



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO CAMPUS CARAÚBAS
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

RIANE BOMFIM BENTO

**PROPOSTA DE EXPERIMENTOS PARA O LABORATÓRIO DE ÓPTICA E FÍSICA
MODERNA DA UFERSA-CARAÚBAS**

CARAÚBAS - RN

2019

RIANE BOMFIM BENTO

**PROPOSTA DE EXPERIMENTOS PARA O LABORATÓRIO DE ÓPTICA E FÍSICA
MODERNA DA UFERSA-CARAÚBAS**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Mackson Matheus França Nepomuceno - UFERSA

CARAÚBAS - RN

2019

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência (SIR)

B478p Bento, Riane Bomfim.
PROPOSTA DE EXPERIMENTOS PARA O LABORATÓRIO DE
ÓPTICA E FÍSICA MODERNA DA UFRSA-CARAÚBAS / Riane
Bomfim Bento. - 2019.
44 f. : il.

Orientador: Mackson Matheus França Nepomuceno.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2019.

1. Laboratório Didático. 2. Atividades
práticas. 3. Física Moderna. 4. Óptica. I.
Nepomuceno, Mackson Matheus França, orient. II.
Título.

Bibliotecário-Documentalista
Nome do profissional, Bib. Me. (CRB-15/10.000)

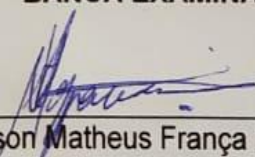
RIANE BOMFIM BENTO

**PROPOSTA DE EXPERIMENTOS PARA O LABORATÓRIO DE ÓPTICA E FÍSICA
MODERNA DA UFERSA-CARAÚBAS**

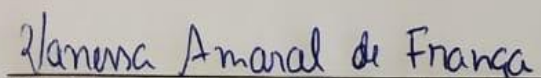
Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como
requisito para obtenção do título de
Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Defendida em: 13 / 08 / 2019.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Mackson Matheus França Nepomuceno (UFERSA)
Presidente


Tec. Me. Pedro Neri Bandeira de Souza (UFERSA)
Membro Examinador


Prof. Ma. Vanessa Amaral de França (E.E. Lourenço Gurgel)
Membro Examinador

*À vocês Romério e Valdriana, que mesmo
de longe sempre se fazem presentes.
Meu alicerce.*

AGRADECIMENTOS

Chegou o momento final dessa etapa da minha vida, onde consigo olhar para trás e ver que os esforços valeram a pena. Estou em constante mudança, sempre me tornando uma pessoa melhor, graças à minha família e as amizades que fiz e também as que preservei, pessoas que fazem parte direta e indiretamente dessa trajetória. Ainda tem um longo caminho a ser andado e fechar esse ciclo da minha vida será prazeroso, pois se o próximo objetivo eu continuar com vocês, tenho certeza que no fim, todo esforço continuará valendo a pena!

Agradeço à minha família por tudo que mesmo de longe, senti toda confiança que depositaram em mim, nada disso teria sentido sem vocês.

Obrigada painho! Aprendo cada dia mais a ser como você, um homem que não mede esforços para ajudar quem quer que seja, você é meu mestre!

Obrigada mainha por todos os ensinamentos que me fazem a mulher que sou hoje. É fato que tudo que sou, herdei e aprendi com você!

Agradeço aos meus irmãos Rô, Zeza e Nala por me fazerem lembrar o quanto é bom estar de volta em casa, vocês não tem ideia de como é prazeroso, nem que seja só por um final de semana, largar as responsabilidades que tenho em outra cidade e voltar para o aconchego que tenho em casa (quando vocês não estão brigando, é claro!).

Ao meu orientador Mackson, um cara fenomenal e inteligentíssimo que não só me deu um lugar especial na sua vida como amiga, mas também como orientanda. Obrigada por acreditar em mim e por todos os conselhos. Você é extraordinário!

Aos amigos Soosthynys e Matheus por estarem comigo e se fazerem presentes como irmãos desde o começo, por tudo que passamos e pelos “salves” que ganhamos.

À Ana Catherine por todas as palavras de apoio e carinho, por me entender e estar presente nos momentos bons e ruins, conversando e comendo besteira comigo o dia todo amenizando o estresse do dia a dia.

À todos os amigos de Patos que me acolhem sempre que volto à terrinha, sou grata por todos esses anos de companheirismo e pela torcida daí de longe.

À todos os amigos que fiz em Caraúbas, Júlia, Andreza, Sayonara, Mayara, Vanessa, Sibele, Aline, Roberta, Alisson, John, Júnior, Guilherme, Girleudo e todos

os que não menciono aqui, mas sempre mantêm contato comigo, sem vocês essa cidade não seria a mesma. Obrigada pela torcida e por sempre acreditar que tudo vai dar certo!

À todos os profissionais que compartilharam seus conhecimentos comigo durante esses anos, em especial ao técnico dos laboratórios de Física Pedro Bandeira que me ajudou bastante nessa reta final, obrigada!

Toda caminhada começa no primeiro passo, a natureza não tem pressa segue seu compasso, inexoravelmente chega lá... se avexe não!

Flávio José

RESUMO

O presente trabalho discute sobre a importância das atividades práticas em um laboratório didático, que serve de estímulo para os alunos se interessarem mais a visualizarem fenômenos, servindo também de apoio para as atividades didáticas do professor. Das disciplinas de Ciências, a Física é uma das que mais necessita desse tipo de atividades, visto que suas leis e teses são muito complexas. Desta forma este trabalho apresenta como objetivo principal adaptar o laboratório de Óptica e Física Moderna da UFRSA *Campus* Caraúbas, para que nele sejam realizadas atividades relacionadas à disciplina de Óptica e Física Moderna. Também vem colaborar com o devido funcionamento dos materiais que hoje estão estagnados, utilizando-os nos experimentos apresentados aqui.

Palavras-chave: Laboratório Didático. Atividades práticas. Física Moderna. Óptica.

ABSTRACT

This paper argue about the importance of practical activities in a didactic laboratory, which stimulates students to become more interested, visualize phenomena and also supports the teacher's didactic activities. In all of the areas of science, physics is one of the most in need of such activities, as its laws and thesis are very complex. Thus, this work presents as main objective to adapt the Laboratory of Modern Physics and Optics at UFERSA *Campus* Caraúbas, so that activities related to the discipline of Modern Physics and Optics are performed. It also contributes to the proper functioning of materials that are stagnant today, using them in the experiments presented here.

