-elaborate new problems and new questions, as well as to envision a possibility of modification of the format of their classes, often called tiresome, very mathematical and meaningless for students.

Key words: Physics Teaching. Experimental Activities. Geometric Optics. Teaching Sequence.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ondas Eletromagnéticas.....	26
Figura 2: Espectro Eletromagnético.	26
Figura 3: Representação de quando o elétron de um átomo é excitado e ao tornar a sua órbita original emite um fóton, se tornando Luz visível.	27
Figura 4: A curva da radiação para um objeto incandescente.	28
Figura 5: Os dois tipos de Reflexão.....	30
Figura 6: Representação da Reflexão e Refração em três casos.....	31
Figura 7: Na busca da Lei da refração.....	33
Figura 8: Reflexão Total.....	35
Figura 9: Dispersão da Luz em gota d'água.....	37
Figura 10: Problematização inicial- A Luz do relâmpago e o som do trovão.....	43
Figura 11: Representação de Marília e Dirceu.....	45
Figura 12: Alguns Registros do Encontro 1.....	47
Figura 13: Problematização inicial- Faixas de trânsito.....	48
Figura 14: Alguns Registros do Encontro 2- Objetos com Iluminação Branca.....	49
Figura 15: Alguns Registros do Encontro 2- Objetos com Iluminação Amarela.....	50
Figura 16: Ilustração do empregado do clube varrendo o fundo da piscina.....	51
Figura 17: Copos com Moedas imersas na água e no ar.....	52
Figura 18: Alguns Registros do Encontro 3.....	54
Figura 19: Transferidor.....	56
Figura 20: Alguns Registros do Encontro 4.....	57
Figura 21: Alguns Registros do Encontro 6.....	61
Figura 22: Planos de trabalho criado por alguns Alunos.....	61
Figura 23: Alguns dos Relatos da Atividade Experimental do Encontro 6.....	62

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 Estrutura de Apresentação do Texto.....	10
2. REFERENCIAIS TEÓRICOS	12
2.1 Referencial Teórico em Ensino	12
2.1.1 Abordagem Investigativa e Problematizadora no Ensino de Física	12
2.1.2 Atividades Experimentais no Ensino de Física	17
2.1.3 Atividades Experimentais Investigativas	18
2.1.4 Sequencias de Ensino Investigativas	22
2.2 Referencial Teórico em Física	24
2.2.1 Luz e Cores	24
2.2.1.1 Espectro Eletromagnético.....	25
2.2.2 Reflexão e Refração.....	29
2.2.2.1 Reflexão Interna Total	34
2.2.3 Dispersão	35
2.2.3.1 Arco-Íris	36
3. PERCURSO METODOLÓGICO	38
3.1 Elaboração da Proposta de Intervenção	38
3.2 A Intervenção.....	39
3.3 Avaliação da Proposta	39
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4.1 Elaboração da Proposta de Intervenção	41
4.2 Relato da Utilização da Proposta: Experiência da Proposta.....	42
4.3 Análise e Avaliação da Proposta de Intervenção.....	62
4.3.1 Caracterização da Mudança de Atitudes dos Estudantes Mediante da Realização da Proposta.....	62
4.3.2 Avaliação das Questões Propostas ao Término dos Encontros.....	65
4.3.3 Algumas Considerações Acerca da Aplicação da Proposta	67
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
REFERÊNCIAS	72
APÊNDICE	75

1. INTRODUÇÃO

No Ensino de Ciências, mais especificamente no Ensino de Física na etapa do Ensino Médio da Educação Básica, é notável a falta de interesse e de empenho dos estudantes na disciplina, a grande dificuldade dos estudantes ainda é relacionar os fenômenos aos conteúdos abordados nas aulas de Física. No entanto, espera-se que o ensino de Física proporcione a enculturação científica efetiva formando cidadãos para a vida e capazes de interpretar fatos e fenômenos científicos.

Apesar do objetivo principal da Educação Básica está “claramente” exposto na Lei de Diretrizes e Base da Educação Nacional – LDB (Lei 9394/96), que é o de formar o cidadão (BRASIL, 1996), muitas vezes as instituições de ensino permanecem priorizando a definição de conteúdos e abordagens metodológicas focadas na ideia que o Ensino Médio tem como finalidade apenas “preparar” o estudante para o ingresso no Ensino Superior, tornando as aulas de Física conteudistas e abstratas, sem estabelecer uma relação entre o fenômeno e os conteúdos abordados em sala de aula.

É comum entre os professores de Física atribuir à falta de espaços apropriados, como laboratórios e salas de informática, dentre outros, em suas escolas para o insucesso em suas aulas no que se refere a despertar nos estudantes o interesse pelo estudo desse conteúdo, no entanto as propostas atuais para o Ensino de Ciências são as atividades que visam uma harmonia entre os conteúdos específicos, o processo histórico e a realidade do estudante, diferentemente dos laboratórios tradicionais com roteiros e demonstrações fechadas que não contribuem para o ensino efetivo.

Na busca por diminuir as práticas tradicionais, muitos professores utilizam de estratégias, cada vez mais comuns nas aulas de Física, em que tenham em seu caráter a problematização, ao contrário das atividades de memorização e de acúmulo de conteúdos e “fórmulas mágicas” para resolver exercícios que não tem nenhuma ou apresenta pouca contribuição para a aprendizagem. A problematização é capaz de promover a aprendizagem efetiva, por facilitar a investigação e a reflexão na tentativa de compreender os conceitos, permitindo que o conhecimento seja construído gradativamente a partir das conclusões dos estudantes.

Diante do que foi descrito, elaboramos uma proposta que visa alcançar professores da Educação Básica, com um material que difere do que se encontra nos livros didáticos, tendo por objetivo verificar a potencialidade de atividades problematizadoras e de caráter investigativo

para ensinar Física, utilizando tanto atividades experimentais como atividades de demonstrações, com o intuito de construir conceitos físicos, mais especificamente no conteúdo de Ótica. Utilizamos como referencial para nortear a elaboração dessa proposta, as discussões relativas as Atividades Investigativas e Problematizadoras, por estas apresentarem como características principais a interação e a argumentação e vislumbrarem como objetivo a enculturação científica.

1.1 Estrutura de Apresentação do Texto

A dissertação está estruturada em cinco capítulos, esse primeiro apresenta a introdução sobre o tema e o objetivo da proposta. No segundo capítulo é exposto o referencial teórico em que serão apresentadas as seguintes temáticas mais gerais no Ensino da Física com ênfase na Abordagem Investigativa e Problematizadora e de Física com ênfase na Ótica.

O terceiro capítulo é dedicado ao percurso metodológico, escolhido para a pesquisa no qual são descritas as opções metodológicas escolhidas para a realização deste trabalho

A proposta de intervenção, a análise da intervenção e a avaliação da proposta foram apresentadas no quarto capítulo, com um caráter de apresentação do corpo do trabalho.

Para finalizar, o quinto capítulo foi dedicado às conclusões e possíveis considerações pertinentes ao trabalho para o Ensino de Física.

2. REFERENCIAIS TEÓRICOS

Neste capítulo, estão apresentados os referenciais teóricos que dão suporte ao trabalho, para tanto dividimos o capítulo em duas seções: Os Referenciais Teóricos em Ensino, que aborda as seguintes temáticas: Abordagem Investigativa e Problematizadora no Ensino de Física, Atividades Experimentais no Ensino de Física, Atividades Experimentais Investigativas e Sequências de Ensino Investigativas; os Referenciais Teóricos em Física abordando os temas de Luz e Cores, Reflexão e Absorção da Luz, Refração, Prismas e Meios transparentes.

2.1 Referencial Teórico em Ensino

2.1.1 Abordagem Investigativa e Problematizadora no Ensino de Física

O ensino por investigação é uma proposta com práticas inovadoras no ensino de Física, segundo Carvalho (2014) o ensino por investigação pode ser trabalhado e organizado a partir de uma sequência de atividades baseada em três ideias fundamentais que são o entendimento da natureza das ciências, a argumentação e o domínio das três linguagens, cotidiana, científica e matemática.

As atividades investigativas no Ensino de Ciências começam a surgir no século XIX na educação americana e recebe a influência do filósofo John Dewey que tem como ideia principal a “experiência”, onde as aulas deveriam ser mais experimentais do que de memorização, porém a influência das ideias de Dewey só passou a ser notada a partir da década de setenta com o avanço do cognitivismo (ZÔMPERO e LABURÚ, 2011).

O uso da abordagem investigativa no ensino de Física visa à enculturação científica dos estudantes, ou seja, permitir o desenvolvimento de novas visões de mundo e linguagens sem deixar de relacioná-las com os conhecimentos anteriores e suas práticas cotidianas, é o que defende Carvalho *et al.*, (2014):

“Um ensino que vise à aculturação científica deve ser tal que leve os estudantes a construir o seu conteúdo conceitual participando do processo de construção e dando oportunidade de aprender a argumentar e exercitar a razão, em vez de fornece-lhes respostas definitivas ou impor-lhes seus próprios pontos de vista transmitindo uma visão fechada da ciência.” (CARVALHO *et al.*, 2014, p.3).

O princípio básico de uma atividade investigativa é sempre o problema, para Azevedo (2004) quando se fala em ensino por investigação o termo problema é indispensável, porém é necessário que o problema seja aplicado como uma metodologia científica, o que não necessariamente se refira a atividades de laboratório ou atividades experimentais, este tipo de atividade sempre deve ser acompanhada de uma situação problematizadora, baseada na resolução de problemas.

Segundo Delizoicov (2001) a problematização a mais de duas décadas vem sendo objeto de estudo de muitos educadores e uma análise feita por eles está relacionada ao papel do educador como um ser consciente e que o conhecimento deve ser abordado como um instrumento para melhor compreensão e atuação dos estudantes na sociedade contemporânea. Por isso, é importante destacar que para se desenvolver uma atividade problematizadora o professor tem um papel muito importante, pois ele deve se preocupar em estimular o estudante, utilizar de situações ligadas ao cotidiano que permitam que os estudantes exponham os seus conhecimentos prévios, para em seguida aproximar o conhecimento que eles trazem consigo ao conhecimento científico.

Ao introduzir uma abordagem problematizadora nas atividades em sala de aula Delizoicov (2001) afirma que esta abordagem requer um planejamento e uma estruturação dos conteúdos programáticos e que no desenvolvimento das atividades a escolha e a formulação do problema são fundamentais para introduzir os novos conhecimentos, pois, todo o processo deve ser desenvolvido de acordo com as explicações e os conhecimentos prévios dos estudantes.

O problema também deve ter significado para os estudantes, permitindo que estes discutam e exponham suas ideias, com as suas contradições e suas possíveis explicações por meio de questionamentos, por outro lado o professor, nos momentos adequados, deve começar a introduzir e a explicar o conhecimento à medida que, os estudantes buscam as respostas para o problema (DELIZOICOV, 2001).

Na abordagem investigativa os objetivos a serem alcançados pelos estudantes podem ser listados em grupos com características bem relevantes para esse tipo de abordagem: como a apresentação de situações problemáticas, com questões abertas que favoreçam a reflexão dos estudantes sobre as situações propostas, potencializando as análises qualitativas significativas considerando a elaboração de hipóteses para orientar e desenvolver as possíveis concepções dos conceitos, considerando resultados das análises com atenção e conceder uma importância ao papel da comunicação, do debate e ressaltar o papel científico em cada hipótese, levando em conta as dimensões coletivas por meio de trabalhos em grupos (AZEVEDO, 2004).

Tendo o problema como o ponto de partida para realizar uma atividade investigativa e os questionamentos como o principal instrumento de liberdade dos estudantes, Carvalho (2014) enfatiza que são vários os tipos destas atividades que permitem o desenvolvimento de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), alguns tipos de atividades propostos pela autora estão expostos no Quadro 1:

Quadro 1: Tipos de atividades em Sequência de Ensino Investigativa

Atividades de História da Ciência	Como a utilização de textos secundários com o propósito de mostrar que os problemas sociais e circunstanciais da época influenciam na construção da ciência, fazendo com que os estudantes vejam as diferentes formas de pensar e explicar a ciência.
Demonstrações investigativas	As demonstrações devem ser planejadas e executadas cuidadosamente pelo professor com o objetivo de discutir e compreender os fenômenos envolvidos e não apenas mostrar o fenômeno sem despertar nenhum interesse, a partir dessa demonstração os estudantes devem construir os conceitos científicos. Todo o processo deve ocorrer em um processo de interação entre fenômeno e discussões e conseqüentemente professor e estudante, logo após é necessário que se faça a sistematização para então traduzir para uma linguagem Matemática.
Laboratório aberto	Esse tipo de laboratório é uma proposta totalmente diferente de um laboratório tradicional com roteiros, pois propõe que os estudantes se empenhem na construção do conhecimento científico, isso só será alcançado se o professor permitir que os estudantes tenham liberdade intelectual nas etapas do laboratório aberto. A primeira etapa consiste em um problema experimental, a segunda etapa é organização dos estudantes em grupo na tentativa de

	<p>resolução do problema experimental, a terceira etapa deve ser a exposição dos estudantes com as possíveis soluções de como resolver o problema, é a fase fundamental em que se introduz todo o fenômeno estudado e os estudantes devem tomar consciência das relações Físicas e da linguagem Matemática, a quarta etapa é o momento dos estudantes escreverem os relatórios individualmente nesse momento é necessário ensinar como o estudante deve escrever sobre ciência e não fazer apenas uma descrição do que ocorreu no laboratório.</p>
<p>Aulas de sistematização ou textos de apoio</p>	<p>As aulas de sistematização ou de apoio são necessárias depois das aulas de demonstrações ou de laboratório abertos é conveniente para o professor organizar os conhecimentos construídos pelos estudantes utilizando uma aula teórica e interativa com os estudantes retomando os novos conceitos e fazendo novas relações que os estudantes precisam para entender como é descritos os conceitos e fenômenos físicos, nessa etapa são construídas as interações entre as linguagens oral, gráfica e Matemática.</p>
<p>Questões e problemas abertos</p>	<p>Assim como o laboratório abertos os estudantes estarão em grupo tentando solucionar um problema, trabalhando suas hipóteses procurando resolver o problema, o professor exerce um papel fundamental na mediação das discussões que ocorre nos grupo principalmente auxiliando os estudantes na argumentação e na transação entre as linguagens do cotidiano para a linguagem científica e Matemática.</p>
<p>Recursos tecnológicos</p>	<p>O uso das mídias digitais na atualidade é um recurso de excelente qualidade para um ensino por investigação, utilizando de vídeos, simulações, filmes e entre outros para criar uma aula com um</p>

	caráter problematizador para uma sala de aula mais
	dinâmica.

Fonte: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de.; SANTOS, Emerson Isodoro dos.; AZEVEDO, Maria Cristina P. Stella de.; DATE, Marlene Petruche.; FUJII, Seiji Ricardo Sano.; BRICCIA, Viviane. **Calor e Temperatura um ensino por investigação**. São Paulo; Editora Livraria da Física, 2014.

O Ensino por investigação tem características particulares ao ser implementado durante as aulas de Física, e a resolução de problema, no ensino por investigação, permite o engajamento de estudantes na tentativa de solucionar os problemas, onde através dessa estratégia, eles desenvolvem meios e habilidades, aprendem a resolver problemas e resolvem para aprender, a partir das necessidades que surgem a cada momento da atividade. Essa metodologia de ensino também proporciona um envolvimento maior dos estudantes com os professores e envolvimento com outros estudantes, pois, o processo ocorre de uma forma mais participativa, dialogada e de valorização de ideias (WILSEK e TOSIN, 2012).

A resolução do problema realizada pelos estudantes introduz os conceitos e fenômenos a serem explorados durante uma atividade investigativa, após essa etapa se inicia uma nova atividade que permite a sistematização do conhecimento, segundo Romboni e Carvalho (2013) a sistematização pode ser praticada por meio de um texto, quando os estudantes podem fazer uma comparação entre os processos e passos para resolução dos problemas e discutir novamente sobre os novos conhecimentos adquiridos, é uma etapa de organização.

A terceira etapa de uma atividade investigativa é a contextualização do conhecimento, para Romboni e Carvalho (2013), esse momento promove a relação entre o conhecimento científico e o ponto de vista social fazendo a ligação entre a ciência e o dia a dia dos estudantes, permitindo assim um aprofundamento dos conhecimentos científicos. É importante lembrar que a linguagem científica muitas vezes é uma linguagem não verbal, que necessita de figuras, tabelas e da linguagem matemática para expressar essa construção e nesse momento será feita essa ligação.

Desta forma, durante as atividades investigativas o estudante exerce um papel ativo quando vivencia situações-problema propostas pelo professor, nas quais eles desenvolvem suas habilidades, levantando suas hipóteses, discutindo, realizando medidas, quando necessário, fazendo reflexões e argumentando sobre o fenômeno estudado. Logo, esse tipo de atividade, contribui efetivamente no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes, diferentemente das demonstrações tradicionais.

2.1.2 Atividades Experimentais no Ensino de Física

No que se refere ao Ensino de Ciências são apresentadas propostas nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio em que se evidencia o objetivo de proporcionar “ao educando para compreender as ciências como construções humanas, entendendo como elas se desenvolvem por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade” (BRASIL, 1999, p. 107). E quando se refere aos conhecimentos específicos da Física:

O conhecimento físico deve ser explicado como um processo histórico marcado por transformações humanas, que permite a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais no qual o homem está inserido e faz parte da própria natureza, é necessário que haja o entendimento de que a cultura da Física é formada por um conjunto de procedimentos, técnicas e tecnologias presentes no cotidiano do indivíduo, que possui uma explicação lógica e científica. (BRASIL, 1999, p.229).

A Física é uma ciência de natureza empírica e abstrata para compreender o mundo natural, o qual é o seu objeto de estudo, é preciso estabelecer uma relação entre a linguagem matemática e os conhecimentos desta ao longo da história e segundo Carvalho et.al. (2010) por ser uma ciência experimental a Física utiliza de simbolismos formalizados para explicar as leis físicas e na representatividade dos fenômenos naturais

No ensino de Ciências as atividades experimentais são tidas como um componente fundamental para que o estudante compreenda o mundo físico, segundo Saraiva-Neves, Cabellero e Moreira (2006), existem pelo menos cinco motivos básicos para que professores adotem em suas aulas esse tipo de atividade, como o envolvimento dos estudantes, o estímulo do interesse e a facilitação do desenvolvimento das habilidades de laboratório, a aprendizagem do conhecimento científico, e as gerações de oportunidade de desenvolvimento de atitudes científicas, fazendo um destaque especial para os dois últimos motivos apresentados.

Tavares e Oliveira (2012) ressaltam que é necessário haver várias alternativas de atividades mais dinâmicas em sala de aula para afastar-se das aulas de compreensões difíceis, conteudistas e de exercícios repetitivos sem muito significado. E que as atividades experimentais para o Ensino de Ciências é uma forma de explorar as manifestações que surgem com aqueles que participam dessas aulas quando de fato eles investigam e

exploram por meio da manipulação dos experimentos, permitindo desenvolver habilidades e competências para compreensão de conceitos e fenômenos com uma visão científica.

É comum entre professores de Física a utilização de atividades experimentais em suas aulas para explicar fenômenos e conceitos físicos, pois os estudantes se sentem motivados e mais disponíveis a desenvolver atividades experimentais em que eles devam construir, investigar e criar estratégias de soluções para os problemas físicos propostos pelo professor.

Segundo Pinho Alves (2002), esse tipo de atividade promove a participação efetiva dos estudantes, quando é desenvolvida numa percepção construtivista, em que a atividade é apresentada com uma proposta de desafio, em uma situação de investigação real, que os estudantes deverão ser instigados a buscarem a resposta correta, com liberdade para levantar hipóteses, argumentar e construir habilidades de resolução de problemas.

Na Abordagem experimental é comum à utilização de demonstrações, as quais podem apresentar um caráter fechado ou aberto. No que diz respeito às demonstrações fechadas, são caracterizadas pelo simples fato de ilustrar um fenômeno físico e a atividade realizada, são centradas no professor. Nas demonstrações abertas existe uma maior flexibilidade de discussões, aprofundamento de aspectos conceituais e práticos com a utilização de equipamentos que podem ser manipulados pelos estudantes e permite uma maior argumentação que aprofunda o tema em estudo, esse tipo de atividade fica centrado no estudante, sendo essas demonstrações bem diversificadas (ARAÚJO e ABID, 2003).

2.1.3 Atividades Experimentais Investigativas

A proposta de atividades experimentais com uso de abordagem investigativa é defendida por Carvalho, *et al.* (2011), e esta define os laboratórios investigativos como sendo um espaço de discussões, desenvolvido a partir da apresentação de um problema experimental para que os estudantes consigam resolver, os objetivos dessas atividades são bem mais específicos e o professor deve ter como propósito que os estudantes consigam resolver os problemas experimentais e ainda consigam extrair dados confiáveis.

Quando os estudantes estão realizando uma atividade que permite envolvimento em grupo e a relação com o cotidiano, deverão começar a surgir diferentes formas de aprendizado da linguagem oral e cotidiana da Física, pois o grupo começa a utilizar de variáveis diferentes para descrever os fenômenos e quando de maneira mais sistemática os estudantes conseguem explicar conceitos científicos para a classe, tendo como base resolução dos problemas, eles atingem um grau mais elevado na aprendizagem e vão conseguir contextualizar e transformar essas informações em um gráfico ou equação para explicar o conceito ou fenômeno

(CARVALHO, *et al.*, 2011).

As práticas experimentais com a abordagem investigativa podem ocorrer na sala de aula ou em laboratórios didáticos, esse tipo de atividade tem uma proposta didática de construção de conhecimento entre professor e estudante, onde o papel do professor é de mediador e as experiências e realidade de cada estudante devem ser consideradas para a formação dos novos conhecimentos.

Segundo Romboni e Carvalho (2013), as atividades experimentais apresentadas em uma sequência de ensino investigativa devem seguir uma sequência própria, que permita que os estudantes obtenham resultados sem necessariamente ter conhecimento científico sobre as resoluções e explicações do fenômeno observado. Essa sequência deve conter as seguintes etapas: apresentação do problema pelo professor, os estudantes agindo sobre os objetos onde o professor observa como eles reagem, os estudantes agindo sobre os objetos para obter um resultado que vise à resolução do problema, os estudantes devem tomar consciência de como foi produzido o efeito desejado, os estudantes explicam casualmente, os estudantes devem registrar o que foi feito escrevendo ou desenhando, o professor e estudantes relacionam a atividade com o cotidiano.

As práticas experimentais investigativas devem ser encaradas pelos estudantes como um problema a ser resolvido, que proporcione aos mesmos uma enculturação científica. Carvalho (2010) define que ensinar a escrever ciência é uma das etapas da enculturação científica e que esta pode ser composta por atividades experimentais de demonstração ou laboratório investigativo as quais são definidas a partir do problema experimental, apresentado pelo professor, à apresentação do que foi feito e a resolução do problema pelos estudantes, a etapa de sistematização que procura uma explicação entre o casual e o conceito, e por fim a escrita individual do relatório.

O papel da atividade investigativa é trabalhar a ação do estudante frente a uma situação problematizadora, que permite a reflexão, discussão, explicação, em seguida o relato das características científicas do fenômeno em estudo. As atividades experimentais investigativas consistem em envolver e desenvolver essas habilidades nos estudantes, algo contrário ao laboratório tradicional que trata de um experimento como para ilustrar o que foi falado durante as aulas e “comprovar” o que foi ensinado.

Atividades experimentais investigativas podem ocorrer no laboratório ou em outro ambiente didático, o propósito dessas atividades é que o problema experimental proposto ao estudante o leve a argumentar e discutir sobre ciência. As atividades experimentais investigativas podem assumir vários formatos, descreveremos características de dois desses formatos.

a) Demonstrações investigativas

As demonstrações experimentais podem simplesmente serem utilizadas como algo ilustrativo ou ainda com o intuito de “comprovar” um fenômeno ou conteúdo estudado em sala de aula, porém, as demonstrações investigativas têm outro objetivo, que é fazer com que os estudantes investiguem e resolvam um problema para compreensão de um fenômeno ou conceito científico.

Nas aulas de demonstração investigativa o fenômeno não é apresentado como algo pronto, mas sim como uma construção científica que propicia a conscientização desse estudante, no sentido que a ciência apresenta uma reflexão geral em torno da natureza, etapas e limites na construção humana do conhecimento.

As demonstrações investigativas partem sempre de um problema experimental proposto pelo professor, a ser resolvido por estudantes em grupo, segundo Carvalho, *et al.*, (2004) o papel do professor é de construir o conhecimento junto com o estudante, transformando os saberes cotidianos em saberes científicos, por meio da investigação, discussão sobre o fenômeno observado e explicações históricas e científicas que surgem por meio de questionamentos gerados durante a aula.

As demonstrações são consideradas investigativas quando é proposto um bom problema ao estudante permitindo o levantamento de hipóteses, é comum em demonstrações o fenômeno ser ilustrado de forma autoritária pelo professor sem possibilitar nenhuma argumentação do estudante. Carvalho (2010) defende que se quisermos construir o conhecimento científico o professor deve criar situações por meio de questionamentos que aos poucos levem os estudantes a expressar a linguagem científica.

A argumentação durante as demonstrações investigativas possibilita a resolução dos problemas experimentais baseada nas concepções e referenciais dos estudantes, onde são criados os conflitos cognitivos, ou seja, quando as ideias e explicações sobre determinado fenômeno são colocadas em conflitos com os observáveis, e são da superação desses conflitos que surgem as aprendizagens efetivas (CARVALHO, 2010).

b) Laboratório investigativo

As atividades de investigação no laboratório investigativo, assim como as outras atividades investigativas, buscam a solução de uma questão, a diferença é que será apresentado um problema experimental para que os estudantes possam resolver em grupo, e nesse caso, pretendemos alcançar alguns objetivos, bem específicos, como criar um plano de trabalho, extrair dados confiáveis e saber interpretar esses dados (CARVALHO, 2010).

Primeiramente é necessário propor um problema, que pode ser por meio de uma pergunta que estimule a curiosidade científica dos estudantes, é importante que esse problema não seja muito específico, de modo que possa gerar uma discussão ampla e a resposta desses seja o ponto de partida para experimento, é importante que o professor deixe claro o problema inicial e tenha certeza que foi entendido pelos estudantes (CARVALHO, *et al.*, 2004).

O problema sendo proposto é necessário dividir a turma em grupos e distribuir o material, que pode ser manipulado livremente pelos estudantes, em seguida algumas perguntas devem ser feitas para que se comece a levantar as hipóteses e seja estruturada a resolução do problema, o professor deve ficar atento nessa etapa, pois os estudantes devem sentir o que dá certo e o que dá errado e se for o caso o professor deve interferir com questionamentos contribuindo na discussão complementando o raciocínio dos estudantes (CARVALHO, 2010).

Hipóteses levantadas, é o momento de discutir o experimento e desenvolver o plano de trabalho que será criado a partir da decisão de como a experiência será realizada, desde o material, a montagem, até a coleta e análise dos dados, o professor deve fazer uma discussão com toda a turma para que se observe que nem todas as hipóteses levantadas podem ser testadas no único experimento, decidido quais serão as mudanças e o que será utilizado cada grupo deve descrever com detalhes o seu plano de trabalho (CARVALHO, *et al.*, 2004).

Após a elaboração do plano de trabalho se inicia a parte mais prática da atividade que é a montagem do arranjo experimental e coleta de dados, nessa fase os estudantes devem manipular o material de acordo com o plano de trabalho elaborado, o professor deve percorrer os grupos verificando se todos estão coletando os dados corretamente, é importante que o professor faça essa observação, pois, a etapa seguinte depende dos dados coletados, e os grupos podem está testando diferentes hipóteses e podem chegar a conclusões erradas (CARVALHO, *et al.*, 2004).

Obtidos os dados é necessária à sistematização dos resultados fazendo uma análise das informações, essa etapa pode ser realizada numa aula seguinte, e inclui a construção de gráficos, obtenção de equações e teste de hipóteses, e pode ser feita usando a sala de informática e utilizando recursos como o Excel, papel milimetrado ou a lousa. É importante que essa parte seja realizada pelo estudante, eles costumam apresentar muitas dificuldades por se tratar de uma tradução do que foi feito experimentalmente para o papel, nesse momento o professor deve mostrar que essa parte é fundamental no trabalho científico que se trata da tradução da linguagem cotidiana e visual do experimento para a linguagem científica (CARVALHO, *et al.*, 2004).

