



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ IFPI -
CAMPUS PARNAÍBA
COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

STEFÂNIA DE ARAUJO FERREIRA

**ATIVIDADES EXPERIMENTAIS COMO RECURSO FACILITADOR NO
PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DOS CONCEITOS DE ÓPTICA
GEOMÉTRICA**

PARNAIBA - PI
2023

STEFÂNIA DE ARAUJO FERREIRA

**ATIVIDADES EXPERIMENTAIS COMO RECURSO FACILITADOR NO
PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DOS CONCEITOS DE OPTICA
GEOMETRICA**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina TCC 2, do curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em física.

Orientador: Prof. Me. Bruno Pires Sombra

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

F383a Ferreira, Stefânia de Araujo
Atividades experimentais como recurso facilitador no processo de ensino-aprendizagem dos conceitos de óptica geométrica / Stefânia de Araujo Ferreira. — 2023.
50 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) –
Instituto Federal do Piauí, Campus Parnaíba, 2023.
Orientador: Profº. Me. Bruno Pires Sombra .

1.Física - Experimentos. 2.Oficina pedagógica. 3.Óptica geométrica.
I.Título.

CDD – 530

Elaborado por Micheline Angélica Aragão Gouveia CRB 3/1244

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS COMO RECURSO FACILITADOR NO PROCESSO DE
ENSINO-APRENDIZAGEM DOS CONCEITOS DE ÓPTICA GEOMÉTRICA

STEFÂNIA DE ARAUJO FERREIRA

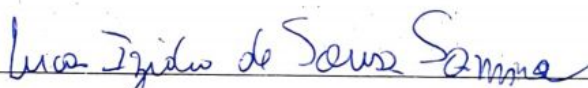
Aprovado em 24/01/2023

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado junto ao Curso de Licenciatura em Física do
IFPI/Campus Parnaíba, aprovado pela Banca Examinadora:



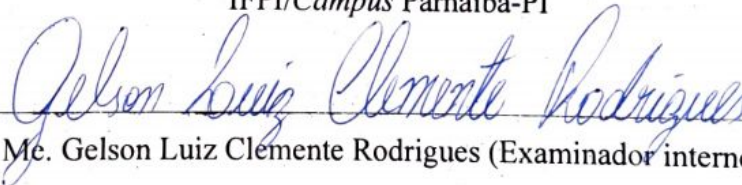
Prof. Me. Bruno Pires Sombra (Orientador) - Presidente

IFPI/Campus Parnaíba-PI



Prof. Me. Lucas Izidio de Sousa Sampaio (Examinador interno - IFPI)

IFPI/Campus Parnaíba-PI



Prof. Me. Gelson Luiz Clemente Rodrigues (Examinador interno - IFPI)

IFPI/Campus Parnaíba-PI

Parnaíba PI

2023

Dedico este trabalho à minha família. Em especial ao meus pais pelo apoio incondicional em todos os momentos difíceis da minha trajetória acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por todas as bênção, saúde e por me proporcionar essa e tantas outras conquistas.

Agradeço ao meu orientador Prof. Me. Bruno Pires Sombra, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória, por ser um exemplo de profissional ao qual tenho muito respeito.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à meus pais e meu irmão, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Aos meus amigos Thaynara, Edmilson, Bruna, Ângelo, Liziane, Nilson, Vinicius e João Victor por todo aprendizado durante o curso. Minha amiga Geísa, obrigada por todo apoio.

Agradeço também o meu esposo por toda paciência, dedicação e motivação. Obrigado por nunca ter deixado eu desistir.

A minha sogra, por ter ficado com a minha filha para que eu pudesse prosseguir nesta jornada.

E em especial a minha filha, que é o principal motivo de toda persistência.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização deste trabalho.

Obrigada!

“A vida não é fácil para nenhum de nós. Mas e daí? Nós devemos ter persistência e, acima de tudo, confiança em nós mesmos. Devemos acreditar que somos talentosos em alguma coisa, e que essa coisa, a qualquer custo, deve ser alcançada.”

Marie Curie.