Keywords: Didactic Laboratory. Practical activities. Modern Physics. Optics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Montagem dos experimentos 1 e 2.....	24
Figura 2	–	Difração da luz por rede de difração, constante $1,00 \times 10^{-6} \text{m}$	25
Figura 3	–	Difração da luz por rede de difração, constante $8,33 \times 10^{-5} \text{m}$	25
Figura 4	–	Difração da luz laser com barramento linear vertical.....	27
Figura 5	–	Montagem do experimento 3.....	28
Figura 6	–	Feixe de luz incidindo em polaroides com mesma angulação.....	29
Figura 7	–	Feixe de luz incidindo em polaroides com diferentes angulações.....	29
Figura 8	–	Montagem dos experimentos 4, 5 e 6.....	31
Figura 9	–	Reflexão da luz no espelho plano.....	32
Figura 10	–	Disco de Hartl com perfil de espelhos esféricos.....	33
Figura 11	–	Reflexão da luz no espelho esférico côncavo.....	34
Figura 12	–	Refração da luz na lente convergente.....	35
Figura 13	–	Refração da luz no prisma de 90°	36
Figura 14	–	Montagem do experimento 7.....	37
Figura 15	–	Luz policromática incidindo em uma rede de difração.....	38
Figura 16	–	Montagem do experimento 8.....	39
Figura 17	–	Raias espectrais do Hidrogênio.....	40
Figura 18	–	Raias espectrais do Mercúrio.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Materiais e quantidades.....	21
----------	---	------------------------------	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

C&T	Ciência e Tecnologia
DDP	Diferença de potencial
Di	Dioptria
kV	Quilovolt
LOFM	Laboratório de Óptica e Física Moderna
m	Metro
Na	Sódio
NdFeB	Íma de Neodímio
OFM	Óptica e Física Moderna
PPC	Projeto Pedagógico do Curso
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	OBJETIVOS.....	16
2.1	OBJETIVO GERAL.....	16
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
3.1	LABORATÓRIO DIDÁTICO DE FÍSICA.....	18
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	23
5.1	DIFRAÇÃO DA LUZ POR ORIFÍCIOS E FENDAS.....	23
5.2	A MEDIDA DO COMPRIMENTO DE ONDA DE UM LASER, COM BARRAMENTO LINEAR.....	26
5.3	A POLARIZAÇÃO DE UM LASER.....	27
5.4	A ÓPTICA GEOMÉTRICA E SUAS LIMITAÇÕES, A REFLEXÃO NO ESPELHO PLANO.....	30
5.5	OS PRINCIPAIS ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DOS ESPELHOS ESFÉRICOS CÔNCAVO E CONVEXO E SEUS RAIOS PRINCIPAIS.....	32
5.6	A REFRAÇÃO E SUAS LEIS, OS DIÓPTROS.....	34
5.7	A MEDIDA DO COMPRIMENTO DE ONDA DAS FAIXAS ESPECTRAIS DA LUZ, INTERFERÊNCIAS.....	36
5.8	A MEDIDA DO COMPRIMENTO DE ONDA DAS RAIAS ESPECTRAIS DO SÓDIO, HIDROGÊNIO, HÉLIO, MERCÚRIO, NITROGÊNIO E OXIGÊNIO UTILIZANDO BARRAMENTO E SAPATAS ALTAS.....	38
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41
7	REFERÊNCIAS.....	42

1. INTRODUÇÃO

O *Campus* Caraúbas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) começou a executar suas atividades em 2010, com cerca de 100 discentes matriculados no curso Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia (C&T). Durante os primeiros anos de funcionamento do Campus as aulas foram ministradas em escolas locais, até que em 2013 a universidade foi transferida para espaço físico atual, contendo os primeiros prédios de aulas e laboratórios, equipamentos e materiais necessários para realização de atividades, entre outras coisas fundamentais para proceder um bom funcionamento do Campus. Em razão disso, o corpo de docentes e discentes aumentam cada vez mais no decorrer dos semestres, acarretando mudanças no Projeto Pedagógico do Curso (PPC), fazendo com que algumas alterações ocorressem na grade curricular de C&T.

O PPC do curso de C&T dispõe quatro ramos da física: a Mecânica Clássica, que engloba as principais formulações da mecânica pré-relativística; o estudo das Ondas e os meios que se propagam, assim como as leis que regem a Termodinâmica; a Eletricidade e Magnetismo, que estuda fenômenos associados a cargas elétricas bem como os efeitos que o campo magnético da Terra provoca; e por último a Óptica, analisando todos os efeitos da luz, projeção de imagens dentre outros fenômenos no contexto da Física Moderna.

Porém, as disciplinas de Óptica e Física Moderna (OFM) e o correspondente Laboratório da grade curricular de C&T no *Campus* Caraúbas nunca foram lecionadas antes, mesmo com um corpo de docentes aptos para ministrar a disciplina, bem como um técnico de laboratório responsável pelo controle e manutenção do devido local.

O presente trabalho de conclusão de curso auxiliará os primeiros passos para um eficiente funcionamento do Laboratório de Óptica e Física Moderna (LOFM), além de utilizar devidamente o espaço físico, criando alternativas para experimentos relacionados ao conhecimento teórico para auxiliar a respectiva disciplina, assim como pela utilização deste nos diversos eventos de extensão e ensino promovidos pelo Campus, tais como: “UFERSA de portas abertas” e feiras de ciências locais.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Propor experimentos para auxiliar a disciplina de Óptica e Física Moderna visando ampliar o conhecimento adquirido na teoria.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar cada equipamento e seus componentes para catalogá-los;
- Verificar o funcionamento de cada um dos kits adquiridos pela universidade para este laboratório;
- Dar utilidade aos materiais já disponibilizados que atualmente estão estagnados;
- Utilizar o espaço físico deste laboratório para a finalidade do qual foi construído.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

É perceptível a curiosidade que o homem tem de descobrir e solucionar fenômenos que lhe cercam e fazem parte do seu dia a dia, como a descoberta de Arquimedes, que graças a ele temos um dos fundamentais princípios da hidrostática, percebido através de uma análise feita ao entrar na sua banheira que o volume do corpo que entrava é proporcional ao volume de água que saía de lá. Considerando as inúmeras formas de se obter conhecimento, o presente trabalho trará a importância exclusivamente das atividades que são praticadas em laboratórios didáticos, que se caracteriza, como um todo, um completo facilitador para o processo ensino-aprendizagem.

Cruz e Campos (2007) abordam em seu livro “Laboratórios” a importância dessas descobertas feitas pelo homem através do conhecimento adquirido a partir de fatos e observações acerca de um determinado conteúdo, formulando, com isso, teoremas, teses e leis indispensáveis para obter respostas em relação à fenômenos universais. Além disso, os seres humanos estão em constante mudança, sempre buscando qualidade e praticidade principalmente com tarefas e afazeres, explorando sempre alternativas melhores.

Alguns autores, tais como: Força et al. (2011), Borges (2002) e Hodson (1994), afirmam ser questionável a importância das atividades práticas em um laboratório, pois essas atividades não precisam serem feitas necessariamente dentro de um âmbito de local com aparatos e vários modelos de tecnologias. Para contrapor esta visão, Nóvoa (1999 apud PACHECO, 2008) defende que a ação educativa sempre se molda de acordo com o que se estabelece a sociedade, que está cada vez mais moderna, e dessa forma é necessário que a educação se adeque aos parâmetros determinados por essa evolução.

Adentrando o pensamento de Nóvoa, Alves Filho (2000) ressalta a eficácia dos laboratórios didáticos na época onde ascendeu essa nova forma de aprendizagem no Brasil, os alunos se tornaram mais interessados para aprender Ciências, graças aos aparatos manuseados por professores. Porém, percebeu-se que com o tempo a

produtividade das atividades nesse âmbito de ensino ia diminuindo, visto que a sociedade brasileira estava se moldando às ideias tecnicistas. Dessa forma a solução seria adaptar, não só os laboratórios em si adicionando mecanismos e instrumentos tecnológicos, mas sim transformar a metodologia de ensino do professor fazendo com que o aluno participasse ativamente das atividades desde o princípio, buscando novas alternativas de experimentos, juntamente com os professores, que poderiam ser realizados no âmbito tecnológico.