Para finalizar e formalizar a atividade de laboratório investigativo é necessário relatar por escrito o que foi feito e responder ao problema inicial discutindo as hipóteses que foram

levantadas e o que pode ser validado ou não, e quais as consequências das hipóteses levantadas pelos estudantes (CARVALHO, *et al.*, 2004).

2.1.4 Sequências de Ensino Investigativas

As Sequências de Ensino Investigativas surgiram no Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física (LAPEF) da Universidade do Estado de São Paulo – USP, com o objetivo de sistematizar trabalhos e pesquisas em salas de aula, e com a proposta de abranger o cognitivo dos estudantes e assim levar ao entendimento e compreensão dos fenômenos e conteúdos da Física, uma sequência de ensino investigativa se caracteriza por três tipos de atividades dentro da abordagem investigativa: a problematização inicial, a sistematização da resolução do problema e a contextualização do conhecimento (ROMBONI E CARVALHO, 2013).

As Sequências de Ensino Investigativas são amplas e podem ser utilizadas nas escolas por professores como ferramenta de auxílio no planejamento das atividades, na organização de materiais, nas interações didáticas e de como proporcionar aos estudantes as condições necessárias para iniciar os novos conhecimentos e a partir daí ter suas próprias ideias e conseguir discuti-las com os colegas e o professor (CARVALO *et al.* 2014).

Por esse motivo, o uso das Sequências de Ensino com a abordagem investigativa é visto como sendo algo muito favorável por se preocupar em organizar e sistematizar as aulas, com estratégias de ensino que se preocupam com estrutura cognitiva dos estudantes, com o contexto social em que os eles estão inseridos e com a capacidade de argumentação, para então se chegar à aprendizagem.

As Sequências de Ensino Investigativas apresentam a seguinte estrutura: inicia sempre com um problema ou uma situação-problema relacionados ao cotidiano dos estudantes, em geral, nesse momento a turma está dividida em grupos e os estudantes deverão fazer o levantamento das hipóteses, em seguida é o momento sistematizar os conhecimentos que pode ser feito pela leitura de um texto ou atividade experimental que permitirá o retorno das hipóteses levantadas para afirmar ou refazer as concepções estruturadas por eles para resolver o problema inicial, a próxima etapa é a atividade de contextualização e aprofundamento do conteúdo ou fenômeno, onde estudantes devem ver as aplicações do conhecimento científico no contexto social (BELLUCCO e CARVALHO, 2014).

Uma Sequência de Ensino Investigativa, não necessariamente, é feita com atividades experimentais, o mais importante é que o estudo do fenômeno ou conteúdo seja introduzido a

partir de uma situação-problema relacionada com o cotidiano dos estudantes, que permita uma maior interação entre estudante-estudante e estudante-professor e o principal fator é permitir que os mesmos consigam argumentar para construir um novo conhecimento, nesse momento o professor deve ser mediador na aproximação da linguagem cotidiana com a linguagem científica.

O principal objetivo ao propor uma Sequência de Ensino Investigativa é promover ao estudante a enculturação científica, em um ambiente investigativo da sala de aula real do professor da Educação Básica, promovendo gradativamente a alfabetização científica desse estudante em um processo de mediação e argumentação por meio de atividades que são desenvolvidas utilizando história da ciência, demonstração investigativa, laboratório investigativo, questão ou problema aberto e recursos tecnológicos, todas essas atividades podem ser utilizadas de várias maneiras a depender do tema escolhido para abordar nas aulas de ciências (CARVALHO, 2014).

No desenvolvimento da Sequência de Ensino o professor tem o papel de provocar o estudante e instigar a curiosidade do mesmo, é importante lembrar que a problematização deve apresentar situações ligadas ao cotidiano que permitam que os estudantes exponham os seus conhecimentos prévios e levantem suas hipóteses para resolução do problema e após a contextualização aproximar o conhecimento que eles trazem consigo ao conhecimento científico.

Alguns conteúdos, devido a sua complexidade, necessitam de vários ciclos de atividades, como no ensino é cobrado do professor avaliações, as diferentes e novas metodologias devem estar ligadas a essa exigência, o professor ao propor esse tipo de atividade pode adquirir uma nova postura metodológica nesse tipo de sequência de ensino, propondo uma avaliação ou aplicação ao término de cada ciclo da sequência de ensino investigativa (ROMBONI E CARVALHO, 2013).

O planejamento e as interações didáticas propostas em uma Sequência de Ensino Investigativa podem ser descritos com a seguinte estrutura:

O problema que é apresentado como um desafio capaz de despertar a curiosidade e o interesse dos estudantes para tentar resolvê-lo, o problema pode ser proposto por meio de textos, figuras, situações cotidianas ou aparato experimental que seja de fácil manuseio ou então, pelo professor que passa a ser uma demonstração investigativa, o problema a ser proposto deve ser de fácil compreensão, porém não pode ser uma questão qualquer deve apresentar algo que tenha significado. A tentativa de resolver o problema é uma etapa importante, pois é o momento de levantar as hipóteses e testar o que pode está dando certo ou errado, o fato de está dando errado vai possibilitá-los tentar compreender a causa do erro e a partir desse entendimento os estudantes compreendem melhor o raciocínio correto, essa etapa deve ser realizada em grupo e acompanhada atentamente pelo professor (ROMBONI E CARVALHO, 2013).

A sistematização pode ser feita pela leitura de um texto ou por uma discussão entre o professor e toda a turma para estruturar todo o processo de resolução do problema, que ainda é apresentada pelos estudantes em uma linguagem mais informal, o debate permite a construção dessa sistematização passando da linguagem informal para uma linguagem científica e formal, transição necessária na construção do conhecimento. (ROMBONI E CARVALHO, 2013).

A Contextualização é realizada com uma atividade mais elaborada com aplicações integradas ao conteúdo ou fenômeno, para um aprofundamento dos novos conceitos a atividade investigativa deve está integrada a uma experiência ou realidade do estudante, essa atividade pode ser feita por textos da história da ciência, releitura de textos ou experimentos, nesse momento as experiências e os conhecimentos prévios vão estruturar o novo conhecimento científico. (ROMBONI E CARVALHO, 2013).

Atividades de avaliação ou aplicações ao término de cada ciclo deve haver uma atividade que não deve ser de caráter avaliativo e somativo, mas que tem por objetivo, tanto para o professor como para os estudantes, o acompanhamento de aprendizagem. Uma forma de desenvolver essa atividade de uma maneira que não fique repetitiva para o estudante é através de discussões abertas, desenhos, construção de painéis, construção descritiva do que foi feito, ou até mesmo ao término de cada atividade propor questionamentos com os conteúdos que levaram a resolução do problema (ROMBONI E CARVALHO, 2013).

2.2 Referencial Teórico em Física

Nesta seção, são apresentados os referenciais de Física no conteúdo de Ótica, dividido nas seguintes subtítulos: Luz e Cores, Reflexão e Absorção da Luz, Refração, Prismas e Meios transparentes.

2.2.1 Luz e cores

O que é a Luz? Sabemos que a Luz é algo que nos permite enxergar, mas qual a definição de sua natureza? Sabemos também que durante o dia a principal fonte de Luz é o Sol, uma fonte primaria por ter Luz própria, e a noite as fontes secundárias, o brilho da lua e de outros corpos celestes, (HEWITT, 2002). Fontes de Luz, na sua grande maioria, são corpos aquecidos e a partir de certa temperatura tornam-se luminosos, mas existem outras causas que podem gerar Luz que é o caso das reações químicas e as reações nucleares.

A natureza da Luz ao longo da história apresentou contradições com relação aos seus efeitos e aspectos, desde do eletromagnetismo se completando simultaneamente, quando se trata da propagação da Luz pode-se explicar melhor usando o modelo ondulatório da Luz, porém ao tratar sobre emissão e absorção é melhor considerar a Luz de natureza corpuscular (SEARZ e ZEMANSKY, 2009).

Galileu e outros pensadores tentaram medir por volta do ano de 1638, sem sucesso, a velocidade da Luz, mas foi bem depois, em torno de 1665, que surgiram as primeiras evidências de sua propriedade ondulatória. Isaac Newton (1642-1727) e outros cientistas, até o início do século XIX, acreditavam que a Luz fosse constituída por feixes de minúsculas partículas denominadas por eles corpúsculos e emitidas por fontes de Luz (SEARZ e ZEMANSKY, 2009).

Foi James Clerk Maxwell em 1873 que calculou a velocidade da Luz e definiu a Luz visível as próximas radiações infravermelhas e ultravioletas como sendo radiações eletromagnéticas, nos dias de hoje a definição eletromagnética inclui um grande espectro com uma ampla faixa de diferentes tipos de radiação e uma variedade de fontes (HALLIDAY, 2004).

2.2.1.1

Espectro Eletromagnético

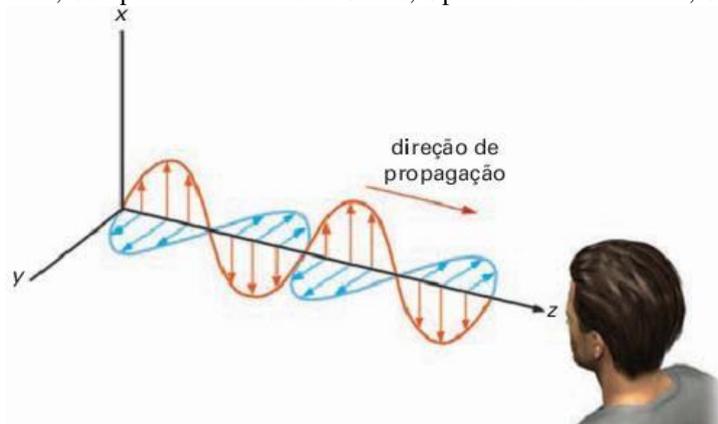
O

Ondas eletromagnéticas são campos elétricos e campos magnéticos que se propagam no vácuo com a mesma velocidade, diferem entre si nas suas frequências e no comprimento de onda, e constituem o que definimos de espectro eletromagnético. Os campos elétricos e magnéticos de uma onda eletromagnética são perpendiculares entre si e também perpendiculares à direção de propagação da onda como podemos observar na representação exposta na Figura 1. (HEWITT, 2002).

No espectro eletromagnético os nomes dados as diferentes regiões estão relacionados aos diferentes tipos de onda que são produzidas ou observadas, e também da diferença de comprimento de onda. Não existe nenhuma forma experimental de distinguir uma região da onda, as ondas não têm formas nem descrições matemáticas idênticas, além de não existir lacunas ou fronteiras definidas entre as faixas do espectro (HALLIDAY, 2004).

Figura 1: Representação de ondas eletromagnéticas.

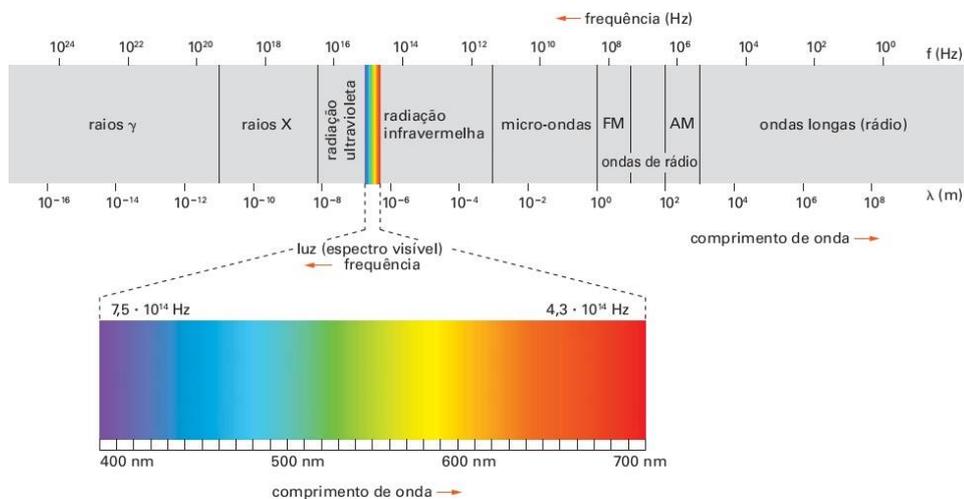
Fonte:: GASPAR, Alberto; Compreendendo a Física Ondas, Óptica e Termodinâmica, São Paulo, 2ª Ed, Volume



2; p.186, 2016.

O espectro eletromagnético é uma faixa contínua que se estende das ondas de rádio até os raios gama, classificadas de acordo com seus comprimentos de onda e suas respectivas frequências em uma escala que vai do pequeno ao grande. A Luz visível é uma faixa mínima dentro desse espectro eletromagnético, como é apresentado na Figura 2.

Figura 2: Representação do Espectro Eletromagnético.

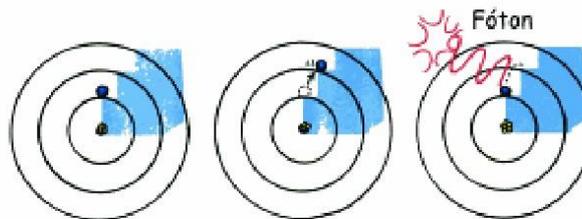


Fonte:: GASPAR, Alberto; Compreendendo a Física Ondas, Óptica e Termodinâmica, São Paulo, 2ª Ed, Volume 2; 2016, p.71.

O espectro visível é descrito no dia a dia como sendo a Luz emitida mais intensamente pelo sol, e os olhos são os receptores sensíveis à radiação eletromagnética, os limites do comprimento de onda da região visível vão de aproximadamente de 400 nm (violeta) até aproximadamente 700 nm (vermelho), a Luz do sol e das estrelas podem fornecer informações sobre sua composição química, temperatura e movimento (HALLIDAY, 2004).

A emissão da Luz é produzida por oscilação dos elétrons em uma transmissão eletrônica do estado de maior energia para o de menor energia. Os elétrons ao serem excitados se afastam do núcleo atômico e possuem uma energia potencial elétrica maior do que próximo ao núcleo, ou seja, o elétron é promovido a um nível de energia mais elevado, essa elevação é momentânea e ao retornar ao seu estado de menor energia emite a energia radiante acumulada, produzindo um fóton, processo que é apresentado pela representação exposta na Figura 3 (HEWITT, 2002).

Figura 3: Representação de quando o elétron de um átomo é excitado e ao tornar a sua órbita original emite um fóton, se tornando Luz visível.



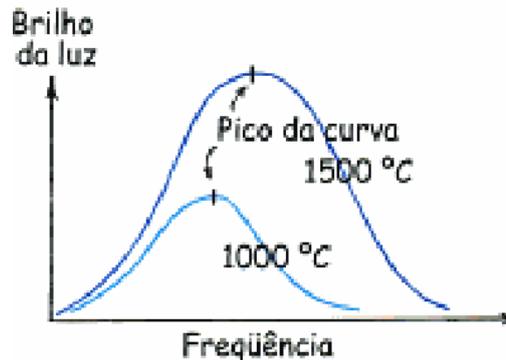
Fonte: HEWITT, Paul G.; **Física Conceitual**, Tradução: RICCI, Trieste Freire.; GRAVINA, Maria Helena, Addison Wesley, 2002.

A radiação eletromagnética, que é o resultado do movimento térmico das moléculas, constitui-se de uma radiação térmica e apresenta um comprimento de onda misto, em temperaturas suficientemente elevadas são capazes de tornar-se objetos luminosos, ou seja, todo corpo muito quente pode se tornar uma fonte de Luz (SEARZ e ZEMANSKY, 2009).

Todos os objetos que se constitui de radiação térmica, tais como o sol, emitem radiação eletromagnética, esses objetos devem ter temperaturas superiores a 1000°C, o que os torna fontes de Luz denominadas de incandescentes e podem possuir uma tonalidade avermelhada, na Figura 4 é mostrada a curva de radiação de um objeto incandescente de acordo com o brilho e a frequência de emissão. (HALLIDAY, 2004).

A Luz também pode ser produzida a partir de descargas elétricas em gases ionizados, um exemplo, desse tipo de fonte de Luz são as lâmpadas fluorescentes que utilizam em seu interior vapor de mercúrio capaz de converter radiação ultravioleta em Luz visível, onde essa radiação é absorvida pelos átomos que reemitem fótons com comprimentos de onda da região visível do espectro (SEARZ e ZEMANSKY, 2009).

Figura 4: A curva da radiação para um objeto incandescente.



Fonte: HEWITT, Paul G.; **Física Conceitual**, Tradução: RICCI, Trieste Freire.; GRAVINA, Maria Helena, Addison Wesley, 2002.

Uma fonte de Luz muito importante é o laser, capaz de produzir uma Luz monocromática, intensa e de feixe muito fino, em seu interior os átomos são induzidos a emitir Luz de modo organizado e coerente. O laser além de ter muitas aplicações nas tecnologias e na medicina foi de fundamental importância para obter a medição direta da frequência e do comprimento de onda para obter a velocidade da Luz a partir da expressão: (SEARZ e ZEMANSKY, 2009).

$$c = \lambda f \quad (2.1)$$

No entanto, independente da fonte de Luz, as ondas eletromagnéticas se propagam no vácuo com a velocidade da Luz exatamente igual a $c = 2,99792458 \times 10^8 \text{ m/s}$, ou aproximadamente, $3,00 \times 10^8 \text{ m/s}$, onde a medida de segundo é baseada na medição de frequência, para que a Luz percorresse um metro, logo é definida como sendo a razão de $1/299792478 \text{ s}$ (SEARZ e ZEMANSKY, 2009 e HALLIDAY, 2004).

Para melhor compreender o comportamento da Luz, podemos partir da definição de um conceito que está associado ao conceito do som, o conceito de frente de onda. Uma frente de onda é um local geométrico que apresenta as mesmas propriedades em todas as direções, e que a onda eletromagnética, assim como no vácuo, é capaz de se espalhar uniformemente. E para descrever a direção da propagação da Luz a onda luminosa pode ser representada por meio de um raio, que é definido na descrição corpuscular com sendo o caminho feito pelas partículas e na definição ondulatória como sendo uma linha reta na mesma direção de propagação da onda.

A Luz é entendida como uma onda eletromagnética capaz de transportar energia, onde os elétrons existentes no átomo fluem. Quando a Luz se propaga na matéria os elétrons são

forçados a oscilar, de modo que essa emissão é transportada em oscilação até o receptor, sendo assim, a maneira como o material receptor responde a incandescência da Luz vai depender da frequência da própria Luz e da frequência natural dos elétrons nesse material (HEWITT, 2002).

As cores que vemos também dependem da frequência incidente, por isso Luz de diferentes frequências são percebidas de diferentes cores, a Luz de frequência mais baixa aparenta para a maioria das pessoas a cor vermelha e as de frequência mais altas são percebidas na cor violeta, entre elas existe uma faixa com um número infinito de cores (HEWITT, 2002).

A Luz branca do sol é composta por todas as frequências visíveis, e a maioria dos materiais que nos rodeiam reflete a Luz melhor do que as emite, no caso eles refletem apenas uma parte da Luz que neles incide, a Luz é refletida pelos objetos de maneira semelhante ao do som refletido. Materiais diferentes possuem frequências diferentes para absorver e emitir a radiação (HEWITT, 2002).

Um material normalmente absorve a Luz de certas frequências e emitem o restante, se em um objeto é incidido a Luz de diferentes frequências o objeto deverá absorver uma parte e se, por exemplo, refletir o vermelho ele aparece com a cor vermelha. Um objeto que reflete todas as frequências que nele são incididas a sua cor será a cor da Luz, branca, se um objeto absorve todas as frequências da Luz e não reflete nenhuma cor, então esse objeto aparece com a cor negra (HEWITT, 2002).

O objeto reflete a cor de acordo com a Luz pelo a qual é iluminado, se um determinado objeto é iluminado por uma Luz monocromática diferente da que ele é capaz de refletir, então ele deverá absorver e não refletir nenhuma, logo um objeto só reflete as frequências que as possuem. Em meios transparentes a Luz é totalmente refletida, como por exemplo, o vidro, ele deve conter todas as cores para parecer transparente (HEWITT, 2002).

2.2.2 Reflexão e Refração

Ao estudarmos a propagação da Luz existem dois aspectos importantes que ocorre quando os raios luminosos passam de um meio transparente para o outro como, por exemplo, do ar para o vidro ou da água para o vidro, esse comportamento dos raios luminosos são a reflexão e a refração, nesses fenômenos a onda é em parte refletida e parcialmente refratada para o outro meio.

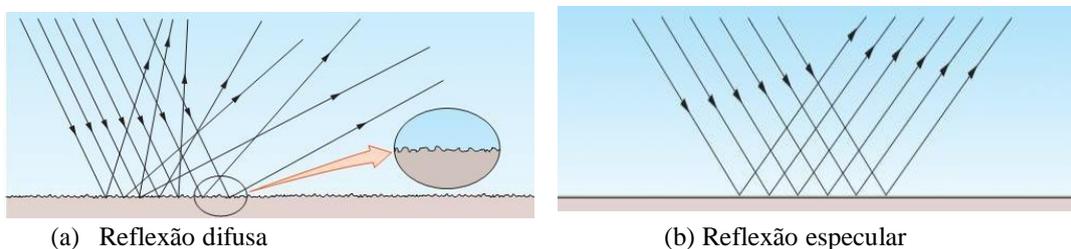
Os fenômenos de reflexão e refração são definidos a partir de uma onda de Luz ao incidir em uma superfície lisa separada por dois meios transparentes, a onda de Luz em parte

será refletida e a outra parte será transmitida ou refratada para o outro material. A reflexão pode ser caracterizada por tornar um corpo iluminado, transformando um corpo em fonte de Luz, a refração tem como característica a mudança de velocidade ao passar de um meio para outro, mudando a direção dos raios da onda de Luz (SEARZ e ZEMANSKY, 2009).

Os raios de uma onda, Luz, são descritos em uma superfície lisa, separada por dois meios com relação aos ângulos formados em relação a uma reta **normal** à superfície e os pontos de incidências na superfície. Ao incidir a Luz em uma superfície rugosa os raios são refletidos em diversas direções e não existe um ponto único de reflexão ou refração chamamos de **reflexão difusa** devido espalhamento dos raios de Luz. Quando a superfície é lisa existe apenas um ângulo de reflexão e chamamos de **reflexão especular** (SEARZ e ZEMANSKY, 2009). Como podemos observar nas representações expostas nas Figuras 5a e 5b.

Na maioria das vezes, evidenciamos as superfícies lisas e bem polidas, capaz de refletir a Luz em apenas um ângulo, como “boas” refletoras, porém a reflexão em superfícies rugosas é igualmente importante, pois é por conta das reflexões difusas que conseguimos ver os objetos não luminosos que estão ao nosso redor (HALLIDAY, 2004).

Figura 5: Os dois tipos de Reflexão



Fonte:: GASPAR, Aberto; Compreendendo a Física Ondas, Óptica e Termodinâmica, São Paulo, 2ª Ed, Volume 2; p.79; 2016.

Ao analisar o comportamento da Luz ao se refratar em superfícies transparentes foi definido o **índice de refração** representado pela letra n como sendo a razão entre a velocidade da Luz c no vácuo e a velocidade da Luz v no material,

$$n = \frac{c}{v} \quad (2.2)$$

Como a Luz se propaga mais lentamente em um meio material do que no vácuo, logo o valor de n em qualquer meio material será sempre maior que 1, no vácuo o valor de n é 1, visto que a razão entre as duas velocidades será o número idêntico em todas as casas decimais (SEARZ e ZEMANSKY, 2009).

As leis da refração e reflexão foram obtidas a partir de estudos experimentais ao serem reproduzidos os fenômenos e observados os raios incidentes, refletidos e refratados entre dois meios transparentes, na Figura 6a o raio incidente passa de um meio 1, com um índice de refração menor que do meio 2 fazendo com que o raio refratado se aproximando da reta normal, na Figura 6b o raio incidente ao atravessar de um meio 1 com maior índice de refração que o meio 2 o que faz com que o raio refratado se afaste da normal, na Figura 6c o raio de Luz é incidido formando 90° com a superfície, ou seja, sobre a reta normal onde não haverá nenhum desvio. (SEARZ e ZEMANSKY, 2009).

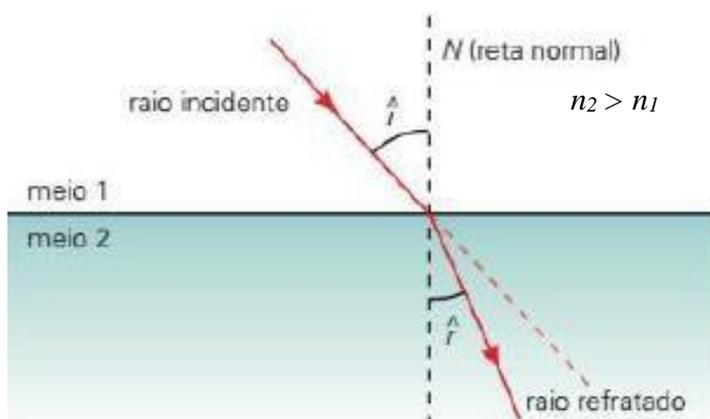
Quando uma onda luminosa incide perpendicular a superfície de separação de dois materiais diferentes, quaisquer que sejam esses materiais e seus comprimentos de onda, o ângulo de incidência θ_1 é igual ao ângulo de reflexão θ_2 . Logo podemos concluir da Figura 6c, que:

$$\theta_2 = \theta_1 \quad (2.3)$$

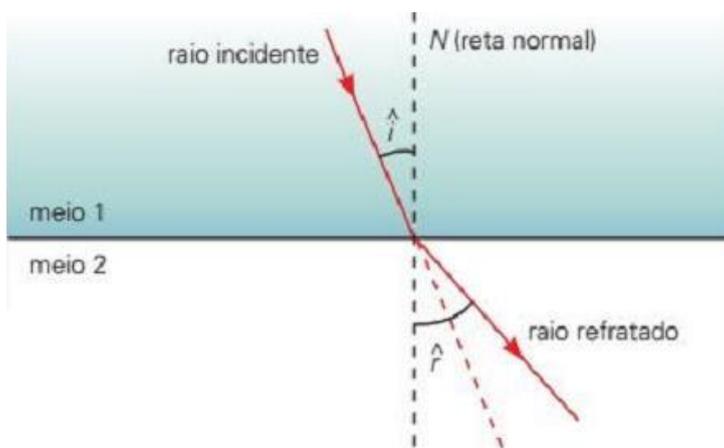
essa relação entre os raios incidentes, refletidos, refratados e a normal devem está no mesmo plano para constituir a chamada **Lei da Reflexão** (SEARZ e ZEMANSKY, 2009).

Figura 6: Representação da Reflexão e Refração em três casos

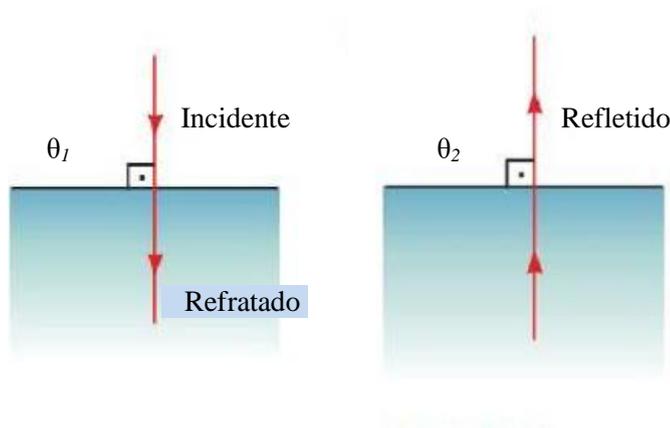
- (a) Um raio que incide em um material de índice de refração maior se inclina na direção da normal.



- (b) Um raio que incide em um material de índice de refração menor se afasta da normal.



(c) Um raio com a mesma orientação da normal não sofre desvio, independente dos materiais.