RESUMO

Esse trabalho traz uma discussão a respeito do ensino de Física e suas dificuldades. É fato que a linguagem matemática rebuscada tem sua parcela de contribuição nessa estatística, mas os motivos vão além e são conhecidos. A metodologia de ensino tradicional já se mostrou ineficaz para suprir as exigências que estão sendo feitas pelo sistema. Os alunos estão criando aversão pela Física e cada vez mais se distanciando de um assunto considerado por eles difícil e tedioso. O objetivo desse trabalho é suprir as necessidades exigidas propondo uma metodologia de ensino atraente que desperte novamente no aluno seu instinto de curiosidade pela natureza e pelos fatos que o cerca. Como a Física tem um vasto campo de atuação foi selecionado o conteúdo de óptica geométrica e a metodologia utilizada é baseada na utilização de experimentos didáticos para a construção de conceitos e verificação de aplicações. Os experimentos foram aplicados na forma de uma oficina de óptica, nas escolas Centro Estadual de Tempo Integral Zulmira Xavier e na Unidade Escolar Raimundo Miranda de Brito, ambas na cidade de Luís Correia - PI, onde cinco aparatos foram montados estrategicamente para que os alunos pudessem visualizar os princípios da óptica geométrica e fizessem a relação da teoria e prática. De modo a contribuir com o processo de aprendizagem promovendo uma maior interação e participação dos alunos na construção do conhecimento. Os resultados mostraram satisfatórios do ponto de vista do público atraído e de todas as discussões realizadas durante as apresentações.

Palavras Chaves: Ensino de Física, oficina pedagógica, óptica geométrica, experimento de física.

ABSTRACT

This work brings a discussion about the teaching of physics and its difficulties. It is a fact that far-fetched mathematical language has its share of contribution in this statistic, but the reasons go further and are known. The traditional teaching methodology has already proved ineffective to meet the requirements that are being made by the system. Students are creating aversion to physics and increasingly distancing themselves from a subject considered difficult and tedious by them. The objective of this work is to meet the required needs by proposing an attractive teaching methodology that awakens again in the student his instinct of curiosity for nature and the facts that surround him. As physics has a vast field of action, the content of geometric optics was selected and the methodology used is based on the use of didactic experiments for the construction of concepts and verification of applications. The experiments were applied in the form of an optical workshop, in the schools Zulmira Xavier State Center of Full Time and in the Raimundo Miranda de Brito School Unit, both in the city of Luís Correia - PI, where five equipment sums were strategically assembled so that students could visualize the principles of geometric optics and make the relationship of theory and practice. In order to contribute to the learning process promoting greater interaction and participation of students in the construction of knowledge. The results showed satisfactory from the point of view of the attracted public and all the discussions held during the presentations.

Keywords: Physics teaching, pedagogical workshop, geometric optics, physics experiment.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: região (1) sombra da lua; região (2) penumbra; região (3) sombra da lua projetada na terra; região (4) é a penumbra projetada, nessa região ocorre o eclipse do sol; região (5) não há eclipse.....	20
Figura 2. Comportamento dos raios luminosos	21
Figura 3: Tipos Lentes esféricas.....	24
Figura 4: Lente biconvexa com índice de refração n_2 imersa em um meio homogêneo com índice de refração n_1	25
Figura 5: Raios projetados por laser nos espelhos	30
Figura 6: Imagem da sombra projetada pelo aparato quando os feixes luminosos da lâmpada encontram o obstáculo opaco.....	31
Figura 7: Feixes luminosos incidindo e refratando formando espelhos infinitos.	32
Figura 8: modelo opcional para recorte das lentes.....	33
Figura 9: projeção de feixes luminosos sobre a lente de acrílico	33
Figura 10: algumas das etapas da montagem da Luneta	34
Apêndices B	
Figura B 1: Aplicação da oficina	49
Figura B 2: Aplicação da oficina	49
Figura B 3: Aplicação da oficina	50
Figura B 4: Aplicação da oficina	50