Segundo De Azevedo et al. (2004 apud MOREIRA, 1983) em um determinado estudo prático, assim como o professor é interessante que o aluno tenha papel principal na resolução de problemas, para que assim sejam estimulados pensamentos e questionamentos acerca de tal assunto. É importante também que o aluno aprenda a manusear instrumentos, tornando o estudo prático similar a uma investigação científica, trabalhando deste modo as habilidades dos alunos no quesito raciocínio, flexibilidade, argumentação e ação. Em outras palavras, atividade investigativa é o ponto inicial para o despertar da curiosidade e o interesse em aprender.

Borges (2002) defende a ideia de haver atividades pré-laboratório, para que os alunos criem expectativas e abstrações, debatendo sobre o fenômeno estudado, que futuramente irão ver na prática; tal como atividades pós-laboratório, justificando o que possibilitou a visualização do fenômeno e verificar o entendimento de cada estudante, para que não ocorram pensamentos distintos do que fora aprendido na teoria.

Dessa maneira, é de fundamental importância que a teoria e a prática façam parte igualmente de um determinado estudo, para que haja coesão nos resultados adquiridos em ambas formas de conhecimento.

3.1 LABORATÓRIO DIDÁTICO DE FÍSICA

Carvalho e Vannucchi (1996) analisam o fato que aconteceu na época para que os professores melhorassem a didática das aulas Ciências. No ano da pesquisa, os autores mostraram que a física ia se desenvolvendo rapidamente, porém o ensino ainda estava preso no século passado. Com isso, buscavam melhores formas de repassar o conteúdo não só para os alunos de nível escolar, mas também para sua própria formação acadêmica.

Villani e Do Nascimento (2016) demonstram que a Ciência necessita de formas de linguagens que são capazes de demonstrar seu conteúdo complexo, não só a explicação verbal com significados específicos, mas algo que auxilie o bom entendimento dessas múltiplas e complexas informações. Laburú e Silva (2011) analisam os modos de apresentação e ensino das disciplinas de ciências, onde os professores repassam o conteúdo na forma de representações gráficas e matemáticas preferencialmente que na forma verbal.

Luz (2016) disserta sobre a dificuldade que o professor enfrenta ao tentar repassar com clareza o conteúdo didático quando o assunto é física, principalmente quando os materiais disponíveis são apenas os livros, pois o ensino científico e complexo dessa ciência está distante da realidade da maioria dos alunos e geralmente é difícil de fazer com que os mesmos raciocinem e compreendam fenômenos, gerando assim um vazio de significado.

É correto afirmar que o ensino de Física progrediu bastante diante dessa necessidade dos alunos. Borges (2002) afirma que:

“Descartar a possibilidade de que os laboratórios têm um papel importante no ensino de Ciências significa destituir o conhecimento científico de seu contexto, reduzindo-o a um sistema abstrato de definições, leis e fórmulas”.

Com isso é evidente a importância das práticas laboratoriais, visto que nesse ambiente, a presença de tecnologias age como um facilitador do processo ensino-aprendizagem.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Primeiramente foi feito um levantamento de todos os equipamentos que estavam encaixotados ou não, assim como suas respectivas quantidades, que constam na tabela 1. Como já tem mais de 5 anos de aquisição desses materiais, não existe mais o pregão eletrônico que foi solicitado para a compra, portanto não foi possível fazer um levantamento dos materiais que faltam tampouco a quantidade que era pra ter de cada material. Também foi necessária uma análise qualitativa do estado dos materiais, visto que a pesquisa só seria possível ser realizada com o bom funcionamento dos mesmos.

Toda a parte de montagem e cuidado com os instrumentos, além de experimentos que constam nesse trabalho, foi possível devido às informações e orientações contidas no livro de atividades experimentais “Física experimental: Óptica – banco óptico avançado III (RAMOS)” da empresa Cidepe, ele foi o principal instrumento para a pesquisa fluir e apresentar bons resultados.

Após feita uma análise da qualidade dos equipamentos, percebeu que todas as fontes lasers apresentavam má funcionamento por causa do tempo que passaram estagnadas, continham rachaduras internas no encaixe das pilhas impossibilitando-as de funcionarem. A solução para isso foi colar com cola quente todas as cinco unidades.

Para apoiar o disco de Hartl foi preciso utilizar um suporte giratório para fixá-lo no barramento, já que o painel óptico, como é indicado no livro para servir de apoio para o disco, não foi adquirido na compra do banco óptico avançado III.

As redes de difração para os anteparos são: uma rede contendo 12 fendas por milímetro e outra de 1000 fendas por milímetro, ou seja, a chamada constante de rede, distância entre duas fendas de cada rede de difração, equivalem a $8,33 \times 10^{-5} \text{m}$ e $1,00 \times 10^{-6} \text{m}$, respectivamente.

O conjunto de máscaras para os anteparos consistem em: uma fenda simples, uma com orifícios opacos à luz, uma com orifícios de passagem de luz, uma com três

conjuntos de fendas ($N=2$, $N=5$, $N=10$) e uma com três conjuntos de fendas de 0,2 mm afastadas 0,2 mm, 0,4 mm e 0,6 mm uma da outra.

Os perfis dióptricos para análise da incidência do raio de luz são: lâmina de faces paralelas, meio-cilíndrico, trapézio, prisma de 60° , prisma de 90° , plano-convexo, biconvexo, plano-côncavo e bicôncavo.

Para a escolha das atividades práticas, primeiramente, consultou o novo PPC do curso de Ciência e Tecnologia, onde consta a ementa da disciplina de OFM. Os tópicos que são abordados nesta disciplina são: Natureza e propagação da luz; Lentes e instrumentos óticos; Interferência e difração; Polarização; Introdução à Mecânica relativística; Introdução à estrutura da matéria; Fótons, elétrons e átomos, moléculas e sólidos; Introdução à Física nuclear.

Foram consultados também dois livros Física, o livro Fundamentos de Física - Óptica e Física Moderna 9ª ed. (HALIDDAY, RESNICK, WALKER) e o livro Física para Cientistas e Engenheiros 6ª ed. (TIPLER, MOSCA). Com isso foi possível ter noção da relevância que teria cada experimento para auxiliar nas aulas teóricas.

Tabela 1: Materiais e quantidades.

MATERIAL	QUANTIDADE
Tubo de Espectro	20
Disco de Hartl	04
Filtros $\frac{1}{4}$ de onda	12
Polaroide giratório	11
Redes de difração	25
Anteparo com janela 1	10
Anteparo com janela 2	05
Anteparo com escala	02
Lente biconvexa	08
Lente plano-convexa	08
Painel para projeção	03
Diafragma	06
Conjunto de dióptros	04

Espelho plano de adesão magnética	07
Suporte para rede	07
Conjunto acoplador de barramentos	05
Espelho cilíndrico côncavo e convexo de adesão NdFeB	03
Sapatas niveladoras	12
Extensões metálicas altas removíveis	16
Extensões metálicas baixas removíveis	12
Caminho óptico curvo	04
Cavaleiro para retenção horizontal, com aba	04
Cavaleiro para retenção vertical, sem aba	05
Cavaleiro para retenção vertical, com aba	12
Cavaleiro universal magnético	18
Fonte de alta tensão de saída polarizada	04
Conjunto para determinação das raíes espectrais do Na	05
Conjunto de máscaras para painéis com janelas	08
Suporte	04
Suporte giratório	03
Régua de adesão magnética	08
Régua metálica 355-0-355mm	05
Medidor de intensidade luminosa	04
Tripé universal	04
Lanterna de luz policromática	05
Fonte laser	05
Suporte para fixação de tubos espectrais	04
Banco óptico (barramento)	07

Fonte: Autora (2019)

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após feita a verificação e catalogação dos materiais, foi possível testar uma série de experimentos viáveis para servirem de base para a pesquisa. Tendo em vista a quantidade de alunos e o nível de uma turma de OFM, foi analisado a quantidade de instrumentos disponíveis para cada prática e a relevância das atividades de acordo com os assuntos que serão dados na teoria. Foram selecionados e citados abaixo oito experimentos que cabiam dentro das especificações.