Fonte:: PIETROCOLA, Mauricio; Física em Contexto, São Paulo, 1ªed.Volume2; pp.200-201; 2016.

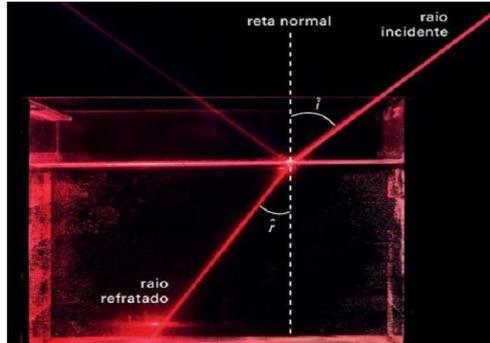
A lei da Refração também é obtida por meio de observações experimentais, na Figura 7 (a e b) podemos observar a representação, por meio da experimentação ou esquemática, do fenômeno da refração. A lei da refração pode ser deduzida para uma Luz monocromática se propagando em um par de meio material separados por uma superfície. Para isso é necessário que as observações do raio incidente, raio refletido, raio refratado e a reta normal estejam sobre o mesmo plano.

Quando a Luz ou qualquer radiação eletromagnética faz a travessia de um meio para o outro, a relação de proporcionalidade entre os senos dos ângulos depende da frequência da Luz, como estamos falando de uma Luz monocromática a faixa é estreita, e podemos dizer que essa razão irá ser uma constante que depende do meio. Essa razão será matematicamente escrita da seguinte forma:

$$\frac{\text{sen}\theta_1}{\text{sen}\theta_2} = \text{constante} = n_{2,1} \quad (2.4)$$

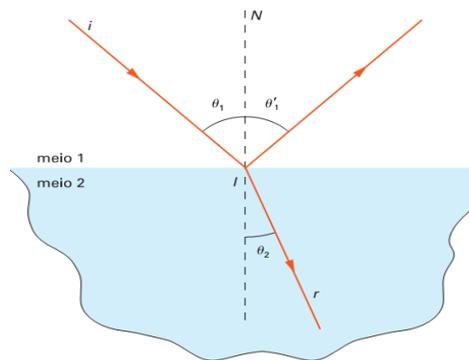
Figura 7: Na busca da Lei da refração

(a) Luz monocromática incidindo e refratando ao passar para a água



Fonte:: PIETROCOLA, Mauricio; Física em Contexto, São Paulo, 1ªed.Volume2; p.198; 2016.

(b) Representação esquemática da Luz monocromática incidindo e refratando



Fonte:: GASPAR, Alberto; Compreendendo a Física Ondas, Óptica e Termodinâmica, São Paulo, 2ª Ed, Volume 2; p.109, 2016.

Para determinar a razão entre os índices de refração entre os dois meios, devemos lembrar que os índices são inversamente proporcionais às velocidades de propagação, assim quanto maior o índice de refração menor a velocidade de propagação, logo temos que razão entre os índices expressa por:

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} \quad (2.5)$$

Substituindo a equação 2.2 em 2.5, para os dois índices, obtemos:

$$n_{21} = \frac{\frac{c}{v_2}}{\frac{c}{v_1}} \quad (2.6)$$

$$n_2 \hat{=} \frac{v_1}{v_2} \quad (2.7)$$

Substituindo a equação 2.5 na equação 2.3, obtemos uma relação entre as velocidades e os ângulos de incidência e de refração, logo:

$$\frac{\text{sen}\theta_1}{\text{sen}\theta_2} = \frac{v_1}{v_2} \quad (2.8)$$

Podemos reescrever a proporcionalidade dos ângulos de incidência considerando que um raio de Luz que se propaga de um meio material 1 para um meio material 2 tem suas velocidades proporcionais à velocidade da Luz e inversamente proporcionais aos índices de incidência e de refração. Daí segue que:

$$\frac{\text{sen}\theta_1}{\text{sen}\theta_2} = \frac{\frac{c}{n_1}}{\frac{c}{n_2}} \quad (2.9)$$

$$\frac{\text{sen}\theta_1}{\text{sen}\theta_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad (2.10)$$

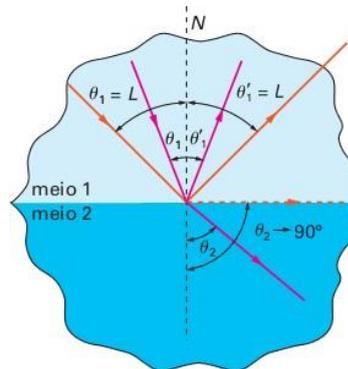
$$n_1 \text{sen}\theta_1 = n_2 \text{sen}\theta_2 \quad (\text{Lei da Refração}) \quad (2.11)$$

A equação 2.11 é chamada de **Lei da Refração** ou **Lei de Snell**, em homenagem ao cientista holandês Willebrord Snell (1591-1626), porém não foi confirmada sua autoria, pois a relação $n=c/v$, surgiu muito depois dessa relação. No entanto, essa relação confirma as relações 7a e 7b, que mostra o índice de refração como inversamente proporcional ao ângulo de refração, tendo o raio de Luz se aproximando ou se afastando da normal (SEARZ e ZEMANSKY, 2009).

2.2.2.1 Reflexão Interna Total

Os raios de onda luminosa ao atingir uma superfície plana, parte é refletida e parte é transferida ou refratada, no entanto, em algumas situações a Luz pode ser refletida por completo e não ter nenhuma refração, não sendo transmitida a outro meio, tal fenômeno pode ser observado através da representação exposta na Figura 8.

Figura 8: Reflexão Total



Fonte: GASPAR, Aberto; Compreendendo a Física Ondas, Óptica e Termodinâmica, São Paulo, 2ª Ed, Volume 2; p.186, 2016.

O raio incidente sobre a superfície no meio 2 com índice de refração n_2 , sendo o índice de refração do meio 1 é maior, ou seja, $n_1 > n_2$, permite definir pela a lei de Snell da refração que:

$$\text{sen}\theta_2 = \frac{n_1}{n_2} \text{sen}\theta_1 \quad (2.12)$$

Como a razão n_1/n_2 é maior que 1 isso nos permite concluir que o $\text{sen}\theta_2$ é maior do que o $\text{sen}\theta_1$, fazendo com que o raio desviado se afaste da normal, logo deve existir algum valor de θ_1 menor que 90° para o qual a lei de Snell forneça $\text{sen}\theta_2 = 1$ e $\theta_2 = 90^\circ$, nesse caso, o raio emerge tangenciando com a superfície (SEARZ e ZEMANSKY, 2009).

O raio refratado que emerge tangenciando a superfície do ângulo incidente é chamado **ângulo crítico (L)**, e para qualquer ângulo maior do que o ângulo crítico nenhum raio pode se transferir para o outro meio, e nesse caso o raio será totalmente refletido na superfície entre os dois meios. Esse fenômeno é denominado de Reflexão Interna Total, e só ocorre quando o índice de refração do segundo meio é menor do que o do primeiro meio (SEARZ e ZEMANSKY, 2009).

2.2.3 Dispersão

A Luz branca é a composição de todas as cores que contem o espectro visível, como visto anteriormente, e cada cor do espectro tem uma frequência de onda, no vácuo a velocidade da Luz é a mesma para todos os comprimentos de onda e frequências, contudo em um meio material cada comprimento de onda possui um índice de refração diferente, o

fenômeno da dispersão ocorre quando a Luz policromática é refratada e transmitida para outro meio se dispersando em diferentes cores de acordo com o seu comprimento de onda (HEWITT, 2002).

Essa separação de cores segundo o seu comprimento de onda e frequência forma um espectro, e dizemos que a dispersão foi total quando o espectro é visto do vermelho ao violeta e dependem da diferença entre os índices de refração do violeta ao vermelho. O fenômeno é mais bem observado quando a diferença entre os índices de refração for maior, os materiais que apresentam essa diferença são o vidro Flint silicato e o diamante, por exemplo, (SEARZ e ZEMANSKY, 2009).

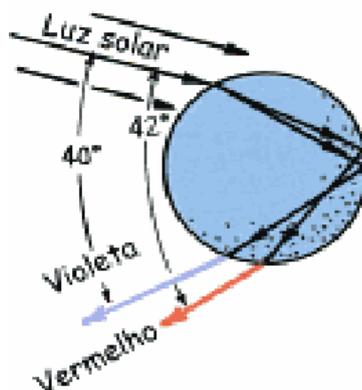
A dispersão pode ser observada em um prisma triangular equilátero de cristal, composto por faces planas, que não são paralelas. Os raios de Luz sofrem um desvio, no prisma a Luz é refletida, refratada e dispersas formando o espectro visível, o prisma é capaz de tornar visível a composição da Luz por meio da dispersão.

2.2.3.1 Arco-íris

O arco-íris é a mais bela ilustração da dispersão da Luz, e para esse fenômeno ser visto é necessário que o sol esteja brilhante em uma parte do céu e na outra parte deve haver uma nuvem derramando gotículas de água formando chuva, o sol deve estar atrás do observador, para que os raios de Luz que entram na gota de água sofram reflexão, refratem e dispersem formando o arco-íris (SEARZ e ZEMANSKY, 2009).

As cores do arco-íris estão dispersas devido a milhões de gotículas de água que agem como se fosse um prisma, quando o raio luminoso incide na superfície parte dela é refletida e o restante se refrata e dispersa nas cores do espectro, sendo que o violeta sofre o maior desvio e o vermelho o menor dos desvios. Na Figura 9 podemos observar que a Luz do sol ao incidir é refratada por duas vezes e refletida, os raios que saem da gota formam ângulos entre 40° e 42° com o raio incidente, 40° com a Luz de cor violeta e 42° com a cor vermelha. (HEWITT, 2002).

Figura 9: Dispersão da Luz em gota d'água



Fonte: HEWITT, Paul G.; Física Conceitual, Tradução: RICCI, Trieste Freire.;GRAVINA, Maria Helena, Addison Wesley, 2002.

A dispersão da Luz acontece da mesma forma em todas as gotas de água formando um espectro inteiro de cores em cada gotícula, por isso quando um observador enxerga a cor violeta de uma determinada gota a cor vermelha desta mesma gota deve estar incidindo nos pés do observador, para o observador notar a cor vermelha é necessário observar uma gota mais elevada no céu. A cor vermelha será notada sempre da refração sofrida no fundo da gota e que forma o ângulo de aproximadamente 42° com o raio incidente, enquanto a cor violeta advém da refração no interior da gota que formam ângulo de aproximadamente de 40° com o raio incidente (HEWITT, 2002).

3 PERCURSO METODOLÓGICO

Nesse capítulo descreveremos o percurso metodológico utilizado para desenvolver a pesquisa, na qual teve como principal objetivo verificar a potencialidade de utilizar atividades investigativas, em atividades experimentais demonstrativas e em atividades com questões abertas para a construção de conceitos da física, mais especificamente os conceitos de absorção, reflexão, refração e dispersão da Luz, bem como a compreensão da natureza da Luz. O aporte teórico desta pesquisa foi a Abordagem Investigativa como estratégia pedagógica para a compreensão de conceitos de Física.

Na busca de atender nosso objetivo, escolhemos percorrer o caminho da pesquisa qualitativa, pois segundo os autores Ludke e André (2012):

“O estudo qualitativo é o que se desenvolve numa situação natural, é rico em dados descritivos, tem um plano aberto e flexível focaliza a realidade de forma complexa e contextualizada.” (Ludke e André, 2012, p. 18)

De acordo, com as especificidades e objetivo, entendemos ainda que o estudo de caso é o recurso metodológico que melhor atende as nossas necessidades, pois o estudo de caso, segundo Ludke e André (2012) se caracteriza no seu desenvolvimento em três fases: aberta ou exploratória, a sistematização e coleta de dados e a análise e interpretação sistemática dos dados.

3.1 Elaboração da Proposta de Intervenção

Tendo como fundamento o aporte teórico da pesquisa, elaboramos a proposta que foi utilizada na intervenção, nos baseando nos seguintes pontos:

- Escolha dos integrantes da pesquisa e turma a participar da intervenção: A turma escolhida é composta por estudantes do segundo ano do ensino médio, de uma escola da rede pública de ensino em tempo integral que cursam a disciplina de práticas experimentais.
- A escolha do tema a ser abordado: a escolha do tema sobre os conceitos de ótica Luz, absorção, reflexão e refração se deu por ser um conteúdo em que tem uma parte experimental e muito presente no cotidiano dos estudantes e por outro lado que muitas vezes é pouco compreendida. Além disso, por se tratar de um conteúdo

que está inserido na componente curricular da disciplina de Física do 2º ano do ensino médio.

- Definição dos tipos de atividades propostas a serem utilizadas: cada atividade foi desenvolvida pensando na possibilidade de trabalhar a Abordagem Problematizadora e Investigativa de acordo com a atividade experimental, de demonstração ou questão aberta que seria desenvolvida. Essa opção foi feita com a proposta de apresentar ao professor a possibilidade de desenvolver uma aula diferenciada, partindo de situações cotidianas capaz de levar a uma investigação.
- Estruturação da Proposta: a proposta foi elaborada em forma de sequência de ensino, composta por seis encontros, onde em cada um deles é abordado um tema central que parte sempre de uma problematização com uma situação cotidiana.

3.2 A Intervenção

A intervenção foi desenvolvida em uma escola da rede pública de ensino, na cidade de Campina Grande, com estudantes do segundo ano do ensino médio regular de tempo integral, durante os meses de novembro e dezembro de 2018.

A proposta foi desenvolvida em 6 (seis) encontros, integralizando 8 (oito) aulas de 50 minutos cada.

3.3 Avaliação da Proposta

A avaliação da proposta foi realizada através da comparação das mudanças de comportamento e de atitudes, de um grupo de estudantes durante a realização da intervenção didática, que previamente foram escolhidos e acompanhados desde julho de 2018, através das situações vivenciadas por eles, ou seja, tanto nas aulas convencionais, durante o período letivo, quanto nas aulas com abordagem diferenciada, aplicação da sequência de ensino.

Do grupo focal em estudo, foram escolhidos 6 (seis) estudantes que integram uma amostra mista, porém todos apresentam um ponto em comum, à assiduidade durante o ano letivo. Podemos categorizá-los dentro da amostragem em três grupos de acordo com o desempenho apresentados por eles nas disciplinas de Física e de Práticas Experimentais, dois estudantes classificados como “bons a ótimos”, dois estudantes classificado em “satisfatório” e dois estudantes classificados com desempenho “insatisfatório”.

Os dois estudantes classificados como “bons a ótimos” caracterizam-se por ter um desempenho de notas sempre na média ou acima da média na disciplina de Física, além de assumirem a atitude de discutir e questionar nas aulas de práticas experimentais demonstrando compreender os conceitos físicos envolvidos durante as atividades. Os estudantes considerados como “satisfatório” são indicados por serem poucos participativos durante as aulas e com desempenho na média. Dois dos estudantes classificados como “insatisfatório” têm como característica um desempenho baixo, além de se apresentarem desmotivados durante as aulas.

As informações para essa análise comparativa foram obtidas em dois momentos: o primeiro momento referente às observações durante o ano letivo regular, o que produziu um material descritivo com as características, como a participação e o desempenho apresentados pelos estudantes durante as aulas ditas como “convencionais”, o segundo momento, concebeu-se um material escrito a partir da vivência da proposta diferenciada, nessa fase foi utilizada a gravação de voz, para facilitar as análises futuras.

Após encerrarmos o sexto encontro, visando obter dados que permitissem a avaliação da nossa proposta de intervenção entregamos a cada estudante um questionário contendo cinco questões abertas com a intenção que os estudantes avaliem a metodologia diferenciada utilizada na nossa proposta, o questionário encontra-se apresentado no Apêndice F. É importante ressaltar, que por motivos éticos, durante a coleta dos dados, diferenciamos os estudantes da turma participante identificando-o por E1, E2, E3, e assim sucessivamente até o E22. Os estudantes que compõe nosso grupo focal são os estudantes E1, E9, E14, E17, E18 e E2.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse capítulo, iremos expor os resultados da nossa pesquisa e realizar uma discussão a cerca dos mesmos. Para tal, o dividimos em três seções: Na primeira, apresentamos detalhadamente a elaboração da nossa proposta de intervenção. Na segunda realizaremos o relato da experiência e por fim na terceira seção dissertaremos sobre a avaliação da intervenção e do produto educacional.

4.1 Elaboração da Proposta de Intervenção

De acordo com que descrevemos no Capítulo 3, a nossa proposta foi desenvolvida a partir de alguns pontos a serem considerados como a escolha da escola, os participantes que compõem a pesquisa, bem como o tema a ser abordado, adotamos como embasamento teórico a Abordagem Investigativa e Problematizadora.

A proposta foi elaborada em no formato de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), estruturada em seis encontros, cada um deles aborda um tema central no qual é apresentado aos estudantes em forma de problematização, através de uma situação-problema que deveriam resolver. A mesma compõe integralmente o produto educacional da nossa pesquisa que é apresentado no Apêndice A.

Em consequência das peculiaridades das situações-problema para cada encontro da SEI alguns deles foram pensados para acontecerem em uma aula e outros em duas aulas, cada aula tem a duração de cinquenta minutos. Apresentaremos, a seguir, de modo sintetizado o tema central, e os objetivos de cada encontro que constitui a SEI.

O primeiro encontro tem como tema central a natureza da Luz visível e a radiação eletromagnética e tem como objetivo o desenvolvimento dos conceitos referentes à natureza da Luz, os fenômenos envolvidos e as aplicações da ótica, além de construir uma noção de que a Luz é uma construção humana e que sua interpretação é dada por nosso cérebro, que capta os sinais da Luz a partir da fisiologia humana do olho, e a partir daí compreender o que são as definições de raio e feixe Luz.

No segundo encontro o tema central é reflexão e absorção da Luz, os objetivos desse encontro são analisar os fenômenos ópticos da reflexão e absorção da Luz quando se propaga em determinado meio, compreender que a reflexão ocorre em superfícies refletoras e que a absorção consiste na transformação de energia luminosa em energia térmica e assim entender que a cor dos objetos depende da absorção e da reflexão da Luz.

O terceiro encontro tem como proposta a construção do conceito da refração da Luz, a partir dos conceitos compreendidos da reflexão, apresenta como objetivos principais a compreensão do fenômeno da refração da Luz, a interpretação física e o significado do fenômeno de refração, a partir dos efeitos da reflexão da Luz.

O quarto encontro tem como objetivos descrever as Leis da Refração por meio de equações matemáticas, e assim compreender o significado físico das leis da refração e ainda aplicar a equação de Snell-Descartes em sistema no qual ocorre a refração.

O quinto encontro tem a temática arco-íris com os seguintes objetivos: abordar assuntos referentes à dispersão da Luz e a formação de arco-íris, durante ou após a chuva, construir uma noção que a visão do arco-íris ocorre por causa da dispersão da Luz solar que cada componente das cores sofre reflexão total no interior d'água e compreender que a dispersão ocorre em todas as gotas d'água, mas o observador só enxerga uma cor proveniente de cada gota d'água devido aos diferentes ângulos que emerge a Luz em relação ao observador.

No sexto encontro o tema central é a dispersão da Luz branca no prisma e tem como objetivo compreender o fenômeno da dispersão da Luz em meios transparentes, em especial o prisma, entender que a Luz decomposta monocromática no prisma é uma cor simples e não se decompõe ao passar pelo prisma, compreender que a Luz branca pode ser recomposta após dispersão se refratar novamente em outro prisma.

4.2 Relato da Utilização da Proposta: Experiência da Proposta

O Encontro 1 ocorreu no dia 09/11/2018 em duas aulas, com duração de cinquenta minutos cada, esse encontro foi dividido em dois momentos o primeiro momento foi destinado a problematização inicial, que foi norteada pelas perguntas-chaves para o levantamento das hipóteses, em seguida foi utilizado um texto problematizador de sistematização do conhecimento que permitiu o levantamento de novas perguntas-chaves. O segundo momento foi destinado a uma atividade experimental que tem um caráter problematizador e teve início a partir de uma situação-problema.

A turma participante é composta por 22 estudantes, os recursos utilizados nesta aula foram: Data show, com apresentação em Power Point, e alguns dos materiais que compõe o kit experimental que encontra-se no Apêndice C, tais materiais foram: fonte de Luz branca, suporte para fendas, lente plana chamada de “lente de Fresnel”, placa preta com uma fenda, placa preta com fendas paralelas, folha de papel ofício A4, régua, espelhos planos.

A aula se inicia por meio da apresentação de uma situação-problema que apresenta uma tirinha ilustrativa, exposta na Figura 10, que contém em seu contexto a relação da Luz do relâmpago e o som do trovão com o tempo de propagação destes fenômenos, em seguida são feitos alguns questionamentos.

Figura10: Problematização inicial- A Luz do relâmpago e o som do trovão.



Fonte: <https://www.humorcomciencia.com/tirinhaspara-raio>, Acesso em: 08/03/2018.

Ao levantar o questionamento:

Podemos enxergar tudo que existe ou ocorre a nossa volta?

Todos foram unânimes ao afirmar que não é possível enxergar tudo a nossa volta, ao serem indagados surgiram as seguintes justificativas:

E1: "Por exemplo, eu não posso ver uma reação química nesse momento que pode ocorrer aqui, é... eu não posso ver micromoléculas, e tipo eu não posso ver o gás carbônico."

E13: "Não posso ver o vento!"

Após essas justificativas foram feitos novos questionamentos:

De onde vem ou como surge a Luz?

A primeira resposta que foi apresentada pela turma é que a Luz vem do Sol. E ao serem questionados se o Sol é a única fonte de Luz então todos afirmaram que não e então alguns justificaram da seguinte forma:

E2: "De reflexões, tudo que reflete Luz".

E1: "Ou uma vela, por exemplo, objetos que são muito quentes."

O que permite a sua passagem

E1: “Tem que ser refletor” E18: “Superfície transparente”

E o que a bloqueia?

E17: “A escuridão!”

E1: “A escuridão não, objetos opacos.”

Faça uma lista de instrumentos, situações e processos que você associa Luz e visão?

E2: “Óculos!”

E13: “Lupa!”

E18: “Primeiramente o olho, a lente!” E19: “Os objetos transparentes!”

Após os questionamentos que permitiram o levantamento das hipóteses foi apresentado aos estudantes um texto de sistematização, através de slides e também entregue o texto impresso para uma leitura coletiva e dinâmica realizada pelos próprios estudantes que se propuseram a fazer a leitura. Em seguida, foram feitas mais algumas perguntas-chaves que permitiram introduzir a atividade experimental.

Ao perguntar:

Porque a Luz do relâmpago e o som do trovão são percebidos em tempos diferentes?

Os estudantes se posicionaram da seguinte maneira:

E1: “É por causa das ondas eletromagnéticas e porque elas vão se propagando!”.

E18: “Eu acho que é por causa da distância!”.

Professora: “Então você acha que elas não ocorrem no mesmo lugar e nem ao mesmo tempo?”.

E18: “Não, é o mesmo tempo só que as ondas sonoras não chegam ao mesmo tempo!”

Professora: “Então elas acontecem no mesmo lugar e ao mesmo tempo, mas não chegam ao mesmo tempo, por quê?”.

E1: “É professora, é por causa das ondas, ah já sei, é porque da Luz é eletromagnética e a do som é mecânica!”.

Ao chegarem a essa conclusão então foi feita a seguinte pergunta:

Existe alguma semelhança entre a percepção do ser humano do som e da Luz?

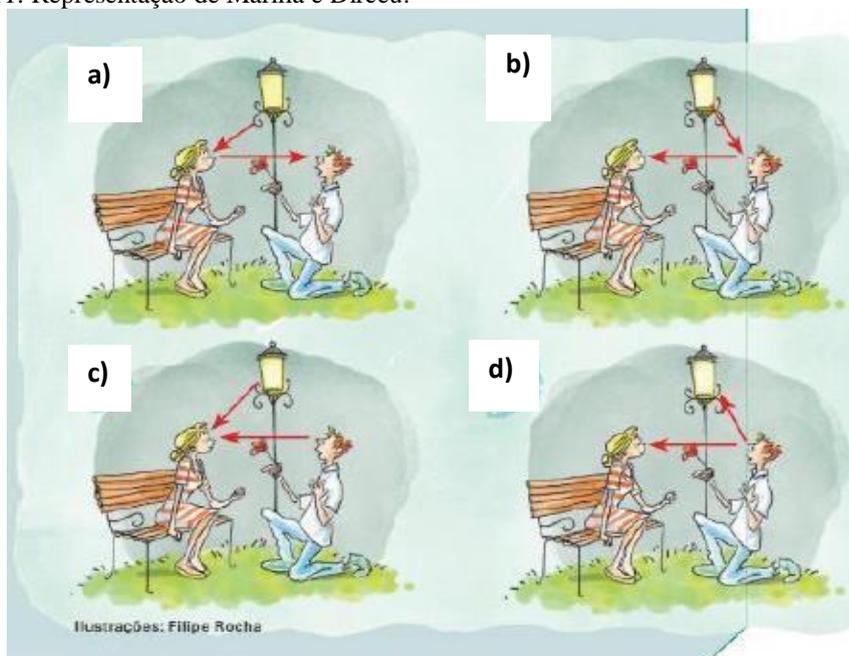
Onde o estudante fez a seguinte afirmativa:

E1: “Sim existe, a gente percebe elas por meio da fisiologia humana!”.

Realizadas as perguntas-chaves se iniciou o segundo momento desse encontro, onde se desenvolveu a atividade experimental, que foi introduzida por meio de uma situação-problema a qual apresenta uma figura com quatro alternativas para que os estudantes determinem como se comporta os feixes de Luz. Inicialmente eles ficaram em dúvida entre duas alternativas, uma correta e outra errada.

A atividade experimental iniciou com a entrega dos kits experimentais como ilustrados no Apêndice C, a turma se dividiu em cinco grupos e cada grupo recebeu um kit, em seguida foi apresentada uma situação-problema que consiste na situação em que um casal em uma praça e são iluminados por uma lâmpada, então é lançada a questão aos estudantes de qual a melhor representação dos feixes de Luz que permite Dirceu enxergar Marília, como é representado na Figura 11.

Figura 11: Representação de Marília e Dirceu.



Fonte: PIETROCOLA, Mauricio; Física em Contexto, São Paulo, 1ªed. Volume2; p.190; 2016.

Inicialmente os estudantes ficaram em dúvida entre duas representações a representação correta dos raios e outra incorreta. Então, passamos a coordenar a atividade experimental com alguns direcionamentos e em seguida alguns questionamentos.

Na primeira atividade os estudantes deviam colocaram uma placa preta com apenas uma fenda, e foi proposto que eles fizessem um tracejado representando o caminho da Luz, e então foram feitas as perguntas seguintes:

O que é possível notar a partir da linha tracejada por você no papel?

E1: É uma reta, um raio.

E18: Um caminho, uma trajetória, em linha reta.

É possível fazer com que esse raio de Luz faça uma curva?

E14: Não dá!

E18: Não tem como não.

No Segundo momento da atividade os estudantes formaram dois raios de Luz, utilizando para cada raio de Luz: uma fonte de Luz, um suporte para fendas, uma lente plana chamada de “lente de Fresnel” e uma placa preta com uma fenda apontando para um ponto em um espelho plano então foi questionado:

Os raios de Luz têm trajetórias diferentes, nessas condições?

E19: Ela vai só mudar o sentido, mas a trajetória é o mesmo.

A proposta seguinte foi que os estudantes colocassem os dois raios para se cruzarem e foram questionados:

Ao colocar dois raios de Luz para se cruzarem esses raios mudam o sentido de sua trajetória?

E5: Não.

E18: Não, cada segue seu caminho.

Em seguida foi proposto que os estudantes colocassem uma placa com fendas paralelas e que façam a representação gráfica no papel dos raios de Luz e em seguida é questionado:

Esse conjunto de raios pode ser considerado como um feixe de Luz?

E1: Pode.

E17: Muitos raios juntos é um feixe!