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: você possui aulas práticas de Física?.....	35
Gráfico 2: Respostas dos alunos ilustradas por escolas.....	36
grafico 3: Você já visitou algum laboratório experimental?.....	36
Gráfico 4: Qual sua facilidade para aprender Física?	37
Gráfico 5: Qual dos experimentos apresentados você achou mais interessante?	37
Gráfico 6: Para você a demonstração dos experimentos foi:	38
Gráfico 7: Qual a importância você considera que as aulas práticas possuem?	38
Gráfico 8: Você se sente motivado ao participar de aulas experimentais de Física? Justifique.....	39
Gráfico 9: Dois raios de luz, que se propagam em um meio homogêneo e transparente, interceptam-se em certo ponto. A partir desse ponto, pode-se afirmar que:.....	40
Gráfico 10 : Os corpos que permitem a passagem parcial da luz se chamam:.	40
Gráfico 11: Uma lente, feita de material cujo índice de refração absoluto é 1,5, é convergente no ar. Quando mergulhada num líquido transparente, cujo índice de refração absoluto é 1,7, ela:	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Alguns materiais e seus respectivos índices de refração.	22
Tabela 2: Dados do público alvo da pesquisa	28
Tabela 3: Materiais experimento 1	29
Tabela 4: materiais utilizados para o experimento 2.....	30
Tabela 5: materiais utilizados para o experimento 3.....	31
Tabela 6: materiais do experimento 4	32
Tabela 7: material necessario para o experimento 6	34

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CETIZX	Centro Estadual de Tempo Integral Zulmira Xavier
UERMB	Unidade Escolar Raimundo Miranda Brito
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1	A BNCC e a Lei 13.415 – Reforma do ensino médio.....	14
2.2	Oficinas pedagógicas no processo de ensino aprendizagem.....	16
2.3	Aprendizagem em uma perspectiva sociointeracionista no ensino de Física	17
2.4	Óptica geométrica	19
2.4.1	Os princípios da óptica geométrica.....	20
2.4.2	As propriedades de reflexão e refração da luz	21
2.4.3	Associação em espelhos planos	23
2.4.4	O estudo qualitativo das lentes.....	24
3	METODOLOGIA.....	28
3.1	Local da pesquisa.....	28
3.2	Público alvo	28
3.3	Atividades Experimentais	29
3.3.1	Experimento 1: CAMINHO ÓPTICO	29
3.3.2	Experimento 2: PROJETOR DO BATMAN	30
3.3.3	Experimento 3: ESPELHOS INFINITOS.....	31
3.3.4	Experimento 4: COMPORTAMENTO DAS LENTES.....	32
3.3.5	Experimento 5: A LUNETAS TERRESTRE	33
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	35
4.1	Questionário aplicado antes da demonstração dos experimentos.....	35
4.2	Questionário aplicado depois da demonstração dos experimentos	37
4.3	Análise comparativa das questões diagnósticas do questionário 1 com suas repetições contida no questionário 2:.....	39
5	CONCLUSÃO.....	42
	REFERÊNCIAS.....	43
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIOS DA PESQUISA.....	45
	APÊNDICE B – FOTOS DA APLICAÇÃO DA OFICINA.....	48

1 INTRODUÇÃO

A Física explica fenômenos, acontecimentos e fatos que ocorre no dia a dia e por isso o seu entendimento é de grande importância para o desenvolvimento humano, porém na maioria das vezes é vista pelos discentes como uma disciplina de difícil assimilação por envolver cálculos matemáticos e não conter tanta ludicidade, tornando-a enfadonha e de pouca relevância (MOREIRA, 2021).

Existe uma alternativa de tornar o ensino de Física mais atraente e eficaz ao combate as abordagens monótonas que dificultam o aprendizado e interesse dos alunos: aulas de experimentais (CASTRO, 2017). Entretanto, é uma realidade comum da maioria das escolas públicas, principalmente as escolas de zonas rurais, a falta de laboratórios de Física, o que dificulta a apresentação dos fenômenos físicos de forma prática, com isso muitos professores se limitam a abordar os conteúdos tradicionalmente, com a utilização de pincel e quadro.

A perspectiva da prática do ensino de ciências tem sido repensada de forma que se consiga obter resultados mais satisfatórios. (FEYNMAN, 1985) relata que no Brasil as crianças começam a estudar física bem antes das crianças nos Estados Unidos da América, mesmo assim o número de físicos brasileiros não é muito maior que a quantidade de físicos Norte-Americanos. Essa realidade é uma consequência da metodologia de ensino ultrapassada que exige somente a memorização e não valoriza criatividade, subjetividade, saberes prévio e a participação ativa na construção do conhecimento.