5.1 DIFRAÇÃO DA LUZ POR REDES DE DIFRAÇÃO, ORIFÍCIOS E FENDAS

5.1.1 OBJETIVO

Observar os efeitos da interferência luminosa por meio de orifícios, fendas e redes de difração com constantes de rede conhecidas.

5.1.2 INTRODUÇÃO

Entende-se como difração uma característica que as ondas têm de desviar obstáculos ou orifícios que as interrompem parcialmente de realizar sua trajetória retilínea. De acordo com o estudo que Thomas Young (1773 – 1829) realizou em 1801 foi descoberto que o fenômeno de difração também ocorre com a luz, quando o físico realizou um experimento que a luz passa por um orifício, ela é difratada e se propaga em direção a dois outros orifícios ocorrendo uma nova difração, até esbarrar em um anteparo, percebendo assim que não aparecia somente uma linha reta, mas vários feixes de luz com diferentes intensidades, construtivas e destrutivas.

5.1.3 MATERIAIS UTILIZADOS

- 01 fonte laser;
- 01 barramento;
- 01 régua metálica 355-0-355mm;
- 03 cavaleiros universais;
- 01 anteparo com janela 1 para as redes;

- 01 anteparo com janela 2 para as máscaras;
- 01 conjunto de máscaras de adesão magnética;
- 01 rede de difração com constante $8,33 \times 10^{-5} \text{m}$;
- 01 rede de difração com constante $1,00 \times 10^{-6} \text{m}$.

5.1.4 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Figura 1 - Montagem dos experimentos 1 e 2



Fonte: Autora (2019)

A montagem consiste em fixar o anteparo com janela e a régua metálica nos cavaleiros. Logo em seguida colocar a lanterna laser na marca A da escala II do barramento, o anteparo na posição 100mm e a régua na posição 200mm, conforme mostra a figura 1.

Feito isso, inserir uma rede de difração ou máscara no anteparo com janela e só assim ligar a lanterna laser para fazer a observação. É importante ajustar o maior feixe de luz com a marca 0mm da régua. Depois disso os próximos passos consistem

em observar o fenômeno da trajetória da luz na régua com outros tipos de redes e máscaras.

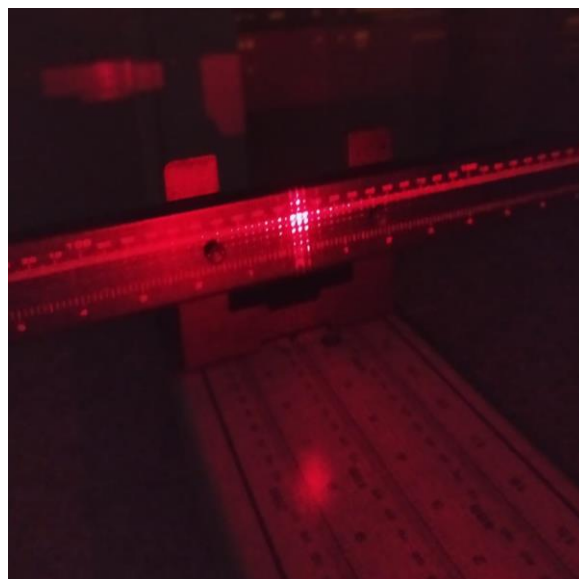
As figuras 2 e 3 seguintes mostram o que acontecem quando a luz ultrapassa as redes com constantes $1,00 \times 10^{-6} \text{m}$ e $8,33 \times 10^{-5} \text{m}$, respectivamente. Pode-se observar claramente o fenômeno de difração e os efeitos da interferência.

Figura 2 – Difração da luz por rede de difração, constante $1,00 \times 10^{-6} \text{m}$



Fonte: Autora (2019)

Figura 3 – Difração da luz por rede de difração, constante $8,33 \times 10^{-5} \text{m}$



Fonte: Autora (2019)

5.2 A MEDIDA DO COMPRIMENTO DE ONDA DE UM LASER, COM BARRAMENTO LINEAR

5.2.1 OBJETIVO

Calcular o comprimento de onda de um laser através de uma rede de difração com constante de rede conhecida utilizando o método de Young.

5.2.2 INTRODUÇÃO

O laser é um tipo de luz monocromática (possui comprimento de onda bem definido) que funciona a partir de uma emissão estimulada de radiação, além de ser coerente, ou seja, todos os fótons dos feixes emitidos estão em fase, também se propagam como um feixe de ondas praticamente paralelas.

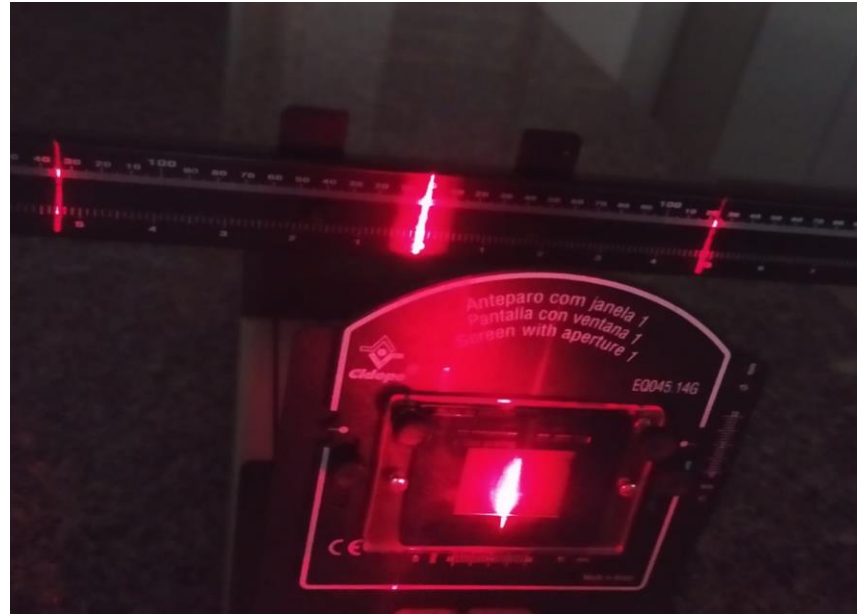
5.2.3 MATERIAIS UTILIZADOS

- 01 fonte laser com lente cilíndrica para espalhamento vertical ou horizontal;
- 01 barramento;
- 01 anteparo com janela 1;
- 01 régua metálica 355-0-355mm;
- 02 cavaleiros universais;
- 01 rede de difração com constante $1,00 \times 10^{-6} \text{m}$.