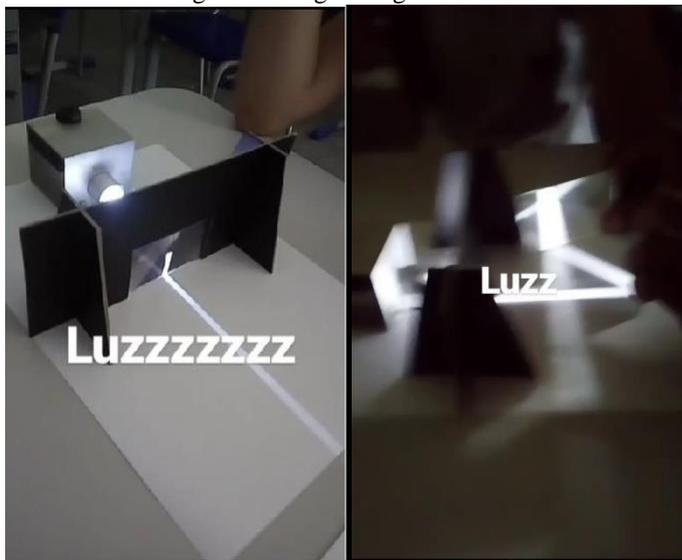
Ao voltar à problematização inicial a maioria dos estudantes entraram em consonância, apontando a resposta correta. Ao pedir que os estudantes justificassem a escolha, eles expressam o seguinte:

E14: A Luz vai sair, bater nela e refletir pra ele.

E1: A Luz vai refletir nela e Ele vai conseguir ver ela. Como no experimento.

Ao término foi proposta uma atividade, que os estudantes levaram para casa para ser entregue na aula seguinte. Eles se mostraram bem participativos e dispostos nesse encontro, a aula foi gravada em áudio e em alguns momentos registrados em fotografia, na Figura 12 apresentamos alguns desses registros.

Figura 12: Alguns registros do Encontro 1.



Fonte: Fotografia própria.

O Encontro 2 ocorreu em uma aula de cinquenta minutos, no dia 19/11/2018. Nessa aula foram trabalhados os conceitos de reflexão e absorção da Luz. A aula foi dividida em três momentos, o primeiro momento direcionado a situação-problema para o levantamento de hipóteses, o segundo momento destinado ao desenvolvimento da atividade experimental investigativa e problematizadora e o terceiro momento destinado para resolução de uma atividade avaliativa proposta na sequência de ensino.

A aula é apresentada a turma por meio da problematização inicial com uma situação relacionada ao cotidiano, como é mostrada na Figura 13 e em seguida os estudantes são questionados:

Faixas de sinalização de trânsito são pintadas nas cores brancas ou amarelas, por qual motivo?

E17: “Pra destacar!”.

E18: “É por causa do asfalto preto, e chama mais atenção do motorista!”.

Figura 13: Problematização inicial- Faixas de sinalização.



Fonte: <https://www.google.com.br/search?biw=1015&bih=506&tbm=isch&sa=1&ei=e_CwWoS8N8mXwQTLn6SoDA&q=faixa+de+sinaliza%C3%A7%C3%A3o+de+transitos+pintadas+nas+cores+brancas+e+amarelas+vis%C3%A3o+aerea&oq=faixa+de+s>. Acesso em 20 de março de 2018.

Na Física e cotidianamente dizemos que o céu é azul. Entretanto, há momentos em que se torna bem avermelhado. Quando e por que isso ocorre?

E18: Quando o Sol está se pondo, aí sei lá ele fica tipo vermelho assim!

Professora: Mas o Sol está presente durante todo o dia?

E18: Sim! Mas eu acho que ele está mais distante.

Após as questões, onde foram levantadas as hipóteses, é o momento em que foi realizada a demonstração da cor dos objetos. Essa demonstração necessita de dois objetos de cores distintas, no nosso caso usamos um objeto amarelo e outro objeto azul consequentemente precisamos usar uma iluminação amarela e outra azul, à medida que a demonstração vai ocorrendo foram feitas as perguntas que permitiram a investigação.

A demonstração se inicia com apresentação de uma situação-problema que tem como base o seguinte questionamento:

Porque é preferível usar roupas claras em dias muito quentes?

“E17: Porque num dá tanto calor, as roupas escuras parece que absorve o negócio!”

“E6: É que as roupas claras o sol reflete.”

“E18: As roupas escuras absorve o calor, acho que o sol bate e fica e já nas roupas claras não ela bate e volta.”

Ao iniciar a atividade experimental de demonstração colocamos os dois objetos em uma iluminação branca, como apresentado no registro da Figura 14, e ao questioná-los:

É possível esses objetos refletirem cores diferentes as de azul e amarelo?

E17: “Sim!”

E18: “E pode?”

E17: “Mas a cor dos objetos muda, é quando tipo bate outra Luz, ai muda!”.

Figura 14: Registro do encontro 2; objetos na iluminação branca.



Fonte: Fotografia própria.

A segunda demonstração realizada consistiu em colocar os dois objetos em uma iluminação amarela, como apresentada no registro da Figura 15 e foi feita a seguinte pergunta:

Como você explica o fato do objeto azul parecer preto?

E18: “Porque a Luz é amarela e o objeto amarelo, eu acho que não acontece nada, aí como o carro é azul quando reflete o amarelo ele muda.”.

E12: “Ah, o carro fica preto porque absorve a Luz amarela”.

Figura 15: Registro do encontro 2; objetos na iluminação amarela.



Fonte: Fotografia própria.

Então os questionamos:

E se sobre os mesmos objetos colocarmos uma iluminação azul, quais serão as cores que iremos ver cada um dos objetos?

E18: “O amarelo fica preto!”.

E17: “O objeto que não for azul fica preto!”.

Realizamos então a terceira demonstração e os estudantes verificaram que o objeto amarelo ficou preto e o azul ficou azul. Em seguida foram feitos alguns questionamos:

Então, se eu mudar a iluminação, ou seja, colocarmos cores diferentes sobre os objetos, como serão vistas por nós as cores desses objetos?

E17: “Fica preto!”. Professora: “Por quê?”.

E2: “Porque vai absorver a cor e não vai refletir nada!”.

O fato de iluminar os objetos com uma Luz branca faz com que enxerguemos as cores reais dos objetos?

E2: “É que só o branco reflete todas as cores.”.

Porque vemos objetos Pretos que estão sobre uma Luz branca, como você explica esse fato?

E6: “É porque, é justamente o contrario o preto é ausência de todas as cores, e não reflete nada!”.

Ao voltarmos a problematização inicial questionando:

Porque é preferível usar roupas claras em dias muito quentes?

Tivemos a seguinte justificativa de um dos estudantes:

E17: “É porque o preto vai absorver todas as cores e fica muito calor!”.

Ao término desta atividade, ainda em sala, os estudantes responderam a atividade avaliativa referente aos conteúdos abordados.

O Encontro 3 ocorreu no dia 29/11/2018, em dois momentos, o primeiro momento foi destinado a problematização inicial para o levantamento das hipóteses e uma pequena demonstração que permitiu uma investigação. O segundo momento foi destinado à demonstração experimental das leis da refração.

A aula foi introduzida a partir de a problematização inicial a seguir:

O funcionário de um clube está varrendo o fundo da piscina com uma vassoura que tem um longo cabo de alumínio. Ele percebe que o cabo de alumínio parece entortar-se ao entrar na água, como pode ser observado na Figura 16¹.

Figura 16- Ilustração do empregado do clube varrendo o fundo da piscina.



Fonte: https://www.energia.com.br/professores/sitiodafisica/gabaritos/prova_1_tri_3_2005.pdf. Acesso em: 24/03/2018.

¹ Questão retirada de: https://www.energia.com.br/professores/sitiodafisica/gabaritos/prova_1_tri_3_2005.pdf.

Ao propor essa problematização com o objetivo de levantar hipóteses foi solicitado que

os estudantes explicassem o fenômeno físico relacionado ao problema apresentado, logo surgiram algumas explicações tais como:

E22: “Isso é refração!”.

E17: “Acho que é só ilusão de ótica!”.

E1: “eu acho que é a pressão que a água exerce sobre o cabo aí parece quebrado!”.

Em seguida realizamos uma pequena demonstração para que os estudantes pudessem compreender o conceito de refração. A demonstração está representada na Figura 17 e consistiu em colocar dois copos com uma moeda no fundo, e com a ajuda de dois voluntários, que ficaram posicionados a uma pequena distância, pediu-se para que eles verificassem se conseguiam ver alguma coisa no fundo do copo, em seguida foi adicionado água em apenas um dos copos e pedimos para que os voluntários verificassem se conseguiria ver algum objeto, ambos viram antes e melhor a moeda no copo com água.

Figura 17: Copo com moeda imersa na água e copo com moeda no ar.



Fonte: Fotografia própria.

Algumas perguntas-chaves foram direcionadas após essa demonstração que permitiu o levantamento de algumas hipóteses, uma delas foi:

Quando adicionamos a água, a moeda torna-se visível, porque isso acontece? O que acontece com a propagação da Luz, para que isso ocorra?

E1: “Porque a Luz que reflete da água chega no nosso olho bem mais rápido.”

Os meios de propagação da Luz também interferem na forma e na aparência dos objetos?

E17: “Sim!”

E2: “Sim com o ar a gente não consegue ver a moeda”.

Após o levantamento das hipóteses dos estudantes, iniciamos o segundo momento do encontro com atividade de demonstração investigativa, que tem como objetivo descrever as leis da refração. A atividade se inicia a partir de uma situação-problema que consiste colocar um lápis em um copo com água, em seguida se inicia um diálogo a partir do questionamento aos estudantes:

Por que ao colocarmos um lápis em um copo com água ele parece quebrado?

E1: “Eu acho que é porque, assim quando o objeto está dentro da água, aí sei lá a Luz bate melhor nele, do que quando ele tá fora”.

Professora: “Existe alguma semelhança entre a experiência da moeda e a do lápis no copo”.

E14: “Existe no primeiro o objeto está totalmente submerso e no outro o objeto está metade fora metade dentro da água”.

Logo após, foi apresentada a representação gráfica do experimento para que os estudantes consigam identificar as grandezas associadas ao fenômeno. Então o momento seguinte foi dedicado para realizar a primeira demonstração. Em um tanque com água incidindo uma Luz monocromática com um ângulo de incidência de 0° . Então foi questionado aos estudantes:

O raio sofre algum desvio quando incide na superfície plana do tanque e passa para dentro dele?

E10: “Não, ele fica reto!”.

Em seguida foi realizada a segunda demonstração, onde é incidido um raio de Luz um pouco afastado da normal com a realização e a partir da observação do fenômeno os estudantes foram questionados.

O raio de Luz transmitido ao líquido se afasta ou se aproxima da reta normal?

Juntos os estudantes afirmam que “*Se afasta!*”.

Na sequência foi realizada a terceira demonstração da aula, colocando um carrinho de brinquedo para descer sobre uma mesa declinada onde na primeira metade do trajeto a superfície estava encoberta por uma toalha, onde o carrinho deveria que passar de uma superfície com um maior atrito para uma superfície mais lisa da mesa, feita a demonstração os estudantes foram questionados e iniciou-se a discussão a partir do questionamento:

O que acontece quando o carrinho muda de uma superfície para outra?

*E14: “Ele desce mais rápido do lado que tem menos atrito!” Professora: “Vocês acham que isso também acontece com a Luz?” E13: “Sim”
E14: “Sim”
E1: “Sei não”*

Nesse momento a professora explica que a rapidez do movimento é a velocidade e que no movimento do carro temos o atrito, já quando falamos na Luz existe a mudança do meio. Então os estudantes questionam:

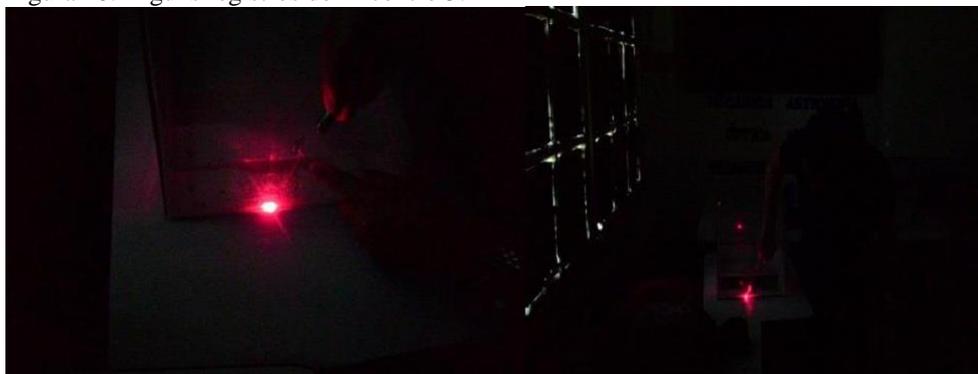
*E14: “Então quer dizer que quando mudamos o ângulo vai ficar mais rápido?”
Professora: “Não quando eu mudo o ângulo e sim quando eu mudo o quê?”
E2: “O meio!”*

Ao voltarmos à segunda demonstração e fazer a representação gráfica do comportamento do raio de Luz ao passar de um meio para o outro, então a professora questiona:

*Professora: “Ao incidir um raio de Luz passando de um meio para o outro o raio vai se aproximar ou se afastar da normal?”
E17: “Se aproximar”.*
E ao questionar: **Qual meio tem maior índice de refração: água ou ar?**
E1: “A água, sabe por que a gente viu a moeda primeiro na água”.

O encontro então foi encerrado devido ao tempo de término da aula e a representação das grandezas físicas envolvidas durante as experiências ficaram para o próximo encontro. Na Figura 18 apresentamos registros desse encontro.

Figura 18: Alguns registros do Encontro 3.



Fonte: Fotografia própria.

O Encontro 4 ocorreu em dois dias, o primeiro no dia 30/11/2019 e o segundo em 03/12/2018, no primeiro momento retornamos a aula anterior para descrever as grandezas físicas envolvidas nas experiências de refração e também para a problematização inicial desta atividade, o segundo dia foi destinado a relembrar as expressões escritas no primeiro dia do nosso encontro e a atividade experimental para a organização do conhecimento que resultou na explicação da equação de Snell-Descartes.

A aula se inicia com a retomada à aula anterior, com uma representação gráfica de quando a Luz incidir com o raio afastado da normal com o tracejado que indica o caminho da Luz caso ela não sofresse desvio, a partir da observação da representação exposta é pedido que os estudantes identifiquem as grandezas, eles descrevem raio incidente, raio refratado e fazem a relação dos ângulos, e juntamente com a professora por meio da função trigonométrica do seno descrevem a relação de proporcionalidade entre os ângulos incidente e refratado como sendo uma constante.

Logo após é o momento onde inicia a problematização inicial que se trata de uma questão do ENEM :

(ENEM-2014) Uma proposta de dispositivo capaz de indicar a qualidade da gasolina vendida em postos e, conseqüentemente, evitar fraudes, poderia utilizar o conceito de refração luminosa. Nesse sentido, a gasolina não adulterada, na temperatura ambiente, apresenta razão entre os senos dos raios incidente e refratado igual a 1,4. Desse modo, fazendo incidir o feixe de Luz proveniente do ar com um ângulo fixo e maior que zero, qualquer modificação no ângulo do feixe refratado indicará adulteração no combustível. Em uma fiscalização rotineira, o teste apresentou o valor de 1,9. Qual foi o comportamento do raio refratado?

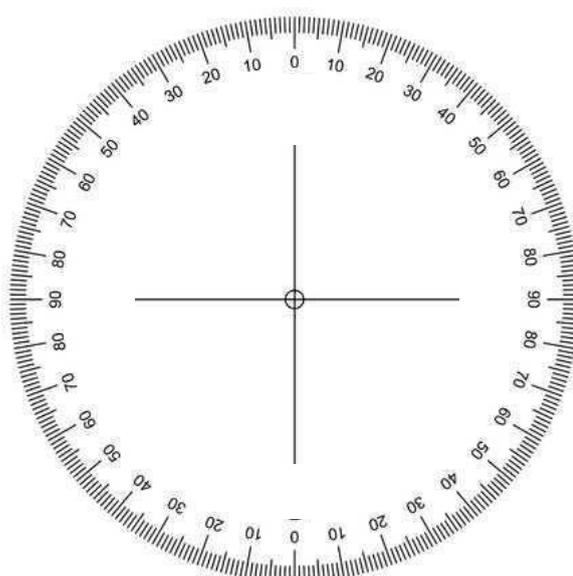
Foi necessário pedir que eles associassem a questão da problematização inicial com o comportamento da experiência realizada na aula anterior, a partir daí os estudantes construíram as seguintes explicações:

E18: “Com relação a normal, se aproximou!”

E12: “Ele num se afastou não, já que o valor é maior, e já que o valor subiu ele vai se afastar!”.

Iniciamos então a atividade experimental, onde a turma foi dividida em equipes e foram entregues a cada equipe uma fonte de Luz monocromática, uma lente plana convexa e uma folha com um transferidor que está representado na Figura 19, e os ângulos no Quadro 2 que eles deviam preencher com as medidas.

Figura 19: Transferidor



Fonte: https://www.google.com/search?biw=1024&bih=657&tbn=isch&sa=1&ei=KFuAXK4B5fC5OUPmWf6AM&q=transferidor+circular&oq=transferidor+cir&gs_l=img.1.0.0.114980.116376..118418..0.0.0.219.799.0j2j2.....1....1..gswizimg.....0i67.jZDKwhpYh1Y#imgdii=sXUbq0jSJufF6M:&imgrc=rKSmWWdxqG3E4M:
 Acesso em 29/11/2018.

Quadro 2: Ângulos de Refração Medidas.

Ângulo de incidência (i)	Ângulo de refração(r)	Sen (i)	Sen (r)	Sen (i) / Sen (r)
0°				
15°				
30°				
45°				

Fonte: Autoria própria.

Iniciamos a atividade pedindo que eles projetassem a Luz na direção equivalente ao ângulo de 0°, só como uma forma treinar e verificar se estavam sendo observado corretamente o ângulo refratado, mas que esse não entraria nos passos seguintes da atividade. Após todos terem feito as medidas, calculado os senos equivalentes aos ângulos de refração e a razão entre os senos dos ângulos de incidência e refração, como apresentado na tabela acima foi pedido aos estudantes que calculassem o valor médio da razão **Sen (i) / Sen (r)** e em seguida que eles comparassem o valor encontrado com os valores expostos no Quadro 3.

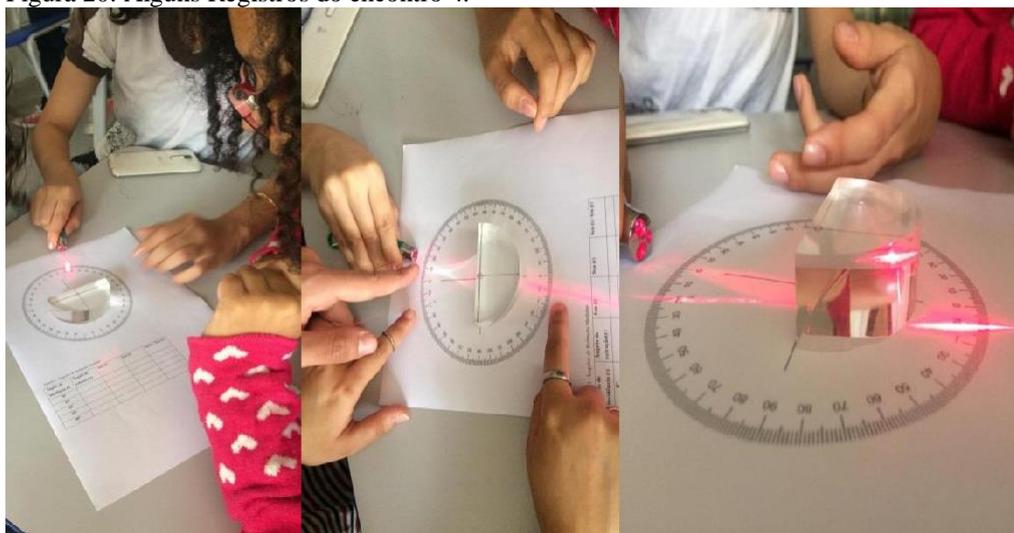
Quadro 3: Índices de refração.

Meio material	Índice de refração (n)
ar	1,00
água	1,33
vidro	1,50
glicerina	1,90
álcool etílico	1,36
diamante	2,42
acrílico	1,49

Fonte: https://www.google.com/search?biw=1024&bih=657&tbm=isch&sa=1&ei=KFuAXK-4B5fC5OUPmWf6AM&q=tabela+do+indice+de+refra%C3%A7%C3%A3o&oq=tabela+&gs_l=img.1.0.35i39l2j0l8.2607.4115..5889...0.0..0.706.2208.24j0j1j0j1.....1...1..gswizimg.zZwoaiEyW0o#imgrc=CxBlwVPiHGggWM: Acesso em: 29/11/2018.

Ao ser mostrado a tabela, os estudantes concluíram que a constante da relação entre os senos é igual ao índice de refração do material e que no nosso caso o material que estávamos utilizando se tratava do acrílico. Ao término desta aula foi pedido que os estudantes respondessem a uma atividade referente aos terceiro e quarto encontros. Na figura 20 apresentamos alguns registros do quarto encontro.

Figura 20: Alguns Registros do encontro 4.



Fonte: Fotografia Própria.

O Encontro 5 aconteceu no dia 05/12/2018 em uma aula de 50 minutos, esse encontro foi dividido em três momentos, o primeiro momento

dedicado a problematização inicial e a situação-problema, o segundo e o terceiro momentos envolvem questões abertas e um texto de sistematização do conhecimento.

A aula se inicia por meio da problematização inicial desenvolvida a partir da seguinte pergunta:

Como e porque se formam os arco-íris?

Logo vieram algumas tentativas de explicação, entre elas as mais aceitas pelos demais colegas foram as seguintes:

E18: “É a Luz do sol na água”

E13: “professora, é a Luz do sol que vai na água e faz o arco-íris”

Em seguida foram realizadas algumas perguntas-chaves que possibilitassem aos os estudantes o levantamento de mais hipóteses acerca do fenômeno do arco-íris e junto com essas perguntas surgiu uma discussão referente da temática estudada, apresentamos a sequência de perguntas realizadas:

Quando e em quais condições é comum observar o fenômeno do arco-íris?

E5: “Depois que chove”

E1: “Quando tá neblinando, aí o sol bate, aí vai e forma”

E13: “É o sol casando com a chuva bem fraquinha, formando o arco-íris”

Professora: “A gente só consegue enxergar o arco-íris se tiver chuva?” E13: “Não, quando a gente liga a mangueira e coloca no sol, aí forma”

Onde está o sol quando você vê o arco-íris?

E13: “O sol está escondido, atrás do arco-íris”.

Levantadas algumas hipóteses foi o momento de propor uma situação-problema que foi exposta através de uma situação não muito comum, o arco-íris duplo, expondo uma imagem da sua formação e questionando-os sobre através da pergunta:

Como explicar esse fenômeno?

Surgiram algumas explicações, um pouco confusas dadas pelos estudantes que foram:

E5: “É como se fosse o reflexo, um espelho do outro”.

E1: “O arco-íris num é refração da Luz, e a atmosfera é composta de água então, muitas vezes a Luz ela bate e reflete onde tem água de novo”.

O que possibilita a visão das cores dos arco-íris?

E1: “O arco-íris é branco, só que a Luz branca dentro tem todas as cores”. E5:

“Cada Luz tem uma frequência, que emite todas as cores”.

A dispersão da Luz branca na gota d’água acontece de formas diferentes para formar as cores do arco-íris?

E1: “Eu acho, que cada cor emite todas as cores”.

O momento seguinte foi destinado a leitura do texto de sistematização do conhecimento, o texto foi distribuído impresso à todos os estudantes e também exposto através do Datashow, a leitura foi realizada de maneira coletiva e cada questão que surgia no texto foi sendo debatida na tentativa de esclarecer as dúvidas dos estudantes. Uma questão que estava dentro do texto e foi respondida por um dos estudantes, que foi por ele relacionada as aulas anteriores foi a seguinte:

Como para cada ângulo de incidência temos a formação de uma cor, as cores então têm a ver com o índice de refração do meio que atravessam?

A afirmativa do estudante foi:

E1: “Tem sim, o índice de refração vai ser menores que outros, nos vimos que o índice tem haver com a rapidez, e como num meio pode ser mais rápido ou menos rápido, eu acho que tem a haver sim”.

Então, foi apresentada uma tabela com os índices de refração das cores e a afirmativa da estudante foi reforçada. O momento seguinte foi destinado para mais uma questão que permitia refletir sobre a compreensão dos conceitos envolvidos nessa aula.

O que se entende por dispersão da Luz?

E1: “É quando a Luz se propaga no ambiente”

E5: “É quando ela se divide em cores”

Em que situações ela ocorre? E como se formam as cores do arco-íris?

E2: “A Luz branca tem que passar no meio transparente e se dividir” E17: “E cada cor depende do ângulo visual”

Ao término deste encontro foi entregue mais uma atividade referente ao que foi discutido, eles levaram para casa, pois o tempo destinado à aula havia se encerrado.

O Encontro 6 ocorreu no dia 07/12/2018, para esse encontro foi destinado uma aula de cinquenta minutos, o encontro foi dividido em três momentos, o primeiro momento foi destinado a apresentação de uma situação-problema e o levantamento das hipóteses, o segundo momento foi entregue um kit ótico com vários instrumentos e pedido para que os estudantes elaborassem um plano de trabalho, e no terceiro momento foi desenvolvimento do que eles planejaram e a escrita de um relatório de execução.

A aula se inicia com a apresentação de uma situação-problema, que tem relação com o encontro anterior, por meio da pergunta:

O arco-íris é formado pela dispersão da Luz branca em um meio transparente que é a gota de água. É possível realizar o mesmo fenômeno utilizando lentes e meios transparentes?

E1: “Não”

E2: “Sim, num tem o prisma que dá pra ver as cores”

Após a apresentação da situação-problema, os estudantes se dividam em grupo e são entregues os kits óticos contendo, fonte de Luz, lentes esféricas e primas. Os estudantes ainda não sabem o que devem fazer e são feitas algumas perguntas-chaves antes que se inicie a atividade experimental, as perguntas são:

Quais características dos objetos transparentes para que ocorra a dispersão da Luz?

E13: “Tem que ser como a gota d’água”

E1: “Eles tem que ter a formar de uma pirâmide”

É possível representar esquematicamente como será quando o raio de Luz incidir no prisma triangular?

Nesse momento um dos estudantes foi até a lousa e desenhou um prisma triangular representando a Luz branca incidindo no prisma e que ao atravessá-lo ela se dispersava em cores.

Se você colocar uma Luz monocromática vai acontecer à dispersão da Luz?

E1: "Não, não pode".

E22: "Não, porque só tem uma cor".

O momento seguinte foi destinado a entrega do plano de trabalho, e foi pedido que os estudantes seguissem o plano de trabalho na tentativa de ver a dispersão da Luz em meios transparentes, alguns registros desse momento são apresentados na Figura 21 e na Figura 22 apresentamos alguns dos planos de trabalho elaborados pelos estudantes.

Figura 21: Alguns registros do encontro 6.



Fonte: Fotografia própria.