Segundo (SÉRÉ, COELHO e NUNES, 2003, p. 41) “ao diversificar as atividades e as abordagens, dando-lhes uma conotação mais de acordo com as atividades científicas, cria-se no aluno uma nova motivação e um novo interesse para as atividades experimentais”. É justamente por isso que a inovação metodológica é um processo contínuo que deve estar sempre se renovando de forma a atender as necessidades dos alunos e possibilite um ensino aprendizado de ciências mais efetivo.

Direcionando o olhar aos conteúdos de óptica, a ausência de um laboratório é considerado um grande desafio para abordagem dos conceitos, já que se trata de algo abstrato, que necessite de visualização para sua compreensão. Dessa forma é de fundamental importância que o professor busque alternativas para melhorar o processo de ensino, utilizando de atividades interativas em que os alunos possam de

forma cooperativa assimilar os conteúdos. Segundo (VYGOTSKY, 1989), o desenvolvimento cognitivo do discente se dá pela interação, troca de saberes. Logo o professor elaborando uma atividade, que os alunos possam aprender com seus colegas, possibilitará um enriquecimento no aprendizado em sala de aula.

Levando em consideração o cenário atual, as metodologias não podem mais ser limitadas a abordagem tradicionais, com cálculos matemáticos e sem uso de experimentação, tendo em vista a caracterização dos discentes que estão completamente imersos em um mundo em constante desenvolvimento, sendo inseridos na tecnologia desde as primeiras horas de vida (ROSA, 2003). Logo de acordo com a BNCC, “ser criativo, analítico-crítico, participativo, aberto ao novo, colaborativo, resiliente, produtivo e responsável requer muito mais do que o acúmulo de informações” (BRASIL, 2018, p. 14).

Mediante a problemática apresentada, este trabalho trata de uma oficina que auxilie a abordagem da óptica geométrica, levando em consideração as dificuldades de assimilação dos conteúdos por parte dos alunos, ao qual são submetidos a aulas pouco interativas. Onde conta com experimentos que possam ser trabalhados em grupos, o que auxiliará o aprendizado através de interações sociais. A visualização dos conceitos de forma prática, melhora o senso crítico, a participação, a produtividade, sendo atributos esperado de uma educação de qualidade (GONÇALVES e GOI, 2018).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para apresentar uma alternativa a abordagem do ensino de óptica geométrica, primeiramente vamos compreender sobre conceitos importantes que ajudaram na elaboração deste material didático. Iniciando pelo tópico 2.1 A BNCC e a lei 13.415 que trata dos documentos estruturantes de apoio a educação básica ao qual se direciona este trabalho. Posteriormente trataremos sobre as oficinas pedagógicas no processo de ensino aprendizagem no tópico 2.2, seguido da aprendizagem em uma perspectiva sociointeracionista no ensino de Física no tópico 2.3 e por fim será exposto conceitos relevantes de óptica geométrica que serão necessário para a realização da oficina.

2.1 A BNCC e a Lei 13.415 – Reforma do ensino médio

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) trata-se de um documento que contém normas que definem o desenvolvimento dos alunos durante toda a educação

básica, de modo a assegurar seus direitos de aprendizagem no âmbito federal, estadual e municipal, onde se espera a desfragmentação das políticas educacionais, beneficiando uma educação comum entre às três esferas nacionais (BRASIL, 2018).

Para articula-se na construção do conhecimento, atitude e valores; a BNCC trabalha a educação básica mediante a perspectiva de dez competências gerais para garantir o direito de aprendizado dos estudantes. Onde se define *competência* como sendo “a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e sócio emocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho” (BRASIL, 2018, p. 8). Direcionando de forma organizada a realização da construção dos princípios do cidadão, o que já é previsto no Art. 205 da constituição federal, que garante o pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho (BRASIL, 1988).

Além das competências, a BNCC trabalha com habilidades que são destinadas a níveis específicos da educação básica, dividida por áreas do conhecimento, como descrito na Lei n.º 13.415 de 2017:

A Base Nacional Comum Curricular definirá direitos e objetivos de aprendizagem do ensino médio, conforme diretrizes do Conselho Nacional de Educação, nas seguintes áreas do conhecimento: I - linguagens e suas tecnologias; II - matemática e suas tecnologias; III - ciências da natureza e suas tecnologias; IV - ciências humanas e sociais aplicadas (BRASIL, 2017).