5.2.4 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Posicionar os equipamentos conforme o experimento 1, mostrado na figura 1 da página 24. Também colocar a lente cilíndrica de frente à lanterna para ajustar o feixe de luz, vertical ou horizontalmente, de modo que fique alinhado com a marca 0 da régua metálica. Desligar a lanterna laser sempre que for trocar a posição da lente para assim poder iniciar o procedimento. A seguir, a figura 4 mostra o feixe de luz ao ser interrompido parcialmente de realizar sua trajetória retilínea pela lente cilíndrica, sendo difratada na rede e incidindo depois na régua metálica.

Figura 4 – Difração da luz laser com barramento linear vertical



Fonte: Autora (2019)

5.3 A POLARIZAÇÃO DA LUZ

5.3.1 OBJETIVO

Observar o fenômeno da polarização de um feixe de luz de uma lanterna policromática. Comprovar que o laser é uma luz polarizada.

5.3.2 INTRODUÇÃO

O feixe de luz que é emitido por uma fonte luminosa vibra em numerosas direções e para cada diferente raio luminoso há um plano perpendicular, característico das ondas transversais, que podem ser polarizadas. A função do polaroide é filtrar ondas que incidem nele e que não são coincidentes com sua orientação de vibração

5.3.3 MATERIAIS UTILIZADOS

- 01 barramento;
- 01 fonte de luz policromática;
- 03 cavaleiros universais;
- 01 painel para projeção;

02 polaroides giratórios.

5.3.4 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Fixar o painel de projeção e os polaroides nos cavaleiros. Posicionar a lanterna na marca A da escala II, o painel na marca 525 e os polaroides entre eles, como mostra a figura 5. Ligar a lanterna e ficar alternando os graus dos polaroides. Também pode trocar a luz policromática por uma lanterna laser, observando as diferenças entre os dois tipos de luz.

Figura 5 - Montagem do experimento 3



Fonte: Autora (2019)

A figura 6 mostra o que ocorre quando ambos polaroides estão posicionados em 100° , o feixe de luz passa pelos polaroides giratórios e atinge o painel para projeção com a mesma intensidade luminosa que sai da lanterna. Já a figura 7 mostra o fenômeno da polarização quando a luz passa por um polaroide que está com 0° e tenta ultrapassar o segundo polaroide, que está em 100° . Note a diferença entre a incidência no painel para projeção como mostra nas duas imagens.

Figura 6 – Feixe de luz incidindo em polaroides com mesma angulação



Fonte: Autora (2019)

Figura 7 – Feixe de luz incidindo em polaroides com diferentes angulações



Fonte: Autora (2019)

5.4 A ÓPTICA GEOMÉTRICA E SUAS LIMITAÇÕES, A REFLEXÃO NO ESPELHO PLANO

5.4.1 OBJETIVO

Observar o fenômeno de reflexão a partir da incidência de uma luz policromática quando atinge um espelho plano.

5.4.2 INTRODUÇÃO

São três os princípios da óptica geométrica, que descrevem o que ocorre quando a luz se propaga em meios diferentes e o que acontece com sua trajetória. A segunda lei da reflexão diz que o ângulo de incidência tem a mesma medida que o ângulo de reflexão, com isso, a imagem formada por um espelho plano é determinada através do prolongamento dos raios refletidos (ALMEIDA).

5.4.3 MATERIAIS UTILIZADOS

- 02 barramentos;
- 01 fonte de luz policromática;
- 03 cavaleiros universais;
- 01 disco de Hartl com suporte giratório;
- 01 lente de 8 Di;
- 01 lente de 4 Di;
- 01 diafragma com 3 ranhuras;
- 01 espelho plano de fixação magnética.

5.4.4 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Posicionar o espelho plano na marca 0 do disco de Hartl, de modo que o mesmo fique perpendicular à escala e paralelo ao ângulo de 90° e também atravesse o ponto de incidência (meio exato do disco), depois fixar o diafragma e as duas lentes nos 3 cavaleiros. Feito isso, posicionar conforme a figura 5, colocando a lanterna na posição 0mm da escala III e o diafragma logo à sua frente, lente de 8 Di na marca 160 e lente de 4 Di na marca 525. Concluída a montagem, ligar a lanterna e ajustar para que o meio do feixe do raio de luz esteja no ponto de incidência.

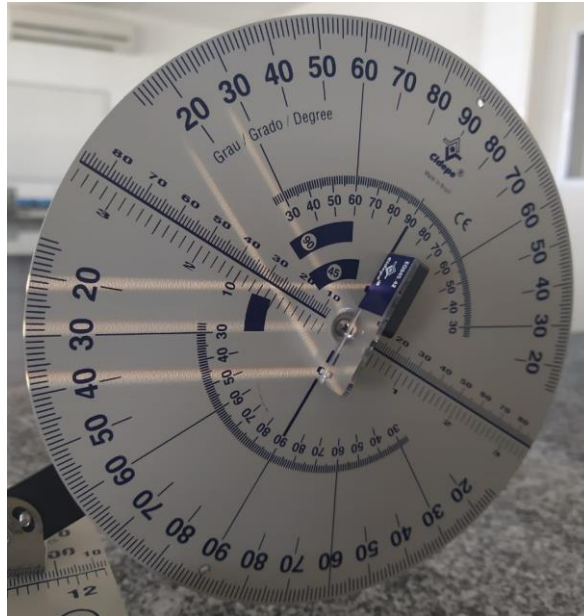
Figura 8 - Montagem dos experimentos 4, 5 e 6



Fonte: Autora (2019)

Uma alternativa seria colocar outro espelho plano posicionando ao lado do primeiro espelho no disco de Hartl, fazendo com que o ângulo entre os dois seja 45° e depois trocar para 90° , obtendo assim, reflexões múltiplas entre espelhos planos. A figura 9 mostra o resultado da trajetória da luz ao passar pelas lentes e refletir num espelho com uma angulação de aproximadamente 30° .

Figura 9 – Reflexão no espelho plano



Fonte: Autora (2019)

5.5 OS PRINCIPAIS ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DOS ESPELHOS ESFÉRICOS CÔNCAVO E CONVEXO E SEUS RAIOS PRINCIPAIS

5.5.1 OBJETIVO

Investigar a formação de imagens nos espelhos esféricos.

5.5.2 INTRODUÇÃO

Nesse experimento será possível complementar o estudo sobre reflexão da luz, determinando as características específicas de cada tipo de espelho esférico, observando a luz nele refletida formando ângulos e imagens diferentes.