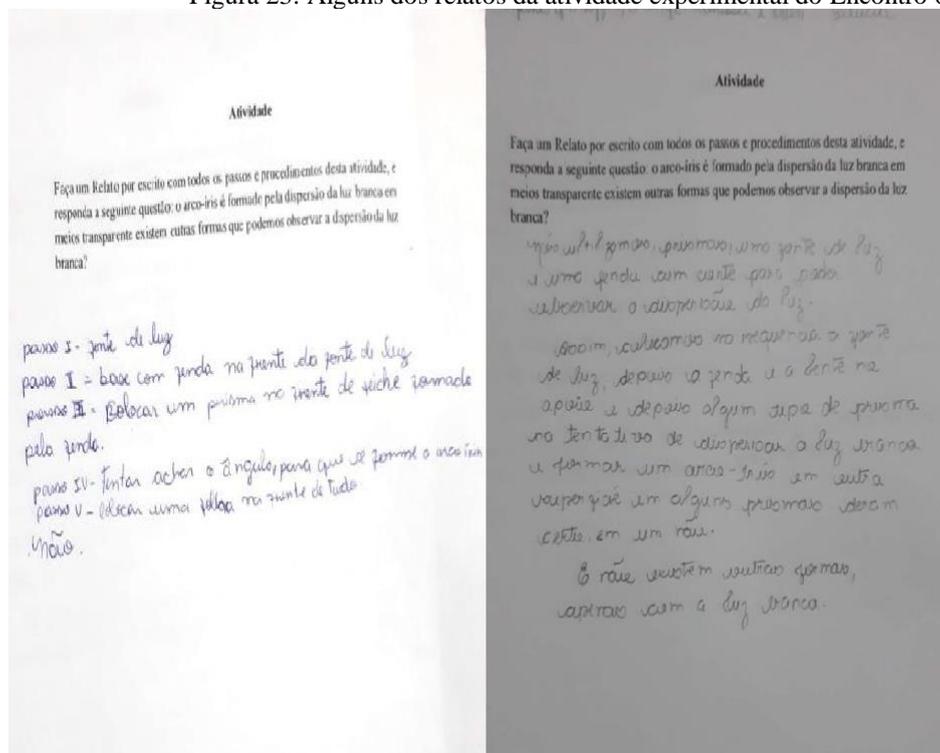
Figura 22: Planos de trabalho elaborados pelos estudantes.

PLANO DE TRABALHO	
O arco-íris é formado pela dispersão da luz branca em meios transparentes existem outras formas que podemos observar a dispersão da luz branca?	
Quais materiais dos expostos o grupo considera necessário para a resolução desse problema? Um prisma, uma folha, uma base plana, uma fonte de luz, uma lente, uma fonte de luz, lente plana, lâmina.	Quais os procedimentos de montagem serão necessários para a resolução desse problema? Por com a grade a o lente a fonte de luz por trás a o prisma no prisma da base a o folha transparente de Teca.
Colete os dados de resolução. Resolva com o prisma, não consigo com a lente, prisma não consigo com o base não consigo com plano convexo.	Análise todos os dados. Consegui com os ângulos convexos, não consigo com qualquer ângulo.
Faça a tentativa de montagem do experimento por falta	O procedimento foi correto, explique o porquê? Quais mudanças devem ser feitas caso não tenha sido correto? Sim, porque não se tinham visto o conteúdo
PLANO DE TRABALHO	
O arco-íris é formado pela dispersão da luz branca em meios transparentes existem outras formas que podemos observar a dispersão da luz branca?	
Quais materiais dos expostos o grupo considera necessário para a resolução desse problema? Uma fonte de luz, prisma de vidro, um prisma triangular, uma folha branca, uma lente, uma folha branca.	Quais os procedimentos de montagem serão necessários para a resolução desse problema? Colocar uma fonte de luz no prisma de vidro, um prisma triangular e refletir a luz nos prismas com uma folha branca.
Colete os dados de resolução.	Análise todos os dados. Os que dão certo são o prisma em forma de pirâmide, o convexo e meio convexo
Faça a tentativa de montagem do experimento. fizemos a operação dos arco-íris	O procedimento foi correto, explique o porquê? Quais mudanças devem ser feitas caso não tenha sido correto? Sim, pois colocamos o feixe de luz no ângulo errado que formamos o arco-íris, se não desse lado teria que mudar os prismas

Fonte: Fotografia própria.

Ao término da atividade experimental, como atividade avaliativa, foi pedido que os estudantes fizessem o relato da atividade, na Figura 23 são apresentados alguns registros desses relatos feitos pelas equipes.

Figura 23: Alguns dos relatos da atividade experimental do Encontro 6.



Fonte: Fotografia própria.

4.3 Análise e Avaliação da Proposta de Intervenção e do Produto Educacional

Para a análise e avaliação da proposta de intervenção e do produto educacional fizemos, inicialmente, uma descrição do perfil dos seis estudantes selecionados para nossa avaliação, antes e durante a aplicação da nossa proposta de intervenção, em seguida discutimos a cerca de toda a proposta a partir de algumas questões que foram propostas ao grupo focal para avaliar o produto educacional, que se encontra no Apêndice A.

4.3.1 Caracterização da Mudança de Atitudes dos Estudantes Mediante da Realização da Proposta

Para melhor compreender o perfil dos seis estudantes selecionados para a avaliação, identificaremos as características em relação às aulas e ao rendimento escolar no bimestre que antecedeu a aplicação da proposta, contendo também as dificuldades apresentadas por eles

com relação à compreensão de fenômenos e desenvolvimento de propostas durante as aulas de práticas experimentais.

Estudante E1

Particularidades durante as aulas: A principal característica desse estudante é participação, os questionamentos e a contribuição relacionando situações do cotidiano e a interdisciplinaridade, o estudante associa conceitos vistos em outra disciplina ao que está sendo trabalhado em sala de aula.

Dificuldade: Não apresenta nenhuma dificuldade relevante.

Modificações do comportamento

O estudante manteve o caráter questionador, fazendo relações com o cotidiano e de cunho interdisciplinar, a atividade foi motivadora e atrativa para o estudante deixando-o ainda mais participativo, foi um dos estudantes que mais levantou hipóteses.

Estudante E22

Particularidades durante as aulas: A principal característica desse estudante é a facilidade em compreender os fenômenos e conceitos físicos, nas atividades escritas mostra sempre que entende a relação entre as aplicações do cotidiano. Busca sempre compreender as discussões prestando muita atenção durante as aulas, tem muita facilidade em relacionar a matemática aos conceitos trabalhados.

Dificuldade: Não apresenta nenhuma dificuldade relevante, porém o estudante é pouco participativo nos discursos.

Modificações do comportamento

O estudante manteve-se com as características apresentadas durante as aulas, sendo muito atento, uma mudança positiva foi sua participação em alguns momentos das aulas, como o fato de ir até o quadro para explicar um fenômeno, fazendo uma representação para os colegas.

Estudante E17

Particularidades durante as aulas: O estudante apresenta um caráter pouco questionador, e pouco entendimento nas relações e aplicações dos fenômenos, é um estudante muito comunicativo, porém apresenta um desempenho mediano durante as atividades desenvolvidas em sala de aula.

Dificuldade: Apresenta dificuldades na compreensão dos conceitos, nas aplicações e nas relações com diversas situações do cotidiano.

Modificações do comportamento

O estudante apresentou-se mais participativo, apresentou indícios de uma melhora com relação a compreensão dos conceitos, e na sua tentativa de contribuir nas aulas, isso pode ser notado em suas falas durante as aulas.

Estudante E14

Particularidades durante as aulas: O estudante apresenta como característica ser pouco participativo, e não apresenta muito interesse as aulas, tem um comportamento passivo não prestando muita atenção às aulas, tendo um rendimento escolar mediano.

Dificuldade: Apresenta dificuldades em resolver problemas e aplicações, apesar de deixar transparecer que compreende um pouco os conceitos trabalhados.

Modificações do comportamento

O estudante mostrou-se mais atento e em alguns momentos apresentou questionamentos bastante relevantes com relação a conceitos e fenômenos presentes no cotidiano. Percebendo-se ainda que o mesmo se apresentou com uma participação moderada, o que permitiu que este expressasse um melhor entendimento dos conceitos discutidos.

Estudante E9

Particularidades durante as aulas: Estudante pouco participativo, não questiona e tem baixo rendimento escolar, durante as aulas tem um comportamento caracterizado por sua dispersão e não presta atenção em nenhuma aula.

Dificuldades: Apresenta dificuldade na compreensão dos conceitos, e nas relações e aplicações ao cotidiano, além das dificuldades com as relações matemáticas e as resoluções de problemas.

Modificações do comportamento

Não se percebeu mudanças de atitude, apesar de ter se mostrado inicialmente atraído pelas aulas, suas participações foram passivas, não se envolveu nas discussões e não faz questionamentos.

Estudante E18

Particularidades durante as aulas: Apresenta um baixo rendimento escolar, não se mostra participativo durante as aulas, não busca compreender os conceitos discutidos em sala, e contenta-se em só observar as discussões em sala de aula.

Dificuldades: apresenta dificuldades na compreensão dos conceitos, fenômenos e aplicações, além das dificuldades com resoluções de problemas e relações matemáticas.

Modificações do comportamento

O estudante apresentou-se com mudanças significativas e proveitosas, mostrou-se muito envolvido e participativo durante as aulas, mantendo-se bastante atento aos questionamentos, levantando hipóteses bastante relevantes nas discursões propostas. Identificamos, no decorrer das aulas, a partir de suas falas, que sua compreensão em relação aos conceitos foi satisfatória.

4.3.2 Avaliação das Questões Propostas ao Término dos Encontros

Com o intuito de analisarmos e avaliarmos o produto educacional, composto pela sequência de ensino investigativa, faremos uma discussão relacionada às atividades realizadas em sala de aula durante a nossa intervenção. Após o sexto encontro, com a perspectiva de obter dados que nos permitissem fazer uma avaliação do produto educacional, entregamos a cada estudante cinco perguntas relacionadas, a nossa proposta de intervenção. Ressaltamos que optamos fazer os registros por escrito, pelo fato, dos estudantes se sentirem mais à vontade do que se expressar verbalmente para expor suas opiniões.

Apresentamos a seguir essas perguntas, e também as respostas apresentadas por alguns estudantes, faremos também uma breve discussão acerca das mesmas. Optamos por colocarmos as falas e o que foram expostos por nosso grupo focal os estudantes identificados por E1, E9, E14, E17, E18 e E22 tendo em vistas que expomos as suas características e as suas mudanças de atitudes.

A primeira pergunta, na qual os estudantes foram indagados foi: O que você achou das aulas de práticas experimentais com essa metodologia? A maioria dos estudantes afirma ter gostado das aulas e que estas foram interessantes, a seguir temos alguns relatos transcritos das respostas dos estudantes a esse questionamento.

E1: "Achei muito interessante e Divertido." E9: "Foi legal."

E14: "Achei legal, aprendi mais coisas do que na própria aula de física," E17: "Bom, diferente."

E18: "Muito Bom."

E22: "Muito interessante."

O segundo questionamento feito aos estudantes foi: O que você achou interessante nas

aulas? Destaque quatro pontos que mais chamaram sua atenção. Notamos que entre todos os estudantes o que foi mais citado entre eles foram os experimentos, as atividades em grupo e os questionamentos feitos antes das atividades, ou seja, as situações-problemas, a seguir estão expostas as respostas dadas pelo nosso grupo focal.

E1: “A parte em que fazemos os experimentos, as atividades, o trabalho em grupo, os experimentos, a dinâmica”.

E9: “Os experimentos, as perguntas antes das atividades e os grupos”. E14: “Os experimentos, o uso da leitura e respostas e os grupos”.

E17: “Os experimentos, as perguntas antes de entender tudo”. E18: “Tudo que a professora fazia eu achava interessante”.

E22: “Aulas práticas, metodologia, dinâmica e as explicações”.

Em relação à terceira questão os estudantes foram indagados sobre se eles gostariam que essa metodologia fosse sempre utilizada nas aulas de práticas experimentais e de Física. Em geral, eles foram diretivos ao afirmarem que essa metodologia era interessante ao ser aplicada às aulas de física, por se tratar de um método em que não se tem respostas prontas e que desperta a curiosidade. A seguir, destacamos o exposto por nosso grupo focal.

E1: “Sim, com certeza”.

E9: “Sim, é mais fácil de entender”. E14: “Sim”.

E17: “Sim, as perguntas me faz pensar e as curiosidades”. E18: “Sim”.

E22: “Sim”.

O quarto questionamento: Foi possível compreender sobre os fenômenos de absorção, reflexão, refração da Luz a partir das atividades desenvolvidas? Os estudantes foram unânimes afirmando que sim, em algumas falas fica claro que as relações com cotidiano lhes levaram ao entendimento de tais conceitos, bem como destacam as atividades experimentais como sendo um facilitador para o entendimento. Ilustraremos a seguir o que foi respondido por nosso grupo focal.

E1: “Sim, consegui entender na prática”.

E9: “Sim, principalmente com os experimentos”. E14: “Sim”.

E17: “Sim, consegui entender muita coisa”. E18: “Sim”.

E22: “Sim, quando faz relação com as curiosidades”.

A quinta pergunta que colocamos para os estudantes foi: Essas aulas conseguiram de alguma forma te auxiliar nas aulas de Física? Explique como isso foi possível.

E1: “Sim, consegui entender na prática”.

E9: “Sim, principalmente com os experimentos”. E14: “Sim”.

E17: “Sim, consegui entender Física”.

E18: “Sim, porque eu vi que tem haver com o dia a dia da gente”. E22: “Sim”.

4.3.3 Algumas Considerações Acerca da Aplicação da Proposta

Conforme a Abordagem Investigativa, uma atividade pode ser desenvolvida a partir de um problema relacionado ao fenômeno ou conceito a ser estudado propondo que o estudante possa refletir sobre a solução para o problema e assim os conceitos serem compreendidos, esta atividade assume então um caráter investigativo. Segundo Roboni e Carvalho, (2013) a construção do conhecimento no ensino investigativo é caracterizada por seguir uma sequência de três atividades que são: a problematização inicial, a sistematização da resolução do problema e a contextualização do conhecimento.

A nossa proposta apresenta como objetivo buscar a construção do conhecimento de conceitos físicos, de acordo com as abordagens investigativas de ensino, a partir da utilização de atividades investigativas e problematizadoras como estratégia didática pedagógica.

As atividades realizadas foram muito satisfatórias, mostrando-se proveitosas em relação à participação e a mudança de atitudes dos estudantes nas aulas de Práticas Experimentais com conteúdos de Física, quando comparamos com as aulas tradicionais, essas mudanças foram perceptíveis à medida que as aulas foram sendo efetivadas. As atividades experimentais investigativas, a partir de situações-problema, possibilitaram uma participação efetivas dos estudantes nas discussões construindo e apresentando hipóteses de resolução das situações-problema, e relacionando situações cotidianas para buscar habilidades para essas resoluções.

Percebemos que a metodologia das aulas foi de bastante relevância para os estudantes permitindo a partir do diálogo e da perspectiva problematizadora que eles assumissem uma postura investigativa na busca por soluções e explicações para as situações trabalhadas. Nesse contexto, a interação entre os estudantes foi facilitada, bem como a relação da Física com o cotidiano ficou mais clara durante as atividades experimentais e na sistematização dos conteúdos.

Observamos ainda, que as relações matemáticas surgiram como parte da atividade experimental, dando um novo significado aos conceitos, e embora os estudantes normalmente apresentem dificuldades com as expressões matemáticas à significação das equações foram bem interpretadas, pois os estudantes estavam vendo a aplicabilidade em um fenômeno.

Portanto, o desenvolvimento das atividades nos permitiu alcançar os objetivos propostos, em relação à aprendizagem dos conceitos envolvidos, sob um prisma da abordagem investigativa e problematizadora de ensino.

Conseguimos evidenciar que a Matemática não foi identificada como um empecilho para a compreensão e aplicação dos conceitos, uma vez que, como é de conhecimento comum, os estudantes atribuem a Matemática como um dos fatores que dificultam a aprendizagem de Física.

Em relação à aplicação das atividades devemos destacar que em depoimentos durante as aulas os estudantes consideraram importante a realização das atividades experimentais, principalmente a utilização das situações-problemas, segundo alguns estudantes o fato de ter um problema os levavam a pensar sobre uma solução e a relacionar a Física com o dia a dia dos estudantes. Percebemos que houve um grande envolvimento da maioria dos estudantes durante o desenvolvimento dessas aulas, eles buscavam contribuir, interagir e participar como forma de contribuição do processo de ensino e aprendizagem.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa dissertação foi organizada em cinco capítulos. No primeiro, capítulo discutimos acerca de alguns problemas encontrados no ensino de Física que serviram como apontamento dessa pesquisa, bem como os incitamentos que motivou a nossa questão de pesquisa e propostas do nosso trabalho.

No segundo capítulo, discorremos sobre os referenciais teóricos, que orientaram nosso trabalho o que trouxe importantes ideias para estruturar nossos estudos. Para tal, constituímos o mesmo em duas partes com temáticas gerais: Referencias Teóricos em Ensino de Física e Referenciais Teóricos em Física. Na primeira parte, discutimos sobre Abordagem Investigativa e Problematizadora no Ensino de Física, Atividades Experimentais no Ensino de Física, Atividades Experimentais Investigativas e Sequências de Ensino Investigativas. Na segunda, os Referenciais Teóricos em Física abordaram sobre Luz e Cores, Reflexão e Absorção da Luz, Refração, Prismas e Meios transparentes.

Percebemos em nossos estudos que embora a ótica seja um ramo da Física com um amplo campo de realização de experimentos e presente no cotidiano dos estudantes, capaz de fazer os mesmos vivenciarem a Física, a utilização de atividades experimentais em sala de aula, requer uma ação planejada com uma proposta pedagógica consistente, que tenha uma significação ao estudante caso contrário, estará fadada a ser apenas mais um meio expositivo, sem aplicabilidade ou propósito de ensino.

Ao argumentamos a respeito da utilização de sequências de ensino investigativas para o ensino de Física, compreendemos que elas estabelecem um importantíssimo instrumento pedagógico, essencialmente no que diz respeito a estimular o estudante a envolver-se no processo de ensino aprendizagem.

A metodologia do nosso trabalho, que foi apresentada no terceiro capítulo, é de natureza qualitativa, e consideramos as características dos nossos objetivos, realizamos um estudo de caso. Decorremos sobre alguns aspectos relativos a representações da nossa pesquisa e exprimimos também o percurso metodológico que adotamos para a efetivação da mesma. Acerca da configuração desse capítulo, elaboramos em três seções: Na primeira, apresentamos detalhadamente sobre a elaboração da proposta de intervenção. Na segunda, dispomos os pormenores do tópico relativo a intervenção e por fim, na terceira seção especificamos sobre a metodologia adotada para a avaliação da proposta.

Os métodos de ensino utilizados foram as abordagens problematizadoras e investigativas, elas motivam e estimulam o interesse dos estudantes e podem ser utilizadas como um componente integrante e favorável para a aprendizagem. Todavia, é necessário termos cautela para que esses instrumentos de ensino sejam aplicados com sensatez e seriedade, tendo

como foco principal alcançar um objetivo didático pedagógico e não exclusivamente um meio demonstrativo para um simples entretenimento.

Conforme apresentamos no terceiro capítulo a nossa proposta de intervenção em sala de aula consiste na aplicabilidade de uma sequência de ensino investigativa, através de problematizações para o ensino de conceitos e fenômenos da Ótica.

Numa perspectiva geral, a realização da intervenção nos proporcionou identificar pontos de obtenção de conhecimentos e as dificuldades justapostas nas metodologias recorrentes, a fim de tratadas em temas da Física sob uma abordagem particularizada, empregada situações-problemas nas abordagens investigativas, viabilizando o aperfeiçoamento da proposta, bem como propondo novas concepções para abordar diferentes conteúdos da Física.

Em função disso, buscamos investigar a potencialidade do nosso trabalho utilizando atividades problematizadoras e investigativas como estratégias pedagógicas para a construção de conceitos de Física. Ainda visamos proporcionar à construção do conhecimento, a partir de situações-problemas que estivessem próximas a realidade dos estudantes, além de utilizar atividades e materiais de fácil acesso. Com isso, pretendemos apresentar aos professores a oportunidade de conhecer e construir métodos e planos de aula diferenciados capazes de permitir ao estudante a sua efetiva participação no processo de construção do conhecimento.

Desenvolvemos no decorrer da nossa pesquisa um produto educacional em forma de sequência de ensino investigativa sobre a ótica estruturada em seis encontros conforme foi mencionado em anteriormente em nossa metodologia. Cada um desses encontros foi planejado e construído com uma didática diferenciada capaz de motivá-los durante as aulas, impulsionando a participação concreta no processo de ensino aprendizagem.

No entanto, é importante enfatizar que qualquer recurso que se vai utilizar é necessário que o professor realize o planejamento minucioso das atividades, pois é interessante constar em sua metodologia instrumentos capazes de permitir ao estudante uma participação ativa, a proposta utilizada foi construída a partir de situações-problema que permitiram o levantamento de hipóteses e questionamentos que os proporcionava a construção do conhecimento, como preconiza a Abordagem Investigativa. Ao professor compete o papel de mediador, direcionando as discussões, para a construção das idéias corretas e posteriormente a construção do conhecimento, saindo do papel central e detentor de todo o conhecimento, colocando-se em um papel de facilitador e mediador do conhecimento.

Sabemos que levar uma proposta diferenciada para a sala de aula é uma tarefa difícil devido a muitos fatores, seja pelo fato, do professor ter que cumprir uma jornada de trabalho intensa, das várias atribuições que lhes são determinadas além de, ter que cumprir com conteúdo programático extenso comparado a pequena carga horária que sua disciplina dispõe. Mesmo assim, acreditamos que o professor precisa ser cuidadoso e zelar pelas boas práticas, para

motivar o estudante e harmonizá-los aos conteúdos ensinados, tornando-os significativos e próximos a outros conhecimentos que ele venha a obter.

A pesquisa realizada nos permitiu vários ensinamentos, próprios de adicionarmos a uma investigação e acrescentarmos as perspectivas de atuação, podendo essa metodologia ser aplicadas em qualquer outro conteúdo e utilizando vários outros recursos didáticos, tais como, softwares computacionais, atividades elaboradas com ênfase na resolução de problemas, entre outras.

Partindo desse pressuposto, acreditamos que a intervenção foi muito proveitosa atingindo os objetivos pretendidos, tanto na mudança de comportamento durante as aulas de aplicações da proposta, quanto ao posicionamento dos estudantes ao serem receptíveis ao que foi proposto.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Mauro Sergio Texeira de.; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n.2, Junho, 2003.

AZEVEDO, Maria Cristina P. Stella de. Ensino por Investigação: Problematizando as Atividades em Sala de Aula. In _____: CARVALHO, A. M. P. de (Org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 19-33.

BELLUCO, Alex.; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de,. Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, p. 30-59, abr. 2014.

BRASIL Lei 9.394: **Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, promulgada em 20.1.1996. São Paulo: Abrelivros, 1998.

BRASIL, Ministério da Educação, **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN)**, Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, Brasília, 1999.

BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC, SEMTEC, 1999.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de Carvalho.; AZEVEDO, Maria Cristina P. Stella de.; NASCIMENTO, Viviane Briccia do.; CAPPECHI, Maria Cândido de Moraes.; VANNUCCHI, Andréa Infantsi.; CASTRO, Ruth Schmitz de.; PIETROCOLA, Maurício.; VIANNA, Deise Miranda.; ARAÚJO, Renato Santos.; **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e Prática**. Editora: Pioneira Thomson Learning, São Paulo, 2004.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de.; SANTOS, Emerson Isodoro dos.; AZEVEDO, Maria Cristina P. Stella de.; DATE, Marlene Petruche.; FUJII, Seiji Ricardo Sano.; BRICCIA, Viviane,. **Calor e Temperatura um ensino por investigação**. São Paulo; Editora Livraria da Física, 2014.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de.; RICARDO, Elio Carlos.; SESSERON, Lucia Helena.; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos.; PIETROCOLA, Maurício.; **Ensino de Física, Coleção e Ideias em Ação**. Editora: Cengage Learning, São Paulo, 2010.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de.; RICARDO, Elio Carlos.; SASSERON, Lúcia Helena.; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos.; PIETROCOLA, Maurício. **As práticas experimentais no ensino de Física. Coleção Idéias em Ação**, Editora: Cengage Learning, São Paulo, 2011.

DELIZOICOV, D; Problemas e problematizações. In: PIETROCOLA, M. (org.) **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.

GASPAR, Aberto; **Compreendendo a Física Ondas, Óptica e Termodinâmica**, São Paulo, 2ª Ed, Volume 2, 2016.

HALLIDAY, David.; RESNICK, Robert.; KRANE, Kenneth S.; **Física 4**, Fifth Edition, LTC-Livros Técnicos e Científicos Editora S.A.2004.

HEWITT, Paul G.; **Física Conceitual**, Tradução: RICCI, Trieste Freire.; GRAVINA, Maria Helena, São Paulo, 9ª Edição, Editora Addison Wesley, 2002.

LÜDKE, Menga & ANDRÉ, Marli E.D.A.; **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**, São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 2012.

PENHA, Sidnei Percia de; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de.; VIANA, Deise Miranda.; A utilização de Atividades Investigativas em uma Proposta de Enculturalção Científica: Novos Indicadores para Análise do Processo. **VII ENPEC: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis, 8 de novembro de 2009.

PIETROCOLA, Maurício.; POGIBIN, Alexandre.; ANDRADE, Renata de.; ROMERO, Talita Raquel., **Física em contexto**. São Paulo. Editora do Brasil. Volume 2. 1ª edição. 2016.

PINHO ALVES, J.; Atividade Experimental: Uma Alternativa na concepção construtivista. In: VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2002, Águas de Lindóia. **Atas do VIII EPEF**. São Paulo: SBF, 2002.

ROMBONI, Paulo César de Almeida; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de.; Solução de problemas experimentais em aulas de ciências nas séries iniciais e o uso da linguagem cotidiana na construção do conhecimento científico. IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – **IX ENPEC Águas de Lindóia, SP** – 10 a 14 de Novembro de 2013.

SARAIVA-NEVES, M.; CABALLERO, C.; MOREIRA, M. A.; **Repensando o Papel do Trabalho Experimental, na Aprendizagem da Física em Sala de Aula - Um Exploratório**. Investigações em Ensino de Ciências, v.11(3), pp.383-401, 2006.

TAVARES, E. C.S.; OLIVEIRA, A.F.F.; Experimentos de Física Utilizando Materiais de Baixo Custo. **FAPERN**, Rio Grande do Norte 2012.

WILSEK, Marilei Aparecida Gionedis.; TOSIN, João AngeloPucci. Ensinar e Aprender Ciências no Ensino Fundamental com Atividades Investigativas através da Resolução de Problemas. Estado do Paraná, 2012 -<diaadiaeducacao.pr.gov.br>. Acesso: em agosto de 2017.

SEAR and ZEMANSKY'S, University Physics. Addison Wesley, Titulo Original.. YOUNG, Hugh d.; FREEDMAN, **Física IV: Óptica e Física Moderna**. Tradução; MARTINS, Cláudia. 2009.

ZÔMPERO, Andreia Freitas.; LABURÚ, Carlos Eduardo,. Atividades Investigativas no Ensino de Ciências: Aspectos Históricos e Diferentes Abordagens. **Rev. Ensaio**, Belo Horizonte, v.13, n.03, p.67-80, set-dez, 2011.

LISTA DE SITES

<https://www.energia.com.br/professores/sitiodafisica/gabaritos/prova_1_tri_3_2005.pdf> Acesso em: 24/03/2018.

<https://www.google.com.br/search?biw=1015&bih=506&tbm=isch&sa=1&ei=e_CwWoS8N8mXwQTLn6SoDA&q=faixa+de+sinaliza%C3%A7%C3%A3o+de+transitos+pintadas+nas+cores+brancas+e+amarelas+vis%C3%A3o+aerea&oq=faixa+de+s>. Acesso em 20 de março de 2018.

<<https://www.humorcomciencia.com/tirinhaspara-raio>>. Acesso em: 08/03/2018.

<https://www.google.com/search?biw=1024&bih=657&tbm=isch&sa=1&ei=KFuAXK4B5fC5OUPmWf6AM&q=transferidor+circular&oq=transferidor+cir&gs_l=img.1.0.0.114980.116376..118418...0.0..0.219.799.0j2_j2.....1....1..gswswizimg.....0i67.jZDKwhpYh1Y#imgdii=sXUbq0jSJufF6M:&imgrc=rKSmWWdxqG3E4M>: Acesso em 29/11/2018.

<https://www.google.com/search?biw=1024&bih=657&tbm=isch&sa=1&ei=KFuAXK4B5fC5OUPmWf6AM&q=tabela+do+indice+de+refra%C3%A7%C3%A3o&oq=tabela+&gs_l=img.1.0.35i39i2j0i8.2607.4115..5889...0.0..0.706.2208.24j0j1j0j1.....1.....1..gswswizimg.zZwoaiEyW0o#imgrc=CxBlwVPiHGggWM>: Acesso em: 29/11/2018.