No ensino médio, a área de ciências da natureza e suas tecnologias é composta pelas disciplinas de física, química e biologia; e “propõe que os estudantes possam construir e utilizar conhecimentos específicos da área para argumentar, propor soluções e enfrentar desafios locais e/ou globais, relativos às condições de vida e ao ambiente” (BRASIL, 2018).

Além das áreas do conhecimento, a lei 13.415 destaca em seu art. 36 a questão dos itinerários formativos, onde afirma que o currículo do ensino médio deve ser composto por “itinerários formativos, que deverão ser organizados por meio da oferta de diferentes arranjos curriculares, conforme a relevância para o contexto local e a possibilidade dos sistemas de ensino” (BRASIL, 2017). Esta condição contribui significativamente para o desenvolvimento do estudante, pois oferece um percurso formativo diversificado para atender aos diversos interesses dos alunos: aprofundamento acadêmico e formação técnica profissional.

A BNCC no ensino médio não conta com uma estrutura curricular fixa para disciplinas ou áreas do conhecimento. Sendo função da escola elaborar sua estrutura curricular conforme a necessidade e realidade, levando em consideração o próprio contexto em que o aluno esteja inserido.

Os sistemas de ensino e as escolas devem construir seus currículos e suas propostas pedagógicas, considerando as características de sua região, as culturas locais, as necessidades de formação e as demandas e aspirações dos estudantes. Nesse contexto, os itinerários formativos, previstos em lei, devem ser reconhecidos como estratégicos para a flexibilização da organização curricular do Ensino Médio, possibilitando opções de escolha aos estudantes (BRASIL, 2018, p. 471).

Logo, o ensino pode ser proposto por situações mais colaborativas como: laboratórios, oficinas, observatórios, núcleo de estudos e entre outros. Desta forma apostar em trabalhos envolvendo oficinas pedagógicas é de grande relevância ao aprendizado do docente e se realinha as demandas citada na própria BNCC.

2.2 Oficinas pedagógicas no processo de ensino aprendizagem

Uma dentre suas várias atribuições da escola é promover meios os quais possam estimular os alunos a compreender melhor o conteúdo abordado pelo professor, logo o processo de aprendizagem é multidimensional (VEIGA SIMÃO, 2006), o qual aborda alguns parâmetros: cognição, motivação, comportamento, contexto social, pois cada pessoa possui seu modo de aprender e seu tempo para compreender, tendo como base suas experiências.

Desse modo criar estratégias que envolvem o processo de ensino e aprendizagem torna-se fundamental para inserir o discente em um contexto onde ele seja capaz de vivenciar situações que possa refletir e processar sobre os conteúdos estudados. Isto pode ser feito através de oficinas pedagógicas, aos quais viabilizam meios e recursos que facilitam o aprendizado (DE MEDEIROS AGUIAR e DA SILVA, 2021).

Muitos estudantes durante sua trajetória acadêmica participam de aulas puramente tradicionais, seja por ausência de laboratórios ou por carga horarias limitadas que justificam a não realização de aulas práticas. Esse fator dificulta o rendimento escolar, já que acarreta desânimo e desinteresse em relação às disciplinas, principalmente as de ciências. Neste quesito as oficinas podem auxiliar na diversificação de abordagem que contemple um melhor aprendizado, já que as

oficinas pedagógicas é um espaço ao qual busca-se estreitar as relações teóricas e práticas (CARDOSO, COSTA e BRITO, 2017).

Um dos benefícios da utilização de oficinas pedagógicas se dar pela dinamização da abordagem dos conteúdos. Como afirma Monteiro et al. (2019)

A questão fundamental das oficinas é inovar e transmitir os conteúdos de uma forma mais simples e descontraída, trazendo o assunto escolar para o cotidiano dos alunos. Mostrando-os que o aprender e o ensinar não são práticas mecânicas, mas sim práticas prazerosas e divertidas” (MONTEIRO, SOUSA, et al., 2019).