5.5.3 MATERIAIS UTILIZADOS

- 02 barramentos;
- 01 fonte de luz policromática;
- 03 cavaleiros universais;
- 01 disco de Hartl com suporte giratório;
- 01 lente plano-convexa de 8 Di;

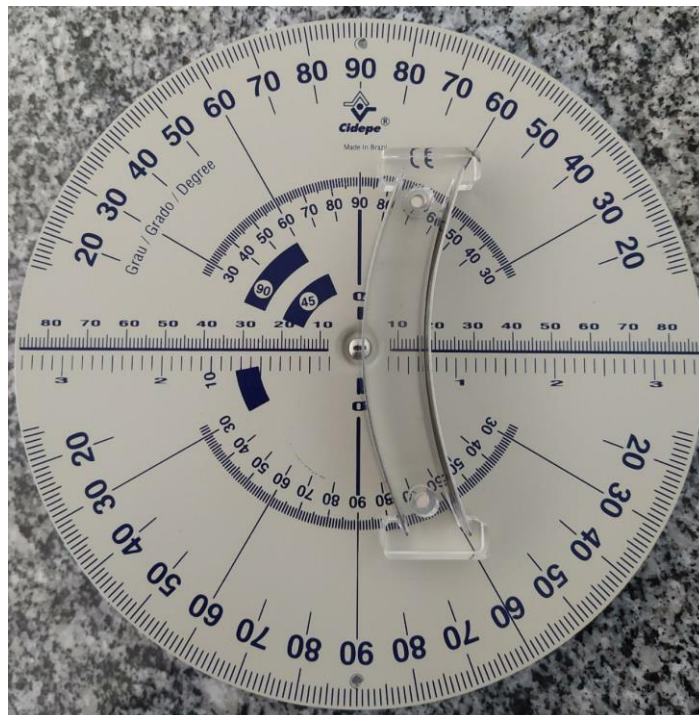
- 01 lente plano-convexa de 4 Di;
- 01 diafragma com 3 ranhuras;
- 01 perfil de espelhos côncavo e convexo;

5.5.4 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Situar todos os instrumentos no barramento de acordo com o experimento 4, conforme indica a figura 8 da página 31.

Para o ajuste, posicionar o perfil de espelhos no disco de Hartl para que ele fique entre a escala do disco, e que o ponto de incidência o reparta na metade, conforme a figura 10 abaixo. Inclinar um pouco o disco e verificar se a incidência do raio principal está de acordo com a escala. Para obter a outra face do espelho basta girar o disco 180° sem remover a peça.

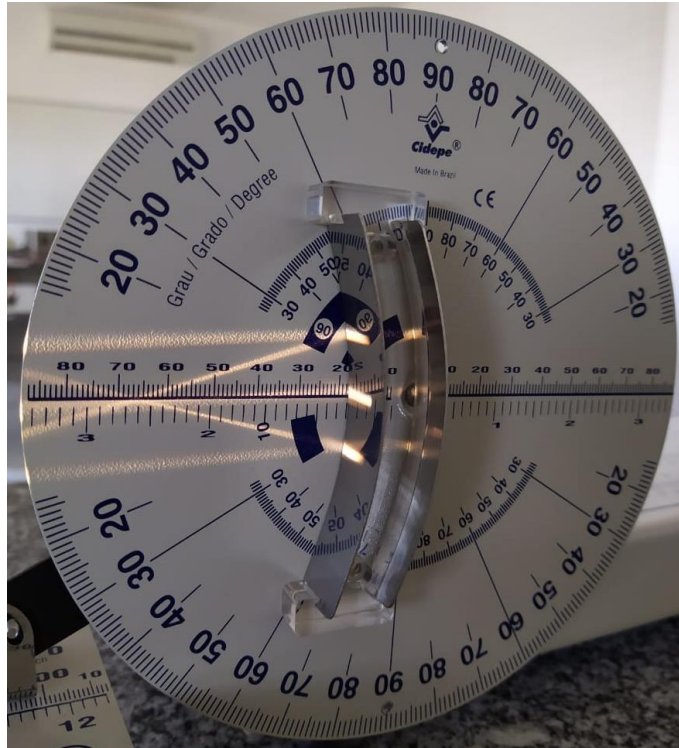
Figura 10 - Disco de Hartl com perfil de espelhos esféricos



Fonte: Autora (2019)

A figura 11 mostra o resultado da trajetória dos três feixes de luz quando passam por duas lentes e são refletidos no espelho côncavo. Com isso, é possível determinar cada cota de posicionamento no disco de Hartl.

Figura 11 – Reflexão da luz no espelho esférico côncavo



Fonte: Autora (2019)

5.6 A REFRAÇÃO DA LUZ E SUAS LEIS, OS DIÓPTROS

5.6.1 OBJETIVO

Diferenciar o fenômeno da refração da luz em 9 tipos de dióptros.

5.6.2 INTRODUÇÃO

Refração da luz é o nome dado ao fenômeno que ocorre quando o raio de luz muda de meio, ocasionando assim uma mudança na sua velocidade de propagação. Nesse experimento o meio que a luz irá incidir é o dióptro, que se caracteriza como um conjunto de pontos que determinam a superfície de separação entre dois meios transparentes (RAMOS).

5.6.3 MATERIAIS UTILIZADOS

- 02 barramentos;
- 01 fonte de luz policromática;

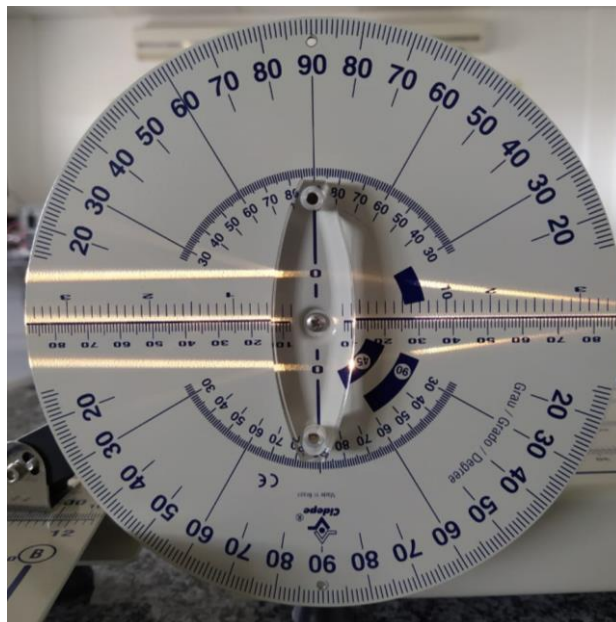
- 03 cavaleiros universais;
- 01 disco de Hartl com suporte giratório;
- 01 lente plano-convexa de 8 Di;
- 01 lente plano-convexa de 4 Di;
- 01 diafragma com 3 ranhuras;
- 01 conjunto de dióptros.

5.6.4 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Repetir o processo de montagem do experimento 4, conforme indicado na figura 8 da página 31. Feito isso, posicionar um dióptro no disco de Hartl para que assim possa ser discutido o fenômeno da luz refletida.

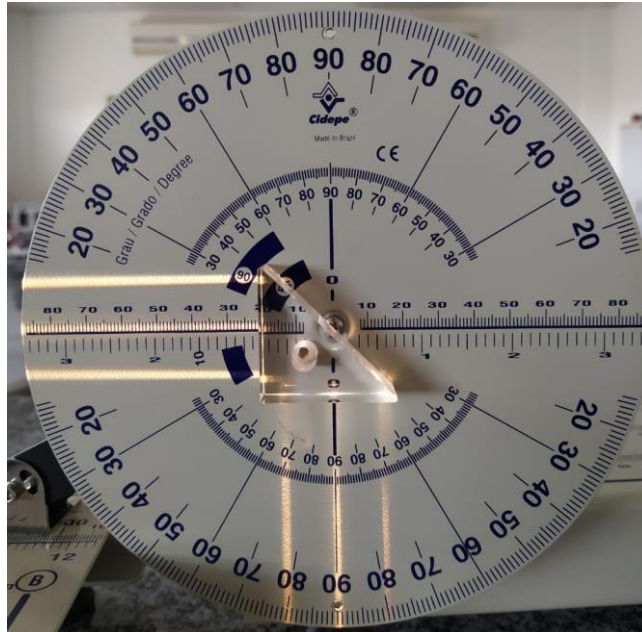
As figuras 12 e 13 seguintes mostram o fenômeno esperado dos raios de luz atingindo dois diferentes tipos de dióptros, a lente convergente e o prisma de 90°.