APÊNDICES

APÊNDICE A:**MNPEF**Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

UEPB



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS DEPARTAMENTO
DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA – PÓLO CAMPINA
GRANDE**

**ATIVIDADES DEMONSTRATIVAS INVESTIGATIVAS PARA O
ENSINO DE ÓTICA**

Sequência de Ensino Investigativa

Michelly Melo Sampaio Orientadora: Ana

Raquel Pereira de Ataíde

APRESENTAÇÃO

O objetivo exposto na Lei de Diretrizes e Base da Educação Nacional – LDB (Lei 9394/96), para o Ensino Médio é preparar para o exercício da cidadania, prosseguir no trabalho e nos estudos futuros. Em relação aos conhecimentos de Física, para o estudante concluir essa etapa da educação básica é necessário que ele tenha desenvolvido habilidades que lhes permitam interpretar conceitos, fenômenos e instrumentos tecnológicos do qual o jovem está inserido.

O ensino de Física, no que refere à abordagem experimental, quando realizado nas escolas de Ensino Médio, focaliza as atividades repetitivas, as quais são facilmente resolvidas exclusivamente pela sequência predeterminada de um roteiro fechado, que para desenvolvê-la com sucesso, basta seguir corretamente uma sucessão de “passos”. Esse fato leva a uma imagem deformada da Física e provoca a falta de relação entre fenômenos e conceitos estudados com o que é vivenciado no cotidiano.

No entanto, o uso de abordagens diversificadas vem mudando essas práticas, buscando tornar o estudante um ser mais reflexivo, apto a tomar decisões e construtor de seu próprio conhecimento, por meio de práticas contextualizadas e que problematizem as situações vividas, dessa forma os estudantes serão capazes de relacionar conhecimentos científicos a realidade vivenciada e ao mundo ao redor dos mesmos.

A proposta apresentada consiste de uma sequência de ensino que pode ser utilizada por professores da educação básica com uma abordagem investigativa e problematizadora que proporcione ao estudante o desenvolvimento intelectual e entendimento dos fenômenos físicos, despertando a capacidade de argumentar e resolver problemas que envolvam a aquisição de conhecimentos científicos, possibilitando que os mesmos dominem uma linguagem científica e matemática.

A partir dos conteúdos de ótica, serão desenvolvidas atividades que partem de uma situação-problema, dando condições ao estudante de refletir, levantar hipóteses e passar do uso de uma linguagem cotidiana para uma linguagem científica sobre determinados fenômenos da ótica.

ENCONTRO 1- A natureza da Luz e a radiação eletromagnética.

Duração: Uma aula de 50 minutos

Objetivos

- Abordar assuntos referentes à natureza da Luz, bem como o desenvolvimento desse conceito, os fenômenos envolvidos e as aplicações da ótica.
- Construir uma noção de que a Luz é um conceito humano e que sua interpretação é dada por nosso cérebro, que capta os sinais da Luz a partir da fisiologia humana do olho.
- Compreender o que é um feixe e um raio de Luz.

Conceitos-chave:

- Introdução aos conceitos da ótica;
- A Luz e a radiação eletromagnética.

Público-Alvo: estudantes do segundo ano do ensino médio regular.

Atividade de problematização inicial

No início da aula o professor divide a turma em grupos e apresenta o tema a partir de uma situação-problema por meio uma tirinha, ilustrada na Figura 1.

Figura1: Problematização inicial- A Luz do relâmpago e o som do trovão.



Fonte: <https://www.humorcomciencia.com/tirinhaspara-raio>. Acesso em: 08/03/2018.

Descargas elétricas entre as nuvens e a Terra, dão origem a dois fenômenos simultâneos o relâmpago e o trovão. Mas enquanto o relâmpago é visto quase ao mesmo instante em que a descarga elétrica ocorre, mesmo a grandes distâncias, o trovão só é ouvido, segundos após. Como explicaria essa diferença de tempos entre a visão da Luz e a audição do som?

A problematização inicial norteia o levantamento de hipóteses em que, para facilitar esse processo, poderão ser realizadas algumas perguntas-chave, tais como as apresentadas a seguir, é importante que todas as possíveis soluções que serão propostas pelos grupos possam ser anotadas pelos estudantes e expostas oralmente para toda a turma ou até mesmo o professor anotá-las na lousa, para discussões futuras.

PERGUNTAS-CHAVE:

Podemos enxergar tudo que existe ou ocorre a nossa volta?

Pretendemos que os estudantes cheguem à conclusão que a percepção de Luz e som são interpretações fisiológicas do ser humano, e que para o ouvido existe uma faixa em que o ser humano é capaz de detectar, assim como os olhos, também existe uma faixa chamada de espectro visível em que os nossos olhos são capazes de detectar.

De onde vem, ou como surge a Luz? O que permite sua passagem? O que bloqueia a Luz? Faça uma lista de instrumentos, situações, fenômenos e processos que você associa Luz e visão.

Pretendemos incentivar aos estudantes escrever o máximo de itens e posteriormente podermos organizar suas respostas na lousa em categorias tais como fonte de Luz, materiais bloqueadores, transparentes, translúcidos, refletores entre outros.

Após o levantamento das hipóteses, o professor fará a leitura do texto de sistematização, exposto no Apêndice I desta sequência de ensino, que será distribuído com os estudantes por meio de texto impresso e apresentado em datashow. Permitindo a interação dos estudantes por meio das perguntas apresentadas no texto e caso venha a surgir alguma indagação relevante que gere dúvidas e conflitos anotar juntamente com as hipóteses para serem discutidas e devidamente esclarecidas posteriormente. Ao término da leitura do texto o professor pode indagar os estudantes por meio de mais algumas perguntas-chave, tais como as apresentadas a seguir.

PERGUNTAS-CHAVE:

Porque a Luz do relâmpago e o som do trovão são percebidos em tempos diferentes?

Ao propor essa questão pretendemos que o estudante seja capaz de compreender que a Luz e o som são detectados em tempos diferentes devido à diferença de velocidades, uma vez que a velocidade da Luz é muito maior que a velocidade do som por isso, que a percepção do sinal luminoso ocorre primeiro que a do som.

Se surgir, a afirmação de que o fenômeno do relâmpago ocorre em um tempo diferente ao tempo do trovão o professor pode explicar que o fenômeno do relâmpago, onde se tem a Luz e o do trovão, onde se tem o som não ocorrem em diferentes tempos. O fato da percepção se dar em tempos diferentes é porque a Luz é uma onda eletromagnética e não precisa de um meio material para se propagar, enquanto o som só se propaga em um meio material, por se tratar de um movimento ondulatório mecânico.

Existe alguma semelhança entre a percepção do ser humano do som e da Luz?

Após os estudantes terem compreendido, que a Luz e o som se propagam com velocidades diferentes, tal fato irá possibilitar a argumentação sobre os conceitos de som e Luz por se tratar de uma construção humana e que ambos são sinais captadas pelos ouvidos e pelos olhos e interpretadas pelo cérebro.

Feitas as perguntas-chaves é o momento da organização do conhecimento, onde se propõe o desenvolvimento de uma atividade experimental com aporte problematizador.

ATIVIDADE EXPERIMENTAL

Inicialmente, o professor apresenta a proposta da atividade problematizadora e investigativa por meio de uma situação-problema exposta na lousa, a sua resolução está direcionada para a compreensão do fenômeno natural da Luz. Os estudantes deverão levantar suas hipóteses em grupos, o professor será o mediador desse processo colocando as hipóteses levantadas pelos grupos na lousa, e mediante o que for apresentado deverá ir conduzindo e dando ênfase as hipóteses que são próximas ao que são aceitas no cotidiano do universo Físico e enfraquecendo as que não têm coerência. As discussões são conduzidas para

construção dos conceitos de Luz, fontes de Luz, superfícies refletoras e superfícies que não refletem a Luz.

É importante destacarmos que os questionamentos podem mudar de acordo com as hipóteses que forem sendo levantadas pelos estudantes, assim como novos questionamentos podem surgir, diante do comportamento dos estudantes.

Ao término de cada atividade será aplicada uma atividade escrita com a proposta de avaliar os conceitos compreendidos durante o desenvolvimento da atividade.

Atividade Proposta Referente ao Experimento 1- Raio e Feixe de Luz

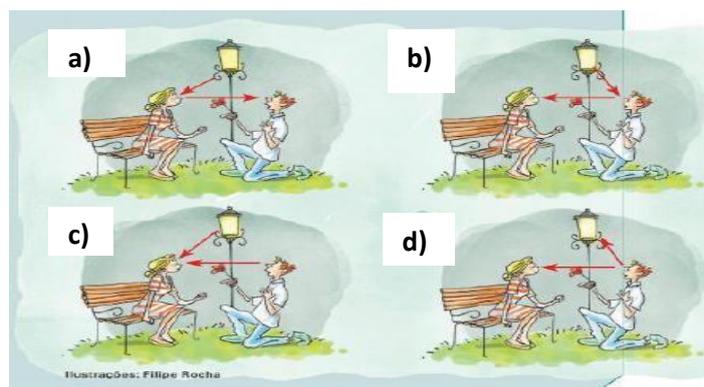
Material Utilizado:

- Fonte de Luz branca;
- Suporte para fendas;
- Lente plana chamada de “lente de Fresnel”;
- Placa preta com uma fenda;
- Placa preta com fendas paralelas;
- Folha de papel ofício A4;
- Régua;
- Espelhos planos.

Situação-Problema: A Luz é essencial em nossa visão, tanto que no escuro não enxergamos objeto algum, porém muito há a se descobrir sobre esse fenômeno. Por isso, vamos levantar algumas questões:

Na Figura 2, está representada a seguinte situação: Marília e Dirceu estão em uma praça iluminada por uma única lâmpada. Qual representação a seguir representa melhor o comportamento dos feixes de Luz que permite Dirceu ver Marília?

Figura 2: Representação de Marília e Dirceu.



Fonte: PIETROCOLA, Mauricio; Física em Contexto, São Paulo, 1ªed.Volume2; p.190; 2016.

Com a situação-problema será levantada as primeiras hipóteses de cada equipe sobre o comportamento geométrico da Luz, que devem ser anotados pelo professor na lousa e no decorrer da atividade experimental novas hipóteses sobre feixe e raios de Luz serão trabalhadas, sempre reforçando aquelas que são coerentes com a ciência. A cada questionamento os estudantes devem anotar suas hipóteses para que ao término da atividade consigamos voltar e resolver a situação-problema.

Experimento 1: Raio e Feixe de Luz

Objetivo: fazer com que os estudantes compreendam a natureza da Luz e que em uma fonte de Luz existe a diferença entre um feixe e um raio de Luz, e que a partir da definição de raio de Luz são baseados os princípios da ótica geométrica.

Procedimentos: Montar o Kit experimental, que tem sua apresentação no Apêndice II desta sequência de ensino, após ter montado o kit experimental em um local com baixa luminosidade colocaremos a placa com apenas uma fenda, os procedimentos serão mencionados pelo professor, tais quais apresentados nas caixas de texto e em seguida fazendo os questionamentos vamos induzindo que eles prossigam a atividade experimental inicialmente será proposto que:

Com o auxílio de uma régua façam o tracejado com o caminho da Luz

O que é possível notar a partir da linha tracejada por você no papel?

Nesse momento, temos como objetivo que os estudantes identifiquem que a linha traçada indica o caminho feito pela Luz e podem indicar a direção e o sentido da propagação luminosa dependendo da origem da fonte de Luz e que essa linha pode ser identificada como um raio de Luz.

É possível fazer com que esse raio de Luz faça uma curva?

Nosso objetivo agora é fazer com que eles compreendam que em meios homogêneos a Luz se propaga em linha reta, o que afirma o princípio da propagação retilínea.

Coloque dois raios de Luz com aproximadamente a mesma distância em locais diferentes, ambos apontando para um mesmo ponto de espelho plano.

Os raios de Luz têm trajetórias diferentes, nessas condições?

A proposta é que os estudantes percebam que a trajetória dos raios de Luz não depende do sentido de propagação, seja qual for a fonte de Luz, o que é confirmado pelo princípio da reversibilidade.

Coloque dois raios de Luz para se cruzarem

Ao colocar dois raios de Luz para se cruzarem esses raios mudam o sentido de sua trajetória?

Ao propor esse questionamento, pretendemos que os estudantes identifiquem que, cada raio de Luz se propaga independente dos demais, o que se afirma no princípio da independência dos raios de Luz.

Agora com uma placa preta de fendas paralelas, faça o traçado de todos os raios de Luz emitido por ela.

Esse conjunto de raios pode ser considerado como um feixe de Luz?

Almejamos que eles cheguem à conclusão de que um feixe de Luz é um conjunto de raios de Luz que se propagam pelo espaço.

Agora voltaremos a situação-problema e cada equipe deve responder e justificar a escolha da alternativa baseado na atividade experimental.

Ao término da atividade experimental é proposta uma atividade de verificação referente as atividades desenvolvidas no primeiro encontro.

Atividade avaliativa referente à Atividade Experimental

Atividade

- 1) A Luz pode ser considerada sempre de natureza ondulatória?
- 2) O que você entende por fonte de Luz?
- 3) Como se comporta a Luz em uma superfície refletora e uma superfície irregular?
- 4) Como você descreve um raio e um feixe de Luz?

ENCONTRO 2- Reflexão e Absorção da Luz

Duração: Uma aula de 50 minutos

Objetivos:

- Analisar os fenômenos ópticos de reflexão e absorção da Luz, quando um feixe de Luz se propaga em determinado meio.
- Compreender que a reflexão ocorre em superfícies refletoras.
- Compreender que a absorção consiste na transformação de energia luminosa em energia térmica.
- Perceber que a cor dos objetos depende da absorção e da reflexão da Luz.

Conceitos-chave

- Reflexão da Luz;
- Absorção da Luz.

Público-Alvo: estudantes do segundo ano do ensino médio regular.

Atividade de Problematização:

No início da aula o professor divide a turma em grupos e apresenta o tema a partir de uma situação-problema por meio de uma imagem cotidiana, como a expressada na Figura 3 a seguir.

Figura 3: Problematização inicial- Faixas de sinalização.



Fonte: https://www.google.com.br/search?biw=1015&bih=506&tbm=isch&sa=1&ei=e_CwWoS8N8mXwQTLn6SoDA&q=faixa+de+sinaliza%C3%A7%C3%A3o+de+transitos+pintadas+nas+cores+brancas+e+amarelas+vis%C3%A3o+aerea&oq=faixa+de+s. Acesso em 20 de março de 2018.

PERGUNTAS-CHAVE:

Faixas de sinalização de trânsito são pintadas nas cores brancas ou amarelas, por qual motivo?

Pretendemos que os estudantes levantem suas hipóteses argumentativas identificando que as cores favorecem na visualização dos motoristas, e que isso ocorre por conta que as cores brancas e amarelas refletem a Luz que recebem e que a parte preta do asfalto absorve toda a Luz.

Na Física e cotidianamente dizemos que o céu é azul. Entretanto, há momentos em que se torna bem avermelhado. Quando e por que isso ocorre?

Pretendemos fazer com que os estudantes levantem suas hipóteses acerca do percurso feito pela Luz na atmosfera, o qual é bem diferente dependendo do horário, ou seja, durante o nascer e o por do sol as distâncias percorridas pela Luz no interior da atmosfera são maiores que as distâncias percorridas no decorrer do dia. E o fato de que a atmosfera é formada por diversas partículas, desde átomos e moléculas até partículas sólidas de poeiras e líquidas de diversas substâncias, de forma que isso influencia na cor em que vemos o céu.

As hipóteses dos estudantes devem ser anotadas na lousa para serem discutidas posteriormente. E à medida que a atividade de demonstração decorrer outras hipóteses pode surgir e devem anotadas.

ATIVIDADE EXPERIMENTAL

A atividade proposta se trata de uma demonstração experimental, baseada na investigação, em que será apresentada uma situação-problema, a qual os estudantes deverão resolver. Os estudantes deverão estar organizados em grupos e a dinâmica inicial para a resolução será o levantamento de hipóteses, o professor terá um papel fundamental para o prosseguimento desta atividade, pois deverá mediar o levantamento de hipóteses de todos os estudantes, essas hipóteses devem ser anotadas na lousa enfraquecendo as que não conduzirão a uma resposta cientificamente aceita e fortalecendo as questões mais relevantes para resolver o problema proposto. Será necessário que os estudantes argumentem sobre suas hipóteses, e também que o professor realize uma mediação a partir desses argumentos, que conduza a passagem da linguagem cotidiana para a linguagem científica.

Ressaltando, que poderão surgir novos questionamentos e discussões no decorrer da atividade, o professor deverá ser o mediador para construir conhecimentos relacionados ao fenômeno tratado na atividade.

Ao término da proposta será aplicada uma atividade em caráter avaliativo, que contemplam os conceitos discutidos durante o desenvolvimento da proposta.

Iniciaremos essa atividade experimental com a demonstração experimental investigativa que utiliza de objetos e diferentes iluminações para determinar suas cores.

Demonstração Experimental Investigativa- As cores dos objetos.

Objetivo: Destacar que a Luz branca do sol é composta por todas as cores do espectro visível, e que os objetos absorvem uma parte das cores e reflete outra parte correspondente à sua cor, assim quando corpos forem iluminados por uma Luz que não contemplam todas as faixas do espectro devem refletir cores diferentes, destacando que os objetos podem ter infinitas cores.

Situação-Problema: Porque é preferível usar roupas claras em dias muito quentes?

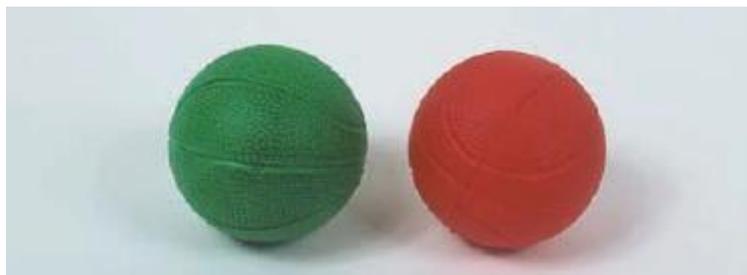
Material Utilizado

- Duas bolas de cores diferentes
- Uma caixa com iluminação branca;
- Uma caixa com iluminação vermelha;
- Uma caixa com iluminação verde.

Procedimentos

A experiência consiste em demonstrar o que ocorre com duas bolas de cores diferentes (por exemplo: uma bola verde e outra vermelha), em uma caixa com a iluminação branca. A ilustração, na Figura 4, mostra o momento em que as bolas são iluminadas pela Luz branca.

Figura 4- Ilustração da demonstração das bolas sobre a Luz branca.



FONTE: GASPAR, Aberto; Compreendendo a Física Ondas, Ótica e Termodinâmica, São Paulo, 2ª Ed, Volume 2; p.126, 2016.

Explique por que ao incidir uma Luz branca sobre os objetos, vemos as cores vermelha e verde nos objetos?

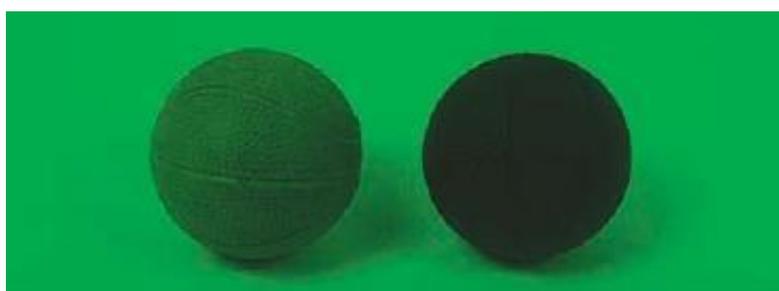
Ao propor essa questão, pretendemos que os estudantes levantem hipóteses, acerca do são e como vemos as cores dos objetos, o porquê isso ocorre e o que nos leva a enxergar o objeto vermelho da cor vermelha e o objeto verde da cor verde.

É possível esses objetos refletirem cores diferentes de vermelho e verde?

Pretendemos que os estudantes reflitam e levantem suas hipóteses sobre o fato da fonte de iluminação apresentar uma relação com as cores dos objetos.

Em seguida é realizada mais uma demonstração, em que serão colocados os mesmos objetos sob a iluminação de uma Luz verde. A Figura 5 ilustra quando os objetos são iluminados pela Luz verde.

Figura 5- Ilustração da demonstração das bolas sobre a Luz verde.



FONTE: GASPAR, Aberto; Compreendendo a Física Ondas, Ótica e Termodinâmica, São Paulo, 2ª Ed, Volume 2; p.126, 2016.

Como você explica o fato da cor da bola vermelha agora parecer preta?

Os estudantes deverão analisar a situação e levantar as hipóteses acerca do fato da iluminação. O que leva o objeto a não refletir a cor vermelha, por que vemos a cor preta no objeto e qual o motivo do um objeto está refletindo a cor verde e não o preto como no outro.

E se sobre os mesmos objetos colocarmos uma iluminação vermelha, quais serão as cores que iremos ver cada um dos objetos?

Ao ter analisado a situação anterior, pretendemos que os estudantes levantem a hipótese que a cores apresentadas pelos objetos devem ser o preto pelo objeto verde e vermelho pelo objeto vermelho.,

Realizaremos então a demonstração ilustrada na Figura 6, que utiliza os mesmos objetos sobre a iluminação vermelha.

Figura 6- Ilustração da demonstração das bolas sobre a Luz vermelha.



FONTE: GASPAR, Aberto; Compreendendo a Física Ondas, Ótica e Termodinâmica, São Paulo, 2ª Ed, Volume 2; p.126, 2016.

Então, se eu mudar a iluminação, ou seja, colocarmos Luz de cores diferentes sobre os objetos, como serão vistas por nós as cores desses objetos?

Ao analisar a situação pretendemos que os estudantes possam levantar a hipótese que o fato de mudar a iluminação vai determinar quais são as cores vistas por nós, e que os mesmos objetos poderão ter infinitas cores e que isso será decidido por meio da iluminação que incide nos objetos.

O fato de iluminar os objetos com uma Luz branca faz com que enxerguemos as cores reais dos objetos?

Pretendemos que, os estudantes levantem a hipótese se essas seriam as cores reais dos objetos, pelo fato da Luz branca ser composta por todas as cores visíveis, e o fato de enxergar todas as cores se dá pelo fato do Sol emitir Luz branca.

Agora voltaremos à situação-problema inicial, tendo como base toda a atividade desenvolvida.

Porque vemos objetos pretos que estão sob uma Luz branca, como você explica esse fato? Ao analisar a questão, esperamos que os estudantes façam a relação com as demonstrações e associe que os objetos pretos absorvem toda a Luz e não reflete nenhuma das cores visíveis.

Porque é preferível usar roupas claras em dias muito quentes?

Com os conceitos de absorção e reflexão da Luz construídos, os estudantes poderão concluir que o fato de usar roupas claras faz com que a maior parte da Luz seja refletida e que essa Luz seria composta pelo calor que chamamos de radiação, e o uso de roupas escuras como o preto irá absorver toda a Luz e assim torna-lá mais quente.

Ao término da atividade experimental é proposta uma atividade avaliativa para os estudantes referente ao segundo encontro.

Atividade

- 1) Explique o que irá acontecer se a Luz branca do Sol incidir sobre uma parede pintada de amarelo?
- 2) Quando um objeto é preto, o que está acontecendo com a Luz branca do Sol que está sendo incidida sobre ele?
- 3) Quando um objeto branco é iluminado por uma Luz branca o que acontece?
- 4) Todos os objetos refletem Luz? Essa reflexão acontece do mesmo jeito em todos os objetos?

ENCONTRO 3 - Reflexão e Refração da Luz

Duração: Uma aula de 50 minutos

Objetivos:

- Compreender o fenômeno da refração da Luz;
- Interpretar fisicamente o significado do índice de refração da Luz;
- Explicar os efeitos da reflexão da Luz.

Conceitos-chave:

- Reflexão da Luz;
- Refração da Luz.

Público-Alvo: estudantes do segundo ano do ensino médio regular.

Atividade

Sugerimos que a aula seja iniciada após a sala ter sido separada em grupos e o professor irá apresentar o tema a partir de uma questão de vestibular que aborda o conteúdo de ótica geométrica, e a partir dela serão levantadas questões sobre o que é a propagação da Luz.

Problematização Inicial

O empregado de um clube está varrendo o fundo da piscina com uma vassoura que tem um longo cabo de alumínio. Ele percebe que o cabo de alumínio parece entortar-se ao entrar na água, como é mostrado na Figura 7².

Figura 7- Ilustração do empregado do clube varrendo o fundo da piscina.



Fonte: https://www.energia.com.br/professores/sitiodafisica/gabaritos/prova_1_tri_3_2005.pdf. Acesso em: 24/03/2018.

Após a problematização uma atividade permitirá uma investigação simples que tem como objetivo promover a compreensão do fenômeno do desvio da Luz, esta atividade levará os estudantes a levantarem as suas hipóteses, onde estes ao presenciarem a situação poderão construir

²Questão retirada de: https://www.energia.com.br/professores/sitiodafisica/gabaritos/prova_1_tri_3_2005.pdf.

explicações sobre o desvio da Luz, no entanto sem a preocupação de apresentarem ideias bem estruturadas e cientificamente aceitas.

✓ **Coloque uma moeda no centro de uma caneca opaca, como ilustrado na Figura 8, em seguida afaste-se lentamente, até o ponto em que a moeda não seja mais visível. Depois, acrescente água cuidadosamente para não tirar a moeda do lugar, enquanto os estudantes observam sem sair de sua posição.**

Figura 8- Ilustração do arranjo experimental de Refração.



Fonte: PIETROCOLA, Mauricio; Física em Contexto, São Paulo, 1ªed.Volume2; p.196; 2016.

PERGUNTAS-CHAVE:

Quando adicionamos a água, a moeda torna-se visível, porque isso acontece? O que acontece com a propagação da Luz, para que isso ocorra?

Pretendemos que os estudantes escrevam as respostas desses questionamentos, que serão as hipóteses levantadas por eles e devem ser anotadas na lousa e discutidas posteriormente.

Os meios de propagação da Luz também interferem na forma e na aparência dos objetos?

A proposta é que os estudantes levantem hipóteses pelo fato da iluminação influenciar nas cores que percebemos nos objetos, ao fato dos objetos terem suas aparências modificadas quando a Luz muda o meio de propagação, ou seja, que a Luz deverá sofrer um desvio quando passa do ar para a água, de uma forma que os raios de Luz têm sua direção de propagação alterada. E com as hipóteses podemos descrever juntos com os estudantes o fenômeno da refração que é o desvio na trajetória dos raios luminosos ao atravessarem diferentes meios de propagação.

ATIVIDADE EXPERIMENTAL

A atividade é construída a partir de uma abordagem investigativa e problematizadora que têm início com uma situação-problema demonstrada pelo professor, onde os estudantes observarão um lápis em um copo com água e o professor levantará a questão sobre o lápis parecer quebrado, os estudantes deverão levantar suas hipóteses sobre a situação-problema e o professor deverá mediar para construir o conceito de refração, o professor poderá fazer a ilustração na lousa do fenômeno em estudo e também a forma como os estudantes observam o fenômeno.

Em seguida, eles deverão observar a demonstração realizada pelo professor: Em um recipiente com água, no qual está emerso um feixe de Luz, eles deverão observar o trajeto desse feixe e a partir da observação levantar hipóteses referentes às leis da refração. A etapa seguinte consiste da realização das medidas, por parte dos estudantes, do ângulo de incidência e o ângulo de refração para cada raio de Luz correspondente, logo após é retomada à questão problematizadora para a discussão dos conceitos observados durante a proposta.

Demonstração Experimental Investigativa- As leis da Refração

Objetivos: identificar cada grandeza associada ao fenômeno, e a partir das observações e resultados descrever as leis da refração.

Materiais Utilizados

- Fonte de Luz;
- Tanque com água;
- Lápis;
- Copo com água;
- Mesa;
- Toalha;
- Rodinhas de um carrinho de brinquedo.

Situação-Problema: por que ao colocarmos um lápis em um copo com água ele parece quebrado?