Através das oficinais o aluno pode trabalhar os conteúdos de forma cooperativa, adquirindo o conhecimento de maneira conjunta com os colegas, de uma forma mais descontraída e divertida, unificando o que se aprende na teoria com as práticas. Por isto esta abordagem pode ser considerada como “uma excelente maneira do professor-educador estimular o desenvolvimento social, cognitivo, histórico e interativo dos seus alunos” (MONTEIRO, SOUSA, *et al.*, 2019).

2.3 Aprendizagem em uma perspectiva sociointeracionista no ensino de Física

O ensino de Física reque uma compreensão dos fenômenos naturais que nos rodeiam, buscando uma maior interação com o ambiente e as pessoas que nele habitam. Neste sentido, uma abordagem baseada em interação social e no pressuposto histórico tornasse favorável no processo de ensino aprendizagem.

A abordagem citada anteriormente já existe, e é conhecida por sociointeracionista, desenvolvida principalmente por Levi Vygotsky, ao qual acreditava que o desenvolvimento é feito ao longo de um processo histórico, cultural e social. Para Vygotsky o homem não possui relação direta com mundo, e sim necessita de uma relação mediada através de sistemas simbólicos e instrumentos que ligam o sujeito ao mundo (OLIVEIRA, 2006).

A mediação destacasse como um conceito importantíssimo na concepção vygotskyana, na qual é definida e exemplificada por Oliveira como sendo:

Em termos genéricos, é o processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação; a relação deixa, então, de ser direta e passa a ser mediada por esse elemento. Quando um indivíduo aproxima sua mão da chama de uma vela e a retira rapidamente ao sentir dor, está estabelecida uma relação direta entre o calor da chama e a retirada da mão. Se, no entanto, o indivíduo retirar a mão quando apenas sentir o calor e lembrar-se da dor sentida em outra ocasião, a relação entre a chama da vela e a retirada da mão estará mediada pela lembrança da experiência anterior. Se, em outro caso, o indivíduo retirar a mão quando alguém lhe disser que pode se

queimar, a relação estará mediada pela intervenção dessa outra pessoa (OLIVEIRA, 2006, p. 26).

A maneira pelo qual o indivíduo interage com o mundo, afeta diretamente na sua concepção e aprendizado, tendo em vista que ele está constantemente sendo mediado através das relações sociais. O que leva a entender que a mediação sucede o tempo todo e de diferentes formas. Esta ocorre ao ler um livro, ao falar, ao interagir com colegas ou com professores, entre outros (OLIVEIRA, MIRANDA, *et al.*, 2022, p. 19067)".

Vygotsky especifica dois tipos de elementos mediadores: os instrumentos e os signos. O primeiro têm a função de regular as ações sobre os objetos do mundo, e o segundo, de regular as ações sobre o aparelho psíquico humano (BORGES, 2000).

Os instrumentos são caracterizado por estarem externo ao indivíduo, ligado a execução do trabalho, como a utilização de ferramentas que otimizam a realização de atividades no dia a dia. Já os signos, também denominados de instrumentos psicológicos, atuam interno ao sujeito, auxiliando no desempenho de atividades que demandam memorização e atenção.

Logo, as ferramentas utilizadas para a montagem dos experimentos durante uma aula prática, são caracterizadas como um instrumento, a utilização desse experimento atuará como signo que auxiliaram na visualização dos conceitos, facilitando o aprendizado através da percepção do ocorrido pela a utilização do aparato.

Outro conceito importante presente na concepção vygotskyana é o da zona de desenvolvimento proximal (ZDP). Para entendermos este conceito é importante conhecer os níveis de desenvolvimento. O primeiro é estabelecido como nível de desenvolvimento real, caracterizado pela capacidade de desenvolver tarefas sem o auxílio de outras pessoas, trata-se de algo já aprendido pelo indivíduo. Já o segundo é chamado de nível de desenvolvimento potencial, aquele em que o ser humano é capaz de realizar tarefas mediado por um colaborador mais capacitado, algo que ele possa fazer quando lhe é demonstrado, ou indicado de alguma forma que auxilie a execução de determinada tarefa ou processo (OLIVEIRA, 2006).