Figura 12 – Refração da luz na lente convergente



Fonte: Autora (2019)

Figura 13 – Refração da luz no prisma de 90°



Fonte: Autora (2019)

5.7 A MEDIDA DO COMPRIMENTO DE ONDA DAS FAIXAS ESPECTRAIS DA LUZ, INTERFERÊNCIAS

5.7.1 OBJETIVO

Discutir o fenômeno da difração da luz policromática e medir o comprimento de onda de cada uma das sete cores monocromáticas.

5.7.2 INTRODUÇÃO

A luz policromática é aquela que é composta por uma ou mais cores monocromáticas, que quando refrata em um meio de difração, é possível visualizar sua paleta de cores monocromáticas. Como exemplo disso tem-se o espectro eletromagnético visível do arco-íris, que nada mais é do que a luz solar (policromática) sendo desviada ao refratar-se em gotas de água ou de vapor, de acordo com sua velocidade de propagação, fazendo surgir assim as sete cores básicas.

5.7.3 MATERIAIS UTILIZADOS

- 01 lanterna de luz policromática;
- 02 cavaleiros universais;
- 01 régua de adesão magnética;
- 01 anteparo com janela 1;
- 01 rede de difração com constante $1,00 \times 10^{-6} \text{m}$.

5.7.4 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

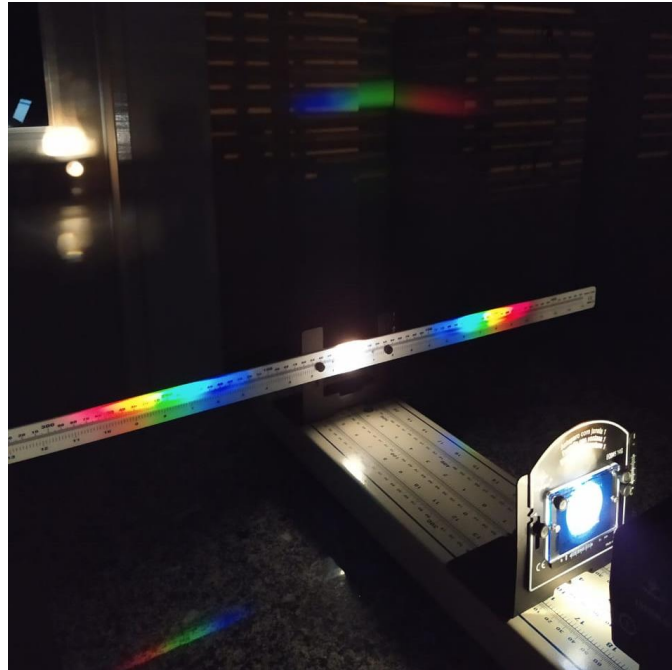
Figura 14 – Montagem do experimento 7



Fonte: Autora (2019)

Posicionar a lanterna na marca A da escala II, assim como acoplar o anteparo e a régua nos cavaleiros, colocando-os nas posições 0mm e 200mm respectivamente como indica figura 14. A figura 15 seguinte mostra o resultado esperado do experimento, conforme a luz policromática incide na rede de difração, o fenômeno característico que é semelhante ao do arco-íris aparece, surgindo assim as sete cores básicas refletidas na régua, tornando possível medir o comprimento de cada cor.

Figura 15 – Luz policromática incidindo em uma rede de difração



Fonte: Autora (2019)

5.8 A MEDIDA DO COMPRIMENTO DE ONDA DAS RAIAS ESPECTRAIS DO SÓDIO, HIDROGÊNIO, HÉLIO, MERCÚRIO, NITROGÊNIO E OXIGÊNIO UTILIZANDO BARRAMENTO E SAPATAS ALTAS

5.8.1 OBJETIVO

Determinar a cor específica de cada gás através da espectroscopia, assim como suas raias espectrais.

5.8.2 INTRODUÇÃO

Um gás ou vapor submetidos à uma elevada DDP excitando seus átomos tendem a emitir uma luz característica específica, que pode ser medido o comprimento através de suas respectivas radiações. Para melhor observar esse fenômeno, usa-se uma rede de difração para separar interferências construtivas de algumas cores, que possuem comprimentos de ondas compreendidos dentro da faixa de luz visível, das interferências destrutivas (escuras).

5.8.3 MATERIAIS UTILIZADOS

- 01 barramento;
- 04 extensões metálicas altas com sapatas niveladoras;
- 01 cavaleiro universal;
- 01 anteparo com janela 1;
- 01 rede de difração com constante $1,00 \times 10^{-6} \text{m}$;
- 01 conjunto para determinação das raias espectrais do Sódio;
- 01 suporte para fixação de tubos espectrais;
- 01 fonte de alimentação de alta tensão com cabos banana;
- 05 tubos espectrais com diferentes gases ou vapor.

5.8.4 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Inserir o tubo espectral no suporte e fixar a rede de difração no anteparo, posicionando na marca A da escala II de frente para o tubo, conforme indica a figura 16. Feito isso, conectar os cabos conforme as cores na fonte e iniciar a observação. Para determinar as linhas espectrais do Sódio basta posicionar manualmente a rede de difração à frente da torre de emissão, onde contém uma lâmpada com vapor de Sódio.

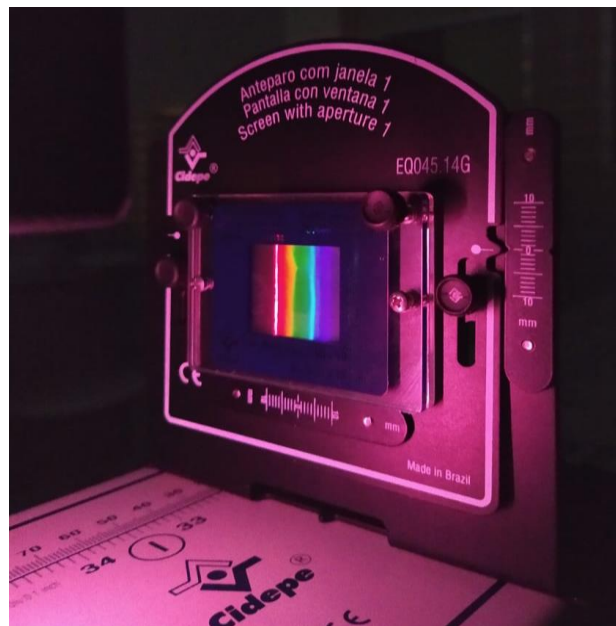
Figura 16 - Montagem do experimento 8



Fonte: Autora (2019)