Procedimentos:

O professor realiza a demonstração da experiência e os questiona: “Por que quando mergulhamos parte de um lápis na água (Figura 9), obliquamente, e olhamos, por cima, ele parece estar quebrado?”

Figura 9- Lápis com uma parte dentro da água.

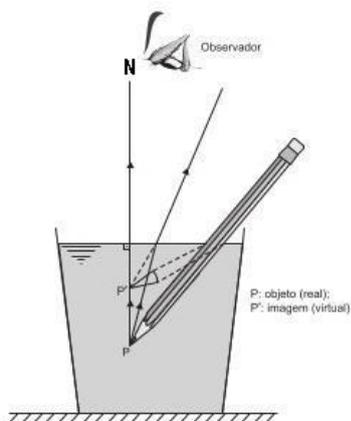


Fonte: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=1766>. Acesso em 24 de março de 2018.

Ao visualizar a fração do lápis dentro do copo com água, pretendemos que os estudantes compreendam que a Luz refletida pelo experimento se dá pelo fato do trajeto da Luz ser desviado, quando muda o meio de propagação, ou seja, quando passa do ar para o vidro e para a água, isso faz com que o lápis pareça quebrado.

O professor pode fazer a representação gráfica do experimento, como apresentada na Figura 10, para que os estudantes consigam identificar as grandezas associadas ao fenômeno e consequentemente descrever as leis da refração.

Figura 10- Representação gráfica da refração do lápis em um copo com água.



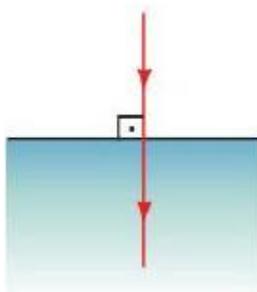
Fonte: <https://pt.slideshare.net/emersonassis5492/questoes-de-fisica>. Acesso em 24 de março de 2018.

Em seguida será realizada a demonstração do fenômeno da refração em um tanque de vidro com água, e os estudantes serão conduzidos a levantar suas hipóteses para descrever uma relação entre as características dos raios de Luz ao passarem de um meio para outro.

A demonstração consiste em um tanque de água em que incide um raio de Luz. Ao observar a demonstração os estudantes devem ser instigados a identificar as grandezas associadas.

A primeira demonstração será incidir um raio de Luz no ângulo de 0° , como ilustra a Figura 11 a seguir.

Figura 11: Representação gráfica da refração quando raio de Luz incidir no ângulo de 0° .



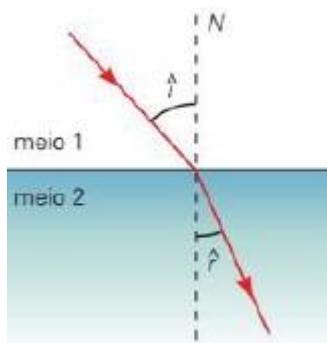
Fonte: PIETROCOLA, Maurício; Física em Contexto, São Paulo, 1ªed.Volume2; p.200; 2016.

O raio sofre algum desvio quando incide na superfície plana do tanque e passa para dentro dele?

Pretendemos que eles identifiquem que não existe o desvio, e que pelo fato de não haver desvio podemos identificar essa reta como sendo a normal e para que os estudantes identifiquem que quando o raio de Luz está sobre a normal não irá sofrer desvio.

A segunda demonstração representada na Figura 12 trata-se de incidir o raio de Luz um pouco mais afastado da reta normal.

Figura 12: Representação gráfica da refração quando raio de Luz incidir com um ângulo afastado da normal.



Fonte: PIETROCOLA, Mauricio; Física em Contexto, São Paulo, 1ªed. Volume2; p.200; 2016.

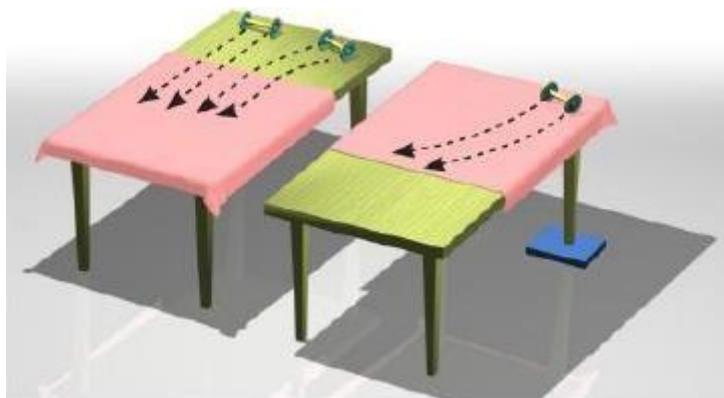
O raio de Luz transmitido ao líquido se afasta ou se aproxima da reta normal?

Nesse momento os estudantes devem perceber que o raio se aproxima da reta normal e que conseqüentemente podemos afirmar que o ângulo de refração é menor que o ângulo de incidência.

A terceira demonstração consiste em realizar uma analogia para tratar da mudança de velocidades da Luz ao mudar de meio.

Deixe levemente erguido um dos lados da mesa, usando um apoio sob os pés do móvel. Em seguida coloque sobre o tampo um par de rodas, unidas por um eixo, que pode ser reaproveitado de um carrinho quebrado. Coloque uma toalha sobre a metade da mesa, para produzir superfícies com diferentes características, solte as rodas nas duas situações tanto da superfície lisa passando para a toalha, quanto da toalha passando para a superfície lisa da mesa. Essas representações podem ser observadas na Figura 13.

Figura 13: Representação gráfica da mudança de velocidades ao mudar de um meio para outro.



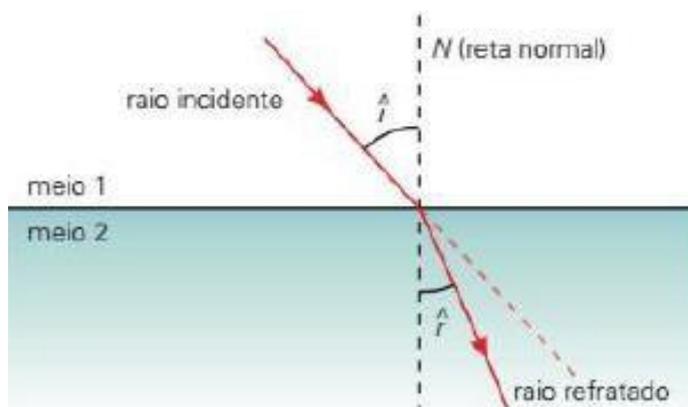
Fonte: PIETROCOLA, Mauricio; Física em Contexto, São Paulo, 1ªed.Volume2;, p.78 do Manual do Professor; 2016.

O que acontece quando o carrinho muda de uma superfície para outra?

O objetivo dessa atividade é que se faça uma relação entre as duas demonstrações e que ao mudar de um meio para outro o objeto e a Luz mudam de velocidades e esse fenômeno pode ter uma representação Física. Nesse momento o professor poderá ir até a lousa e anotar as observações relevantes sobre as mudanças de velocidades, e em seguida deixar evidente que o índice de refração é a razão entre as velocidades em cada meio.

O professor poderá retornar a segunda demonstração e em seguida fazer a representação gráfica mostrando uma reta pontilhada que indica o trajeto da Luz caso ele não sofra o desvio da refração, como é mostrado na Figura 14 com o trajeto da Luz.

Figura 14: Representação gráfica com reta indicando o trajeto da Luz caso não sofresse desvio



Fonte: PIETROCOLA, Mauricio; Física em Contexto, São Paulo, 1ªed.Volume2; p.200; 2016.

Qual meio tem maior índice de refração: água ou ar?

Os estudantes devem identificar que o raio transmitido de um meio para outro, se aproxima da reta normal, e que o ângulo do raio incidente é maior que o ângulo do raio de Luz refratado, isso faz com que o índice de refração da água seja maior devido à mudança da velocidade, associando essa demonstração a anterior.

Como se comporta cada grandeza, durante a experiência?

Ao analisarem a deformação, os estudantes devem identificar o raio incidente, o raio refratado, e que ao passar de um meio para o outro houve uma mudança de ângulos dos raios em relação à normal, onde o raio incidente dar origem ao raio refratado que estão contidos no mesmo plano pretende-se ainda, que os estudantes identifiquem que um raio de Luz ao se propagar em um meio com o índice de refração menor para um meio com o índice de refração maior, o raio se aproxima da reta normal, e que isso ocorre pelo fato do índice de refração ser inversamente proporcional aos ângulos, desta forma temos que, o ângulo de incidência do meio 1 é maior e portanto tem um índice de refração menor, enquanto no meio 2 temos um ângulo refratado menor o que faz com que o índice de refração seja maior. Descrevendo assim as leis de refração.

O professor poderá ir até a lousa e anotar todos os argumentos e hipóteses levantadas de cada questionamento, onde devemos fortalecer as hipóteses que tem a fundamentação científica, e enfraquecer as hipóteses que não tem fundamentos científicos, até descrever a lei da refração.

ENCONTRO 4 – Refração da Luz

Duração: Uma aula de 50 minutos.

Objetivos:

- Descrever as Leis da Refração por meio de equações matemáticas;
- Compreender o significado das leis de refração;
- Aplicar a equação de Snell-Descartes em sistemas no qual ocorre a refração.

Conceitos-chaves

- Refração da Luz
- Lei de Snell-Descartes

Público-Alvo: estudantes do segundo ano de Ensino Médio regular.

Atividade

A aula se inicia com a turma dividida em grupos, igualmente a aula anterior, o professor inicia a conversa com os estudantes relembrando o que foi feito na aula anterior, em seguida apresenta o tema a partir de uma questão do Enem, que aborda o conteúdo de ângulos de incidência e de refração, a partir dela, será realizada uma atividade de caráter qualitativo e quantitativo sobre os ângulos de refração.

Problematização Inicial

(ENEM-2014) Uma proposta de dispositivo capaz de indicar a qualidade da gasolina vendida em postos e, conseqüentemente, evitar fraudes, poderia utilizar o conceito de refração luminosa. Nesse sentido, a gasolina não adulterada, na temperatura ambiente, apresenta razão entre os senos dos raios incidente e refratado igual a 1,4. Desse modo, fazendo incidir o feixe de Luz proveniente do ar com um angulo fixo e maior que zero, qualquer modificação no angulo do feixe refratado indicará adulteração no combustível. Em uma fiscalização rotineira, o teste apresentou o valor de 1,9. Qual foi o comportamento do raio refratado?

Nesse momento as hipóteses serão levantadas pelos estudantes, e com base na aula anterior, os estudantes podem levantar a questão que o raio de Luz muda de direção e se refrata, ou ainda, que se aproxima da normal à superfície de separação. Nesse momento o professor poderá identificar alguma concepção distante do que é aceito cientificamente, é preciso que nesse momento a mediação tenha como foco o enfraquecimento dessas concepções e o fortalecimento das concepções mais coerentes como cientificamente aceito.

Logo após o levantamento de hipóteses é o momento de iniciar a atividade experimental, por meio de uma demonstração investigativa e aplicação da lei da refração.

Demonstração Experimental Investigativa- As Leis de Refração

ATIVIDADE EXPERIMENTAL

A proposta dessa atividade é aplicar a equação da lei da refração ou lei de Snell- Descartes, onde os estudantes devem realizar medidas e preencherem um quadro (Quadro 1) com os ângulos medidos na experiência. Após o preenchimento, os estudantes devem responder algumas questões e chegarem à conclusão que os permitam resolver as questões propostas no início de cada aula, e por fim deixaremos mais uma questão do ENEM sobre a refração para fortalecer os conceitos abordados.

Ao término da atividade experimental será aplicada uma atividade escrita com a proposta de avaliar os conceitos trabalhados anteriormente no encontro 3 e também no encontro 4.

Materiais Utilizados

- Lente Plana Convexa;
- Transferidores;
- Fonte de Luz monocromática.

Procedimentos:

Os estudantes devem realizar a experiência incidindo a Luz com os diferentes ângulos indicados no Quadro 1, em seguida verificar o ângulo de refração por meio da lei da refração, bem como a razão entre os ângulos de incidência e de refração. Logo após eles devem responder a algumas questões que permitem fortalecer os conceitos abordados durante a atividade.

Quadro 1: Ângulos de Refração Medidas.

Ângulo de incidência (i)	Ângulo de refração (r)	Sen (i)	Sen (r)	Sen (i) / Sen (r)
0°				
15°				
30°				
45°				

Qual o valor médio do quociente Sen (i) / Sen (r)?

Após coletar os dados da experiência, os estudantes devem calcular a média aritmética dos valores de Sen (i) / Sen (r).

Compare os valores encontrados para o preenchimento da Quadro 1 com o valor tabelado do índice de refração da água apresentado no Quadro 2. O que vocês podem concluir?

Os estudantes devem notar que o valor médio de $\text{Sen } (i) / \text{Sen } (r)$ é igual ao índice de refração da água. Devemos, nesse momento, esclarecer que os resultados obtidos dependem dos erros de precisão na medida; todo experimento tem sua variação de interpretação e possíveis erros nos resultados finais. Nesse momento, o professor deve orientar os estudantes na aplicação da equação da lei da refração e também pedir que eles determinem o valor do índice de refração a partir dos ângulos medidos e calculado por eles.

Quadro 2: Índice de Refração

Meio Material	Índice de Refração
Ar	1,00
Água	1,33
Vidro	1,50
Glicerina	1,90
Álcool Etílico	1,36
Diamante	2,42
Acrílico	1,49

Se colocarmos no tanque um líquido com índice de refração maior, os ângulos de refração medidos seriam maiores ou menores?

Os estudantes devem chegar à conclusão que os ângulos de refração seriam maiores.

Ao término da atividade de demonstração experimental propomos aplicar uma atividade avaliativa, referente ao terceiro e quarto encontros, que aborda a formação dos conceitos de reflexão e refração da Luz.

Atividade

1) (ENEM-2014) Uma proposta de dispositivo capaz de indicar a qualidade da gasolina vendida em postos e, conseqüentemente, evitar fraudes, poderia utilizar o conceito de refração luminosa. Nesse sentido, a gasolina não adulterada, na temperatura ambiente,

apresenta razão entre os senos dos raios incidente e refratado igual a 1,4. Desse modo, fazendo incidir o feixe de Luz proveniente do ar com um ângulo fixo e maior que zero, qualquer modificação no ângulo do feixe refratado indicará adulteração no combustível. Em uma fiscalização rotineira, o teste apresentou o valor de 1,9. Qual foi o comportamento do raio refratado?

- a) Mudou de sentido.
- b) Sofreu reflexão total.
- c) Atingiu o valor do ângulo limite.
- d) Direcionou-se para a superfície de separação.
- e) Aproximou-se da normal à superfície de separação.

2) Alguns povos indígenas ainda preservam suas tradições realizando a pesca com lanças, demonstrando uma notável habilidade. Para fisgar um peixe em um lago com águas tranquilas o índio deve mirar abaixo da posição em que enxerga o peixe. Ele deve proceder dessa forma porque os raios de Luz

- a) Refletidos pelo peixe não descrevem uma trajetória retilínea no interior da água.
- b) Emitidos pelos olhos do índio desviam sua trajetória quando passam do ar para a água.
- c) Espalhados pelo peixe são refletidos pela superfície da água.
- d) Emitidos pelos olhos do índio são espalhados pela superfície da água.
- e) E refletidos pelo peixe desviam sua trajetória quando passam da água para o ar.

ENCONTRO 5- Arco-Íris Duração:

Duração: Uma aula de 50 minutos

Objetivos

- Abordar assuntos referentes à dispersão da Luz e o fenômeno da formação de arco- íris, durante ou após a chuva.
- Construir uma noção que a visão do arco-íris ocorre por causa da dispersão da Luz solar, que cada componente das cores sofre reflexão total no interior da gota d'água.
- Compreender que a dispersão ocorre em todas as gotas d'água, mas o observador só enxerga uma cor proveniente de cada gota d'água, devido aos diferentes ângulos que emerge a Luz em relação ao observador.

Conceitos-chaves:

- Dispersão da Luz;
- Espectro Visível.

Público-Alvo: Estudantes do segundo ano do ensino médio regular.

Atividade

O professor inicia a aula após dividir a turma em pequenos grupos e apresenta o tema da aula a turma por meio de uma problematização, auxiliada pela ilustração apresentada na Figura 15.

Problematização Inicial**Como e porque se formam os arco-íris?**

Figura 15- Formação do arco-íris.



FONTE: GASPAR, Aberto; Compreendendo a Física Ondas, Ótica e Termodinâmica, São Paulo, 2ª Ed, Volume 2; p.125, 2016.

PERGUNTAS-CHAVE

1. Quando e em quais condições é comum observar o fenômeno do arco-íris? Pretendemos que os estudantes levantem as hipóteses sobre a formação do arco-íris que é um fenômeno que ocorre em dias de chuva, durante ou após a chuva, e em que a Luz do Sol é fundamental para que se possa observar esse fenômeno.

2 Onde está o sol quando você vê o arco-íris?

Visamos que os estudantes levantem hipóteses que venham a identificar as características fundamentais para que o fenômeno ocorra e que os permitam entendê-lo fisicamente, reforcem a ideia que o Sol deverá sempre estar por trás do arco-íris e que a chuva deve estar entre o observador e o arco-íris e ainda que o centro do arco circular do arco-íris está na direção oposta ao sol.

Ao levantar as hipóteses é necessário anotar todas na lousa, e em seguida ser realizada a atividade que trata de questões abertas que permitem uma investigação.

Atividade

A atividade trata de questões abertas, utilizando uma abordagem investigativa, nas quais apresentamos aos estudantes fenômenos relacionados ao cotidiano cujas explicações estão presentes em conceitos anteriormente discutidos, com a proposta de construir novos conhecimentos científicos. Pretendemos ainda desenvolver a argumentação, a aplicação de conceitos físicos para a compreensão de fenômenos naturais a partir de uma situação-problema e em seguida organizar as informações e conhecimentos concretos (como a construção de textos argumentativos, redação e entre outros) para a construção de argumentos aceitos cientificamente.

As respostas da parte escrita podem ser corrigidas e em seguida podem ser discutidas entre os grupos, ou ainda, podem ser discutidas com toda a turma formando um grande círculo na sala, é importante que se faça a discussão para organizar as ideias e se fazer uma ligação entre os assuntos já tratados, se houverem explicações colocadas de maneira equivocadas o professor poderá explicar e mostrar porque a resposta não está correta.

O professor deve estar atento às respostas dadas pelos estudantes e tentar sempre entender os argumentos dados por eles, para que se possa construir o novo conhecimento e desfazer concepções equivocadas que os estudantes possam vir a ter.

Atividade Proposta

Situação-Problema:

Uma situação particular é a formação de dois arco-íris com luminosidades diferentes, como apresentado na Figura 16, o arco-íris superior tem cores menos intensas e as cores estão mais intensas e com as cores invertidas no arco-íris inferior. Como explicar esse fenômeno

Figura 16- Formação do arco-íris duplo



FONTE: GASPAR, Aberto; Compreendendo a Física Ondas, Ótica e Termodinâmica, São Paulo, 2ª Ed, Volume 2; p.125, 2016.

PERGUNTAS-CHAVE

1. O que possibilita a visão das cores dos arco-íris?

Com esse questionamento, pretendemos que os estudantes levantem as hipóteses sobre a formação das cores quando a Luz do sol (Luz branca) passa pela gota d'água a Luz está passando de um meio para outro e ocorre a refração e em seguida muda de meio novamente quando a Luz saiu da gota d'água ocorrendo à segunda refração, e por meio das refrações formam-se as cores, chegando à conclusão que a Luz branca é composta pelas sete cores do arco-íris.

2. A dispersão da Luz branca na gota d'água acontece de formas diferentes para formar as cores do arco-íris?

Diante da nova questão levantada pretendemos que surjam as dúvidas com relação aos desvios sofridos pelo raio de Luz e as hipóteses sejam levantadas e outros questionamentos venham a surgir. O professor deve anotar na lousa para reforçar as hipóteses corretas e enfraquecer as erradas.

Em seguida, é trabalhado o texto que integrante do Apêndice III, para a sistematização do conhecimento, esse texto deverá ser lido coletivamente e como se trata de um texto problematizador os estudantes devem responder aos questionamentos dentro do texto, permitindo a argumentação dos estudantes.

Para compreender melhor o fenômeno que ocorre no arco-íris, iremos discutir um pouco sobre os conceitos envolvidos. Nesse momento o professor propõe a turma uma questão aberta, na qual eles devem dissertar e argumentar sobre o tema, e posteriormente discutir sobre o que foi dissertado com toda a turma. Esse momento será muito importante para sistematizar e organizar os conhecimentos que foram construídos, e ainda retornar as hipóteses levantadas na problematização inicial.

3. O que se entende por dispersão da Luz? Em que situações ela ocorre? E como se formam as cores do arco-íris?

O conceito da dispersão da Luz já deve está formado, então os estudantes devem definir a dispersão da Luz branca policromática, como a do sol, em vários feixes coloridos monocromáticos. E que sua ocorrência se deve a reemissão de cada raio de Luz e que cada ângulo de refração é responsável por uma radiação monocromática. Um exemplo da dispersão da Luz é o fenômeno do arco-íris que ocorre em dias chuvosos ou após uma chuva quando o sol aparece por trás do observador e uma cortina de chuva a sua frente onde acontece o fenômeno do arco-íris

Após ter discutido a questão aberta com a turma propomos uma atividade avaliativa referente ao quinto encontro sobre a dispersão da Luz e a formação do arco-íris.

Atividade

- 1) Usando a lei de Snell verifique a radiação monocromática que mais se desvia e a que menos se desvia quando a Luz branca do Sol, vinda do ar, refrata através de um cristal, sob um ângulo de incidência de 30° . Os ângulos de incidência do cristal são 1,26 para a Luz vermelha e 1,94 para a Luz violeta, o do ar é 1.
- 2) Se as gotas de água em suspensão são as responsáveis pelo aparecimento do arco-íris, não deveria ter uma infinidade de arcos no céu?

ENCONTRO 6- A Dispersão da Luz Branca no Prisma

Duração: Uma aula de 50 minutos.

Objetivos

- Compreender o fenômeno da dispersão da Luz em meios transparentes, em especial o prisma.
- Entender que a Luz decomposta monocromática no prisma é uma cor simples e não se decompõe ao passar pelo prisma.
- Compreender que a Luz branca pode ser recomposta após dispersão se refratar novamente em outro prisma.

Conceitos-chave:

- Dispersão da Luz;
- Prismas de Reflexão.

Público-Alvo: estudantes do segundo ano do ensino médio regular.

Atividade

O professor inicia a aula após dividir a turma em pequenos grupos e apresenta o tema a turma por meio de uma situação-problema, e em seguida distribui o material didático base para o levantamento de hipóteses que conduz a resolução do problema.

Problematização Inicial

Situação-Problema: o arco-íris é formado pela dispersão da Luz branca em um meio transparente que a gota de água. É possível realizar o mesmo fenômeno utilizando lentes e meios transparentes?

Essa situação-problema será destinada para o levantamento de hipóteses, em que os estudantes devem descrever como poderá ser feito esses aparato, criando um plano de trabalho.

Após apresentar esse problema, o professor distribui entre os grupos o kit ótico, será permitido o manuseio livre dos materiais pelos estudantes, em seguida o professor propõe que os mesmos tentem resolver o problema utilizando o material que lhes foram fornecidos. É preciso que cada equipe construa um plano de trabalho por escrito que deve ser entregue ao professor, esse plano deve conter todos os detalhes e hipóteses por eles levantadas para a resolução do problema, o professor deve estar atento para que todos construam seu plano de trabalho. Em

seguida o professor deve fazer uma discussão para constatar se todas as hipóteses de resolução podem ser testadas e realizadas com o aparato experimental. Algumas questões podem ser levantadas para auxiliar na formulação do plano de trabalho.

Material Utilizado

- Fonte de Luz Branca;
- Prisma retangular;
- Prisma quadrangular;
- Lentes: Plana-convexa, plana-côncava, biconvexa, biconcava, côncavo-convexa e convexa-côncava.

PERGUNTAS-CHAVE

1. Quais devem ser as características dos objetos transparentes para que ocorra a dispersão da Luz?

Os estudantes devem levantar suas hipóteses acerca das condições da dispersão para perceber que não é em qualquer objeto transparente que ocorre a dispersão, é necessário que os estudantes levantem a hipótese que é preciso ter um instrumento como o prisma triangular em que tem características particulares para que ocorra o fenômeno, pois o prisma é um sistema homogêneo e transparente que possui três faces planas e paralelas, sendo uma delas a base do prisma.

2. É possível representar esquematicamente como será quando o raio de Luz incidir no prisma triangular?

Esse questionamento deve sugerir aos estudantes o levantamento de novas hipóteses sobre o comportamento do raio de Luz utilizando a geometria para identificar em um desenho esquemático o raio incidente, a reta normal, e os ângulos de incidências e de refração.

3. Se você colocar uma Luz monocromática vai acontecer à dispersão da Luz?

Pretende-se que com esse questionamento se crie mais uma possibilidade de experimento para utilizar uma Luz monocromática para observar o fenômeno no prisma, e perceber que a dispersão é um fenômeno que ocorre em Luz policromáticas.

Com o levantamento de hipóteses e os questionamentos anteriores os estudantes devem criar um plano de trabalho, e construído o plano é o momento de colocar em prática, montar o aparato experimental, em que os estudantes devem fazer suas observações e coletar os dados, para discussão posterior com o professor e sistematização do conhecimento. Os estudantes devem nesse momento fazer a representação esquemática de como ocorreu à dispersão da Luz no prisma e encontrar a expressão para o ângulo de desvio e/ou do ângulo de refração, que pode ser feito em uma discussão geral com todas as equipes e professor na lousa.

O plano de trabalho pode ser montado a partir da decisão do grupo e das experiências realizadas e as concepções sobre o fenômeno a se observar, caso seja necessário o professor pode interferir fazendo novos questionamentos, o plano pode ter a estrutura apresentada no Quadro 3.

Quadro 3: Plano de Trabalho.

PLANO DE TRABALHO	
O arco-íris é formado pela dispersão da Luz branca em meios transparente existem outras formas que podemos observar a dispersão da Luz branca?	
Quais materiais dos expostos o grupo considera necessário para a resolução desse problema?	Quais os procedimentos de montagem serão necessários para a resolução desse problema?
Colete os dados de resolução.	Análise todos os dados.
Faça a tentativa de montagem do experimento.	O procedimento foi correto, explique o porquê? Quais mudanças devem ser feitas caso não tenha sido correto?

Fonte: Autoria Própria

Ao término da construção e execução do plano de trabalho é proposta uma atividade avaliativa, que propõe a construção de um relatório da atividade desenvolvida referente ao sexto encontro.

Atividade

Faça um Relato por escrito com todos os passos e procedimentos desta atividade, e responda a seguinte questão: o arco-íris é formado pela dispersão da Luz branca em meios

transparente existem outras formas que podemos observar a dispersão da Luz branca?

.

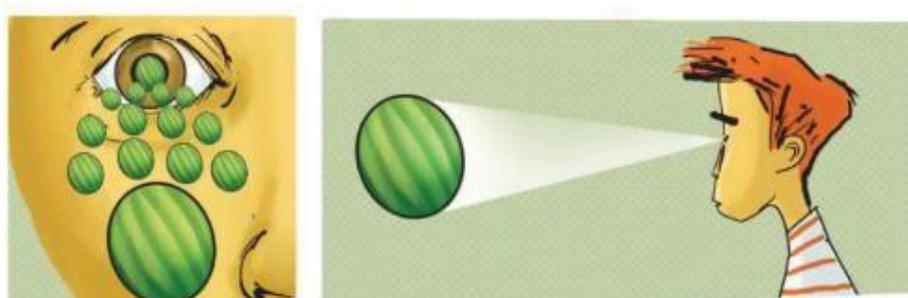
APÊNDICE I: Texto do Encontro 1

A natureza da Luz¹

O que é a Luz? Sabemos que conseguimos enxergar os objetos a nossa volta porque eles são iluminados pela Luz, mas como podemos definir a natureza da Luz?