Para vogostiky a ZDP encontra-se entre o intervalo que estabelece aquilo que já se pode fazer de forma independente, com o que se consegue realizar com ajuda de pessoal mais capacitadas, ou seja, é o processo pelo qual o indivíduo parte

da sua zona de desenvolvimento real até atingir o seu desenvolvimento potencial (VYGOTSKY, 1989).

O professor ao abordar uma aula experimental através de uma oficina ao qual utilizará de instrumentos que facilitam o aprendizado, estará atuando como elemento mediador assim como os colegas que interagirem durante a sua participação na abordagem. Por tanto é com base na perspectiva sóciointeracionista que entendemos que o uso de recursos atrelados a contextualização e explicação do conteúdo, colaboram significativamente no processo de ensino aprendizagem.

2.4 Óptica geométrica

Existem duas teorias que abordam os fenômenos relacionados às propriedades da luz: A teoria corpuscular e a ondulatória¹. A ideia de que a luz possui natureza ondulatória já havia sido discutida parcialmente por Newton que verificou em seus experimentos fenômenos de interferência luminosa que formaram os chamados anéis de Newton e também o espectro contínuo que compõe a luz visível proveniente do Sol.

Segundo (NUNSENZVEIG, 2002), Newton havia estabelecido comprimentos de ondas para cada cor do espectro luminoso. Porém seu trabalho também era embasado pela teoria corpuscular. Foi somente após os trabalhos de Thomas Young, no ano de 1801, que a teoria ondulatória da luz prevaleceu. Já a teoria corpuscular, baseada a partir de observações conhecidas desde as épocas mais remotas, foi abordada por Galileu Galilei que utilizou seus princípios para construir lunetas astronômicas que possibilitaram o estudo dos astros do sistema solar. Seus estudos sobre astronomia foram revolucionários e contribuíram para erradicar o modelo geocêntrico, que considerava a Terra como centro do universo. Além dos trabalhos de Galileu, outras aplicações tecnológicas, como o uso de lentes para correção de defeitos visuais, são frutos dos trabalhos de cientistas que abordaram a teoria corpuscular da luz.

A óptica geométrica é compatível com os princípios da teoria corpuscular da luz e é também o foco das atividades desenvolvidas nesse trabalho. Embora suas

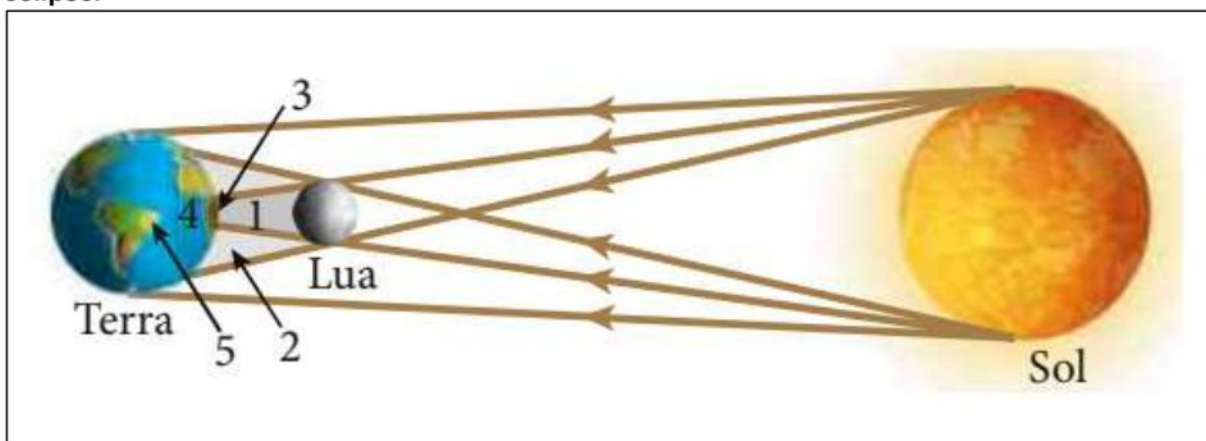
¹ A teoria ondulatória da luz geralmente não é discutida no ensino médio, pois envolve técnicas com cálculo diferencial da matemática avançada. Mesmo assim, alguns conceitos podem ser introduzidos como o processo de reflexão da luz, refração e polarização.

aplicações sejam restritas a escalas macroscópicas e não explique algumas propriedades como: interferência, difração e polarização, sua área de atuação é extremamente abrangente e suas inferências dão significado a efeitos magníficos tais como eclipses. Além disso, a óptica geométrica é objeto de estudo em cursos de física básica de nível superior e médio e contribuem com a contextualização e resolução de situações problemas do cotidiano. Por isso sua discussão é indispensável.