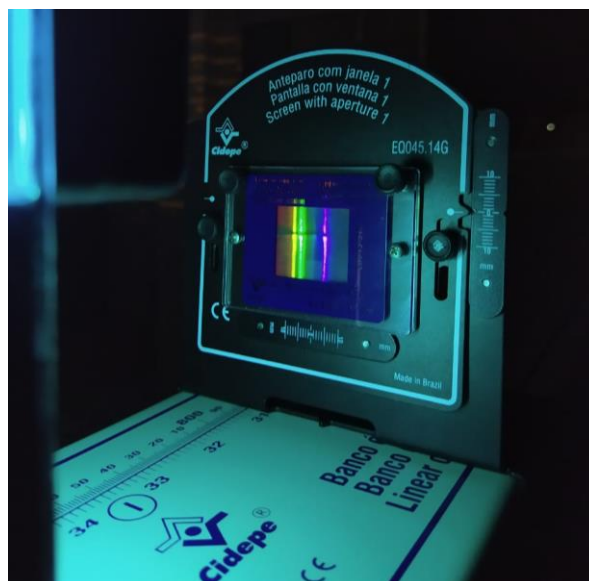
As linhas espectrais são mais bem observadas no período da noite, com a sala totalmente escura. Se primeiramente não for possível observar o fenômeno, aproximar a rede ao tubo até melhor visualizar. As figuras 17 e 18 mostram o que acontece quando a tensão de 4kV da fonte é aplicada nos tubos contendo Hidrogênio e Mercúrio, respectivamente. É possível observar e diferenciar as cores características dos elementos, tanto como suas raias espectrais.

Figura 17 – Raias espectrais do Hidrogênio



Fonte: Autora (2019)

Figura 18 – Raias espectrais do Mercúrio



Fonte: Autora (2019)

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a identificação dos instrumentos, tanto como sua devida utilização, foram reproduzidos diversos experimentos que poderão ser executados futuramente como escopo para atividades práticas. Isso foi possível pois, primeiramente, foi feita a limpeza e contagem das peças, separando-as para uma melhor praticidade. Logo em seguida, foi consultado o livro de atividades experimentais do banco Óptico III para aprender o manuseio adequado dos aparelhos. Assim, foram testados e apresentados oito experimentos com o objetivo de facilitar a didática do professor da disciplina optativa de OFM, tendo como proposta inicial a devida utilização do respectivo laboratório e os materiais essenciais para o dinamismo de atividades.

Por meio da pesquisa realizada no presente trabalho, discentes e docentes poderão vir a consultar instrumentos que aqui constam, visto que são materiais dinâmicos e de fácil manuseio. Dessa forma, não há objeções para a realização de práticas ligadas aos argumentos aprendidos na teoria.

Maior parte do desinteresse pelas ciências naturais começa no ensino fundamental, onde os alunos sentem muita dificuldade devido ao assunto complexo da teoria. Com o presente trabalho, poderão surgir propostas para projetos que atraiam alunos do nível fundamental e médio da região de Caraúbas, despertando o interesse dos mesmos com a visualização de fenômenos e o manuseio correto dos instrumentos.

Por fim, foi mostrado que os materiais estagnados possuem uma grande valia que não condiz com seu estado atual, ou seja, por serem caros e de difícil aquisição, não faz sentido continuarem encaixotados e inutilizáveis. Percebe-se que são experimentos dinâmicos que chamam atenção pelo fato de reproduzirem fenômenos interessantes de serem vistos. Com isso, poderão vir a contribuir para um completo estudo dessa parte tão essencial da Física que é o estudo da Óptica.

REFERÊNCIAS

- [1] ALMEIDA, Frederico Borges de. "**Reflexão da Luz em Espelhos Planos**"; *Brasil Escola*. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/reflexao-luz-espelhos-planos.htm>>. Acesso em 02 de agosto de 2019.
- [2] ALVES FILHO, Jose de Pinho. *Atividades experimentais: do método à prática construtivista*. 2000. 448f. Tese de Doutorado em Educação - Centro de Ciências da Educação da UFSC, Florianópolis, 2000.
- [3] BORGES, Antônio Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.
- [4] CARVALHO, João Soares, *A Metodologia nas Humanidades*. 1994. 20f. *Dissertação de Mestrado* – Universidade Portuguesa, Lisboa, 1994.
- [5] DA CRUZ, Gleidson Bomfim; CAMPOS, Joelma Bomfim da Cruz. **Laboratórios**. 4 ed. Cuiabá: UFMG, 2013.
- [6] DE AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. **Ensino de Ciências unindo a pesquisa e a prática**, p. 19, 2004.
- [7] DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa; VANNUCCHI, Andréa. O currículo de física: inovações e tendências nos anos noventa. **Investigações em ensino de ciências**, v. 1, n. 1, p. 3-19, 2016.
- [8] ESTRANHO, R. M. "**Como se forma o arco-íris?**". 2011. *Super abril*. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-se-forma-o-arco-iris/>>. Acesso em 29 de Julho de 2019.
- [9] FORÇA, Ana Claudia; LABURÚ, Carlos Eduardo; SILVA, OHM. **Atividades experimentais no ensino de física: teoria e práticas**. VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, v. 7, 2011.

[10] HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física: Óptica E Física Moderna. Vol. 4.** Grupo Gen-LTC, 2000.

[11] HODSON, Derek. **Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio.** Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.

[12] JÚNIOR, Joab Silas Da Silva. "**O que é polarização?**"; *Brasil Escola*. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-polarizacao.htm>>. Acesso em 29 de Julho de 2019.

[13] LABURÚ, Carlos Eduardo; DA SILVA, Osmar Henrique Moura. O laboratório didático a partir da perspectiva da multimodalidade representacional. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 3, p. 721-734, 2011.

[14] LIRA, J. C. L. "**Leis da Reflexão**", *Info Escola*. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/fisica/leis-da-reflexao/>>. Acesso em 29 de Julho de 2019.

[15] LUZ, Dayana Antunes da. *Ensino de física e a escola do campo: importância das atividades experimentais. 2016. 83f. Trabalho de conclusão de curso – UFFS, Paraná, 2016.*

[16] MARIANA, M. M. "**Laser**", *Alunos online*. Disponível em: <<https://alunosonline.uol.com.br/fisica/laser.html>>. Acesso em 30 de Julho de 2019.

[17] NÓVOA, António; ESTRELA, Albano. **Avaliações em educação: novas perspectivas.** Porto: Porto Editora, 1999.

[18] PACHECO, Fernanda Tavares. **A importância das práticas pedagógicas nas disciplinas laboratoriais em cursos de graduação.** 2008.

[19] RAMOS, Luiz Antonio Macedo. Livro de Atividades experimentais: Física experimental - Óptica - Banco óptico avançado 3 - EQ262B. **CIDEPE.**

[20] SANTOS, M. A. da S. "**A Experiência de Young**"; *Brasil Escola*. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/a-experiencia-young.htm>>. Acesso em 27 de Julho de 2019.

[21] SANTOS, M. A. da S. "**O Fenômeno da Difração**", *Mundo educação*. Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/o-fenomeno-difracao.htm>>. Acesso em 29 de Julho de 2019.

[22] TIPLER, Paul Allen; MOSCA, Gene. **Física para cientistas e engenheiros. Vol. 2: Eletricidade e Magnetismo, Óptica**. Grupo Gen-LTC, 2000.

[23] VILLANI, Carlos Eduardo Porto; DO NASCIMENTO, Silvania Sousa. A argumentação e o ensino de ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de física do ensino médio. **Investigações em ensino de Ciências**, v. 8, n. 3, p. 187-209, 2016.