Durante séculos se especulou sobre o que é a Luz, na antiguidade, por exemplo, acreditou-se que tanto os olhos emitiam Luz para ver as imagens, quanto a recebiam. Como podemos ver na Figura 1.

Figura 1: A Luz entendida na antiguidade



Fonte: PIETROCOLA, Mauricio; Física em Contexto, São Paulo, 1ªed.Volume2; p.189; 2016.

Das várias explicações propostas na evolução do conhecimento sobre os fenômenos ópticos, destacam-se duas delas que foram também motivo de debates entre cientistas acerca dos conceitos entre os séculos XVII e XVIII, a explicação da natureza da Luz, ora como **modelo corpuscular** que defendia que a Luz era constituída por partículas, ora como **modelo ondulatório** que acreditava que a Luz era um fenômeno ondulatório. Contudo, o estudo da ótica se divide em duas frentes a chamada **Ótica Física** que estuda os fenômenos luminosos cuja sua descrição depende da natureza ondulatória da Luz e a **Ótica Geométrica** que estuda os fenômenos ligados à propagação da Luz com base em alguns princípios geométricos, que considera os raios luminosos com um elemento definido geometricamente, e seu estudo independe da descrição da natureza da Luz.

Mas como podemos definir a origem da Luz? Podemos dizer que o conceito da Luz é uma construção humana e assim como o Som são detectados a partir da fisiologia humana em que nossos olhos detectam a Luz e o nosso cérebro é capaz de interpretá-los, mas essa não é a única semelhança, enquanto o som é produzido a partir de oscilações mecânicas a Luz se origina de oscilações eletromagnéticas. Quem são os responsáveis por dá origem essas oscilações? As

¹ Texto construído baseado em: BARRETO, Benigno Filho. FILHO, Cláudio Xavier da Silva. Física aula por aula. São Paulo, Editora FTD, 3ª Ed, Volume.2; 2016. GASPAR, Aberto; Compreendendo a Física Ondas, Óptica e Termodinâmica, São Paulo, 2ª Ed, Volume 2, 2016.

fontes de Luz são os corpos que emitem Luz, e podem ser classificadas como primárias e secundárias. O que seria uma fonte de Luz primária e secundária?

As fontes primárias de Luz são representadas pelos corpos que emitem Luz própria, como por exemplo, qualquer corpo aquecido a partir de certa temperatura torna-se luminoso, assim como as reações químicas ou reações nucleares. Já as fontes secundárias de Luz são dos corpos que recebem Luz de outras fontes e enviam de volta uma fração dessa Luz, ou seja, são corpos iluminados à maioria dos objetos a nossa volta, pois refletem a Luz que recebem. Podemos definir quais as fontes de Luz primarias e secundarias na Figura 2?

Figura2 : Fontes de Luz.



Fonte: PIETROCOLA, Mauricio; Física em Contexto, São Paulo, 1ªed.Volume2; p.189; 2016.

Apêndice II: Apresentação e montagem dos kits óticos

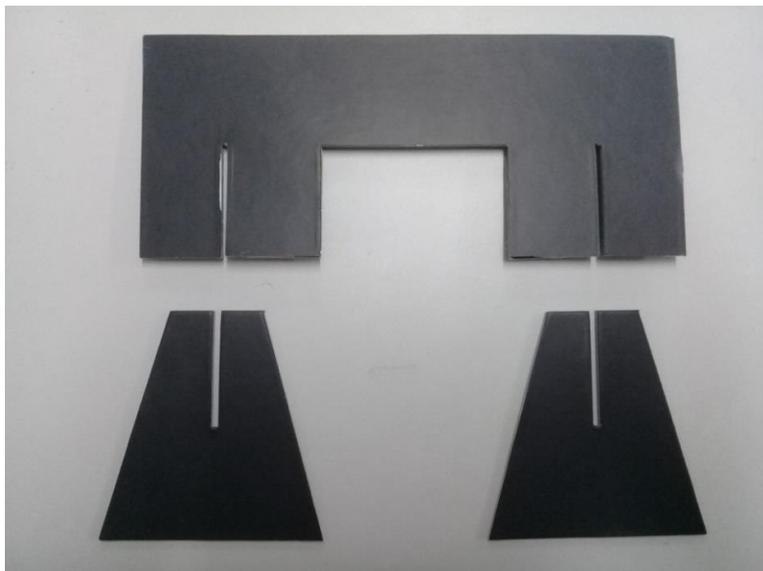
Materiais Utilizados

- Fonte de Luz;
- Suporte para fendas,
- Lente plana chamada de “lente de Fresnel”.
- Placa preta com uma Fenda;
- Prisma triangular e Prisma quadrangular;
- Folha de papel ofício A4;
- Régua;
- Fita adesiva.
- Espelho Plano

Montagem do kit

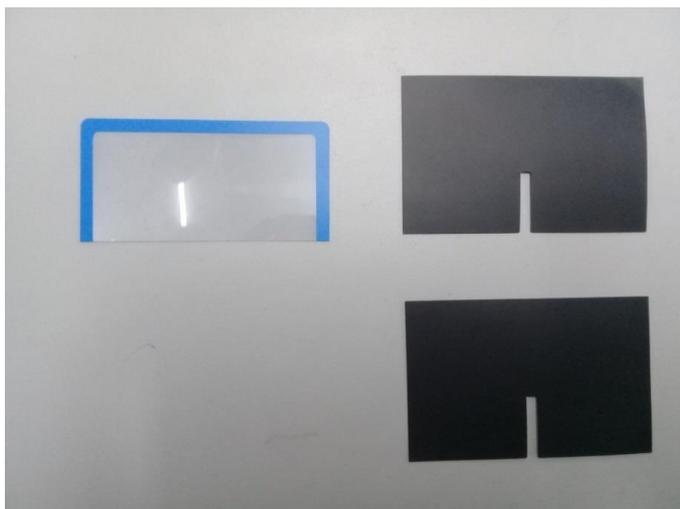
- Monte o suporte para fendas como encaixando as armações de papelão como uma trave de futebol.

Figura 1: Suporte para fendas.



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 2: Lente e Fendas.



Fonte: Elaborada pela autora.

- Numa superfície plana (mesa), cole uma folha de papel ofício A4 usando a fita adesiva para fixar.
- Coloque a fonte da Luz sobre a folha de papel ofício A4, e posicione a fenda a uma distância de aproximadamente 13,5 cm do suporte para fendas, alinhando a fonte de Luz ao centro do suporte (utilize a régua para ajustar os materiais).

Figura 3: Fonte de Luz sobre a folha de papel A4.



Fonte: Elaborada pela autora.

- Coloque a lente de Fresnel no centro do suporte de papelão.
- Em seguida use as duas placas pretas com fendas paralelas e/ou com uma única fenda.

APÊNDICE III: Texto do Encontro 5

Explorando o assunto²

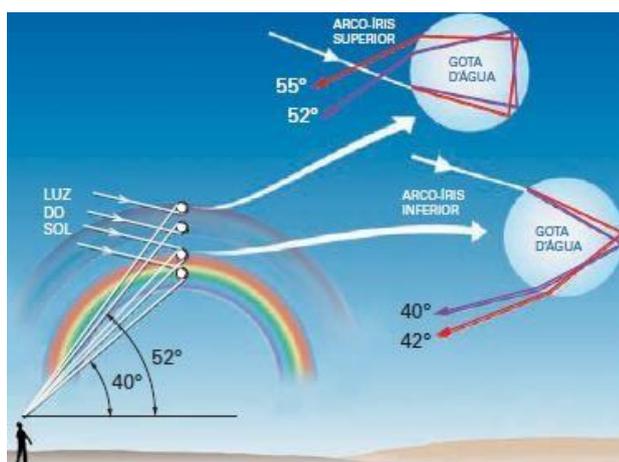
Todo mundo quando criança já ouviu dizer que no final do arco-íris tem um potinho de ouro, mas afinal o que tem no final do arco-íris? Como surgem os arco-íris?

A dispersão da Luz é um fenômeno que ocorre em qualquer meio transparente, o arco-íris é um exemplo comum desse fenômeno, a Luz branca do sol ao passar pelas gotas de água se refrata por duas vezes o que chamamos de reflexão total, esse fenômeno faz com que a Luz se disperse contendo todas as cores do espectro visível, o espectro visível é uma pequena faixa em que o olho do ser humano consegue detectar.

Podemos então, dizer que a Luz branca do Sol é composta por todas as cores? Logo, definimos a Luz branca como sendo policromática e as cores que formam o arco-íris são denominadas de monocromáticas. O arco-íris é composto por sete cores? Na verdade o arco-íris é composto por infinitas cores, porém ao longo da história simplificamos para sete cores que são mais bem definidas por nossos olhos.

No entanto, como é que um observador enxerga uma sequência de cores que vai do vermelho ao violeta? O fenômeno observado no arco-íris é formado pela dispersão da Luz ao passar por um meio transparente que sofre a reflexão total. A Figura 1 representa um diagrama esquemático da formação de um arco-íris duplo.

Figura 1- Representação do arco-íris duplo.



FONTE: GASPAR, Aberto; Compreendendo a Física Ondas, Ótica e Termodinâmica, São Paulo, 2ª Ed, Volume 2; p.125, 2016.

Como cada frequência incide em um ângulo diferente o observador enxerga apenas uma

² Texto construído baseado em: BARRETO, Benigno Filho. FILHO, Cláudio Xavier da Silva. Física aula por aula. São Paulo, Editora FTD, 3ª Ed, Volume 2; 2016. GASPAR, Aberto; Compreendendo a Física Ondas, Ótica e Termodinâmica, São Paulo, 2ª Ed, Volume 2, 2016.

cor proveniente de cada pingo de água, é possível notar que a Luz vermelha é proveniente das gotas mais altas, e a Luz violeta, das gotas de água mais baixas. Com isso, ao se propagar em direção aos olhos do observador há uma variação de ângulos de 42° (desvio da Luz vermelha) a 40° (desvio da Luz violeta). E quando se formam dois arco-íris os ângulos de incidência variam entre 52° e 55° , mas nem sempre vemos os dois arco-íris, quase sempre vemos apenas o arco-íris inferior e, mesmo assim raramente por inteiro.

Como para cada ângulo de incidência temos a formação de uma cor, as cores então têm a ver com o índice de refração do meio que atravessam?

Observem o Quadro 1 e a partir dos dados expostos pode-se tirar as respostas para o questionamento realizado.

Quadro 1- Índice de refração de um cristal para diferentes Luzes monocromáticas.

Luz	refração de um cristal
Vermelha	1,26
Amarela	1,35
Azul	1,60
Violeta	1,94

Apêndice IV: Slides das aulas da Sequência Didática Encontro 1

ECIT Dr. Elpídio de Almeida-PRATA

Práticas Experimentais

Prof.: Michelly Melo

Turma: 2º Ano C



Para pensar e responder...

- Podemos **enxergar** tudo que existe ou ocorre em nossa volta?
- De onde vem, ou como suje a Luz? O que permite sua passagem? O que bloqueia a luz? Faça uma lista de instrumentos, situações, fenômenos e processos que você associa luz e visão.

Mas como podemos definir a origem da luz? Podemos dizer que o conceito da luz é uma construção humana e assim como o Som são detectados a partir da fisiologia humana em que nossos olhos detectam a luz e o nosso cérebro é capaz de interpretá-los, mas essa não é a única semelhança, enquanto o som é produzido a partir de oscilações mecânicas a luz se origina de oscilações eletromagnéticas. Quem são os responsáveis por dá origem essas oscilações? As fontes de luz são os corpos que emitem luz, e podem ser classificadas como primárias e secundárias. O que seria uma fonte de luz primária e secundária?

As fontes primárias de luz são representadas pelos corpos que emitem luz própria, como por exemplo, qualquer corpo aquecido a partir de certa temperatura torna-se luminoso, assim como as reações químicas ou reações nucleares. Já as fontes secundárias de luz são dos corpos que recebem luz de outras fontes e enviam de volta uma fração dessa luz, ou seja, são corpos iluminados a maioria dos objetos a nossa volta, pois refletem a luz que recebem. Podemos definir quais as fontes de luz primárias e secundárias na Figura 2?

Figura 2 - Fontes de Luz



Fonte: PIETROCOLA, Mauricio; Física em Contexto, São Paulo, 1ª ed. Volume 2, p.189, 2016.

A Natureza da Luz

Para iniciar nossa conversa!!



Por dentro do Assunto

A natureza da Luz

O que é a luz? Sabemos que conseguimos enxergar os objetos a nossa volta porque eles são iluminados pela luz, mas como podemos definir a natureza da luz?

Durante séculos se especulou sobre o que é a luz, na antiguidade, por exemplo, acreditou-se que tanto os olhos emitem luz para ver as imagens, quanto a recebiam. Como podemos ver na Figura 1.

Figura 1 - A luz entendida na antiguidade



Fonte: PIETROCOLA, Mauricio; Física em Contexto, São Paulo, 1ª ed. Volume 2, p.189, 2016.

Das várias explicações propostas na evolução do conhecimento sobre os fenômenos ópticos, destacam-se duas delas que foram também motivo de debates entre cientistas acerca dos conceitos entre os séculos XVII e XVIII, a explicação da natureza da luz ora como **modelo corpuscular** que defendia que a luz era constituída por partículas, ora como **modelo ondulatório** que acreditava que a luz era um fenômeno ondulatório. Contudo, o estudo da óptica se divide em duas frentes a chamada **Óptica Física** que estuda os fenômenos luminosos cuja sua descrição depende da natureza ondulatória da luz e a **Óptica Geométrica** que estuda os fenômenos ligados à propagação da luz com base em alguns princípios geométricos, que considera os raios luminosos com um elemento definido geometricamente, e seu estudo independe da descrição da natureza da luz.

Para pensar e responder...

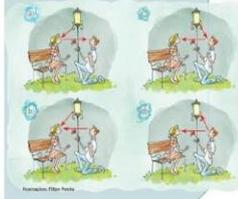
- Porque a luz do relâmpago e o som do trovão são percebidos em tempos diferentes?
- Existe alguma semelhança sobre a percepção do ser humano do som e da luz?

Raio e Feixe de Luz

• Situação-Problema:

A luz é essencial em nossa visão, tanto que no escuro não enxergamos objeto algum, porém muito há a se descobrir sobre esse fenômeno. Por isso, vamos levantar algumas questões:

Na Figura 2, está representada a seguinte situação: Marília e Dirceu estão em uma praça iluminada por uma única lâmpada. Qual representação a seguir representa melhor o comportamento dos feixes de Luz que permite Dirceu ver Marília?



Agora vamos Responder e Justificar

Qual representação a seguir representa melhor o comportamento dos feixes de Luz que permite Dirceu ver Marília?



Fonte: Autoria Própria

Encontro 2

ECIT Dr. Elpídio de Almeida-PRATA

Práticas Experimentais
Prof.: Michelly Melo
Turma: 2° Ano C



Raio e Feixe de Luz

- O que é possível notar a partir da linha tracejada por você no papel?
- É possível fazer com que esse raio de Luz faça uma curva?
- Os raios de luz têm trajetórias diferentes, nessas condições?
- Ao colocar dois raios de luz para se cruzarem esses raios mudam o sentido de sua trajetória?
- Esse conjunto de Raios pode ser considerado como um feixe de luz?

Atividade

- 1) A luz pode ser considerada sempre de natureza ondulatória?
- 2) O que você entende por fonte de luz?
- 3) Como se comporta a luz em uma superfície refletora e uma superfície irregular?
- 4) Como você descreve um raio e um feixe de luz?

Reflexão e Absorção da Luz

Para iniciar a conversa!!!



Para pensar e responder...

- Faixas de sinalização de trânsito são pintadas nas cores brancas ou amarelas, por qual motivo?
- Na Física e cotidianamente dizemos que o céu é azul. Entretanto, há momentos em que se torna bem avermelhado. Quando e por que isso ocorre?

As cores dos objetos

- Explique por que ao incidir uma luz branca sobre os objetos, vemos as cores vermelha e verde nos objetos?
- É possível esses objetos refletirem cores diferentes as de vermelho e verde?
- Como você explica o fato da cor da bola vermelha agora parecer preta?
- E se sobre os mesmos objetos colocarmos uma iluminação vermelha, quais serão as cores que iremos ver cada um dos objetos?

Agora vamos Responder e Justificar

- **Porque é preferível usar roupas claras em dias muito quentes?**

As cores dos objetos

- **Situação-Problema:** Porque é preferível usar roupas claras em dias muito quentes?



As cores dos objetos

- Então, se eu mudar a iluminação, ou seja, colocarmos cores diferentes sobre os objetos, como serão vistas por nós as cores desses objetos?
- O fato de iluminar os objetos com uma luz branca faz com que enxerguemos as cores reais dos objetos?
- Porque vemos objetos Pretos que estão sobre uma luz branca, como você explica esse fato?

Atividade

- 1) Explique o que irá acontecer se a luz branca do Sol incidir sobre uma parede pintada de amarelo?
- 2) Quando um objeto é preto, o que está acontecendo com a luz branca do Sol que está sendo incidida sobre ele?
- 3) Quando um objeto branco é iluminado por uma luz branca o que acontece?
- 4) Todos os objetos refletem Luz? Essa reflexão acontece do mesmo jeito em todos os objetos?

Encontro 3

ECIT Dr. Elpídio de Almeida-PRATA

Práticas Experimentais
Prof.: Michelly Melo
Turma: 2º Ano C



Reflexão e Refração da Luz

Para iniciar a conversa!!!

O empregado de um clube está varrendo o fundo da piscina com uma vassoura que tem um longo cabo de alumínio. Ele percebe que o cabo de alumínio parece entortar-se ao entrar na água, como mostra a figura a seguir



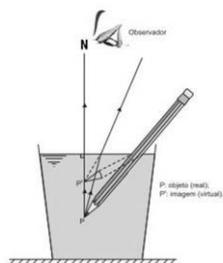
Para pensar e responder...

- Quando adicionamos a água, a moeda torna-se visível, porque isso acontece? O que acontece com a propagação da luz, para que isso ocorra?
- Os meios de propagação da luz também interferem na forma e na aparência dos objetos?

Reflexão e Refração da Luz

Situação-Problema: por que ao colocarmos um lápis em um copo com água ele parece quebrado?

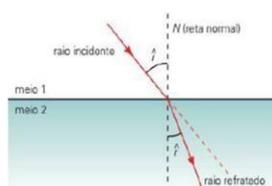
Reflexão e Refração da Luz



Para pensar e responder...

- O raio sofre algum desvio quando incide na superfície plana do tanque e passa para dentro dele?
- O raio de luz transmitido ao líquido se afasta ou se aproxima da reta normal?
- O que acontece quando o carrinho muda de uma superfície para outra?

...Voltando a nossa demonstração!!



- Qual meio tem maior índice de refração: água ou ar?
- Como se comporta cada grandeza, durante a experiência?

Encontro 4

ECIT Dr. Elpídio de Almeida-PRATA

Práticas Experimentais

Prof.: Michelly Melo

Turma: 2º Ano C



Problematização Inicial

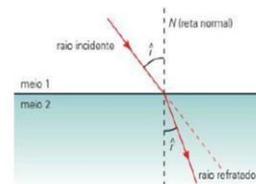
(ENEM-2014) Uma proposta de dispositivo capaz de indicar a qualidade da gasolina vendida em postos e, conseqüentemente, evitar fraudes, poderia utilizar o conceito de refração luminosa. Nesse sentido, a gasolina não adulterada, na temperatura ambiente, apresenta razão entre os senos dos raios incidente e refratado igual a 1,4. Desse modo, fazendo incidir o feixe de luz proveniente do ar com um ângulo fixo e maior que zero, qualquer modificação no ângulo do feixe refratado indicará adulteração no combustível. Em uma fiscalização rotineira, o teste apresentou o valor de 1,9. Qual foi o comportamento do raio refratado?

Para pensar e responder...

- Qual o valor médio de $\text{Sen } (i) / \text{Sen } (r)$?
- Compare os valores encontrados no item 1 com o valor tabelado do índice de refração. O que vocês podem concluir?
- Se colocarmos no tanque um líquido com índice de refração maior, os ângulos de refração medidos seriam maiores ou menores?

Fonte: Autoria Própria

Voltando a Aula Anterior



Vamos Praticar

Tabela: Ângulos de Refração Medidas

Ângulo de incidência (i)	Ângulo de refração (r)	Sen (i)	Sen (r)	Sen (i) / Sen (r)
0°				
15°				
30°				
45°				
90°				

Tabela do índice de refração

Meio material	Índice de refração (n)
ar	1,00
água	1,33
vidro	1,50
glicerina	1,90
álcool etílico	1,36
diamante	2,42
acrílico	1,49

Encontro 5

ECIT Dr. Elpídio de Almeida-PRATA

Práticas Experimentais

Prof.: Michelly Melo

Turma: 2º Ano C



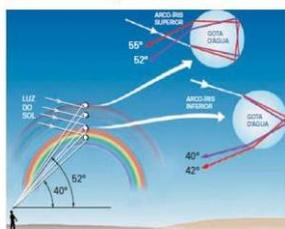
Para pensar e responder...

- Quando e em quais condições é comum observar o fenômeno do arco-íris?
- Onde está o sol quando você vê o arco-íris?

Para pensar e responder...

- O que possibilita a visão das cores dos arco-íris?
- A dispersão da luz branca na gota d'água acontece de formas diferentes para formar as cores do arco-íris?

No entanto, como é que um observador enxerga uma sequência de cores que vai do vermelho ao violeta? O fenômeno observado no arco-íris é formado pela dispersão da luz ao passar por um meio transparente que sofre a reflexão total. A Figura seguir representa um diagrama esquemático da formação de um arco-íris duplo.



Para iniciar nossa conversa!!

Como e porque se formam os arco-íris?



Situação- Problema

Uma situação particular é a formação de dois arco-íris como apresentado na Figura a seguir, com luminosidades diferentes, o arco-íris superior tem cores menos intensas e as cores estão mais intensas e com as cores invertidas no arco-íris inferior. Como explicar esse fenômeno?



Explorando o assunto...

Todo mundo quando criança já ouviu dizer que no final do arco-íris tem um potinho de ouro, mas afinal o que tem no final do arco-íris? Como surgem os arco-íris?

A dispersão da luz é um fenômeno que ocorre em qualquer meio transparente, o arco-íris é um exemplo comum desse fenômeno, a luz branca do sol ao passar pelas gotas de água se refrata por duas vezes o que chamamos de reflexão total, esse fenômeno faz com que a luz se disperse contendo todas as cores do espectro visível, o espectro visível é uma pequena faixa em que o olho do ser humano consegue detectar.

Podemos então, dizer que a luz branca do Sol é composta por todas as cores? Logo, definimos a luz branca como sendo policromática e as cores que formam o arco-íris são denominadas de monocromáticas. O arco-íris é composto por sete cores? Na verdade o arco-íris é composto por infinitas cores, porém ao longo da história simplificamos para sete cores que são mais bem definidas por nossos olhos.

Como cada frequência incide em um ângulo diferente o observador enxerga apenas uma cor proveniente de cada pingo de água, é possível notar que a luz vermelha é proveniente das gotas mais altas, e a luz violeta, das gotas de água mais baixas. Com isso, ao se propagar em direção aos olhos do observador há uma variação de ângulos de 42° (desvio da luz vermelha) a 40° (desvio da luz violeta). E quando se formam dois arco-íris os ângulos de incidência variam entre 52° e 55° , mas nem sempre vemos os dois arco-íris, quase sempre vemos apenas o arco-íris inferior e, mesmo assim raramente por inteiro. Como para cada ângulo de incidência temos a formação de uma cor, as cores então têm a ver com o índice de refração do meio que atravessam?

Observem a Tabela e a partir dos dados expostos pode-se tirar as respostas para o questionamento realizado.

Luz	Índice de refração de um cristal
Vermelha	1,26
Amarela	1,35
Azul	1,60
Violeta	1,94

Para pensar e responder...

- O que se entende por dispersão da Luz? Em que situações ela ocorre? E como se formam as cores do arco-íris?

Atividade

- 1) Usando a lei de Snell verifique a radiação monocromática que mais se desvia e a que menos se desvia quando a luz branca do Sol, vinda do ar, refrata através de um cristal, sob um ângulo de incidência de 30° . Os ângulos de incidência do cristal são 1,26 para a luz vermelha e 1,94 para a luz violeta, o do ar é 1.
- 2) Se as gotas de água em suspensão são as responsáveis pelo aparecimento do arco-íris, não deveria ter uma infinidade de arcos no céu?

Fonte: Autoria Própria

Encontro 6

ECIT Dr. Elpídio de Almeida-PRATA

Práticas Experimentais
Prof.: Michelly Melo
Turma: 2º Ano C



Para iniciar nossa conversa!!

Situação-Problema: o arco-íris é formado pela dispersão da luz branca em um meio transparente que é a gota d'água. É possível realizar o mesmo fenômeno utilizando lentes e meios transparentes?



Para pensar e responder...

- Quais características dos objetos transparentes para que ocorra a dispersão da luz?
- É possível representar esquematicamente como será quando o raio de luz incidir no prisma triangular?
- Se você colocar uma luz monocromática vai acontecer a dispersão da luz?

Fonte: Autoria Própria

APÊNDICE V: Questionário Avaliativo da utilização da proposta da Sequencia de Ensino Investigativa

1. O que você achou das aulas de práticas experimentais com essa metodologia?
2. O que você achou mais interessante nessas aulas? Destaque quatro pontos que mais chamaram sua atenção.
3. Você gostaria que essa metodologia fosse sempre utilizada nas aulas de práticas experimentais e física?
4. Foi possível compreender sobre os fenômenos de absorção, reflexão, refração da Luz a partir das atividades desenvolvidas?
5. Essas aulas conseguiram de alguma forma te auxiliar nas aulas de Física? Explique como isso foi possível

BIBLIOGRAFIA

BARRETO, Benigno Filho. FILHO, Cláudio Xavier da Silva. Física aula por aula. São Paulo, Editora FTD, 3ª Ed, Volume.2

GASPAR, Aberto; **Compreendendo a Física Ondas, Óptica e Termodinâmica**, São Paulo, 2ª Ed, Volume 2, 2016.

PIETROCOLA, Maurício.; POGIBIN, Alexandre,; ANDRADE, Renata de,; ROMERO, Talita Raquel,. **Física em contexto**. São Paulo. Editora do Brasil. Volume 2. 1ª edição. 2016.

<<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=1766>>. Acesso em 24 de março de 2018.

<<https://pt.slideshare.net/emersonassis5492/questoes-de-fisca>>. Acesso em 24 de março de 2018.

<https://www.energia.com.br/professores/sitiodafisica/gabaritos/prova_1_tri_3_2005.pdf> Aceso em: 24/03/2018.

<https://www.google.com.br/search?biw=1015&bih=506&tbm=isch&sa=1&ei=e_CwWoS8N8mXwQTLn6SoDA&q=faixa+de+sinaliza%C3%A7%C3%A3o+de+transitos+pintadas+nas+cores+brancas+e+amarelas+vis%C3%A3o+aerea&oq=faixa+de+s>. Acesso em 20 de março de 2018.

<<https://www.humorcomciencia.com/tirinhaspara-raio>>. Acesso em: 08/03/2018.

<https://www.google.com/search?biw=1024&bih=657&tbm=isch&sa=1&ei=KFuAXK4B5fC5OUPmWf6AM&q=transferidor+circular&oq=transferidor+cir&gs_l=img.1.0.0.114980.116376..118418...0.0..0.219.799.0j2j2.....1....1..gswizimg.....0i67.jZDKwhpYh1Y#imgdii=sXUbq0jSJufF6M:&imgcr=rKSmWWdxqG3E4M>: Acesso em 29/11/2018.

<https://www.google.com/search?biw=1024&bih=657&tbm=isch&sa=1&ei=KFuAXK4B5fC5OUPmWf6AM&q=tabela+do+indice+de+refra%C3%A7%C3%A3o&oq=tabela+&gs_l=img.1.0.35i39l2j0l8.2607.4115..5889...0.0..0.706.2208.24j0j1j0j1.....1.....1..gswizimg.zZwoaiEyW0o#imgcr=CxBlwVPiHGggWM>: Acesso em: 29/11/2018.