2.4.1 Os princípios da óptica geométrica

O estudo da óptica geométrica baseia-se em três princípios básicos fundamentais. O primeiro estabelece que a luz, em meios isotrópicos e homogêneos, se propaga em linha reta. Como consequência, fontes de luz pontuais, cujas dimensões podem ser desprezadas em confronto com as distâncias de luz percorrida, projetam sombras quando seus feixes luminosos emitidos encontram um obstáculo e não chegam àquela região. Já as fontes de luz extensas, cujas dimensões não podem ser desprezadas, projetam regiões de sombras e também de penumbras onde somente partes dos raios luminosos penetram a região. Esses fenômenos dão origem a eclipses totais ou parciais que podem ser solares ou lunares, a figura 1 ilustra a lua projetando sobre a terra uma região de sombra e penumbra durante um eclipse solar.

Figura 1: região (1) sombra da lua; região (2) penumbra; região (3) sombra da lua projetada na terra; região (4) é a penumbra projetada, nessa região ocorre o eclipse do sol; região (5) não há eclipse.

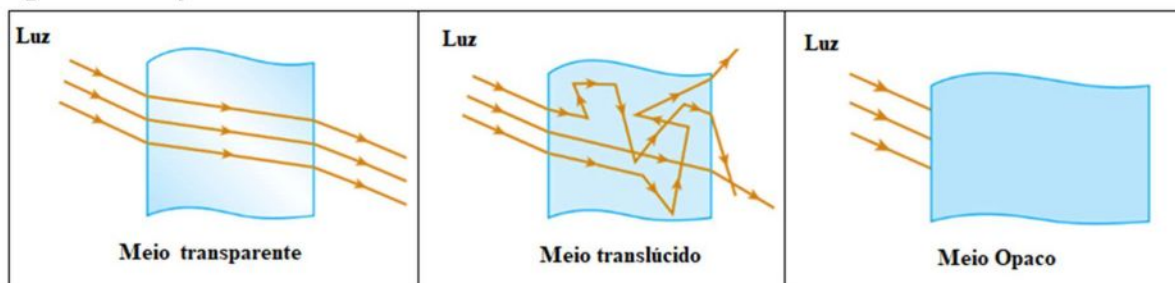


Fonte: livro (BÔAS, DOCA e BISCOULA, 2016); Física 2: termologia, ondulatória, óptica.

Obstáculo que impede a passagem dos raios de luz e ocasiona a formação de sombras e/ou penumbras é um objeto opaco. Quando o corpo permite a passagem dos raios de luz ele pode ser transparente ou translúcido, a figura 2 mostra o

comportamento dos raios de luz ao passar por objetos que possuem tal característica.

Figura 2. Comportamento dos raios luminosos



Fonte: adaptado de VILLAS BÔAS, DOCA, E Biscuola; Física 2: termologia, ondulatória, óptica.

De acordo com RAMALHO (2015), meios transparentes e translúcidos permitem a passagem de luz, que segue trajetória regular nos meios transparentes e irregulares nos meios translúcidos. Por isso, materiais como o ar, a água em finas camadas e o vidro comum permitem a visualização de imagens nítidas e constituem materiais transparentes; enquanto o vidro fosco e o papel seda permitem a visualização de imagens sem nitidez e são exemplos de materiais translúcidos. Já o concreto e a madeira não permitem a visualização de imagens e por isso são ditos opacos.

O segundo princípio em que se baseia a óptica geométrica, é o da independência dos raios luminosos: quando raios de luz se cruzam, cada um segue sua trajetória como se os outros não existissem. Isso pode ser verificado, por exemplo, no trânsito quando feixes luminosos provenientes de faróis de carros ou motocicletas se encontram e não sofrem desvios. O terceiro princípio estabelece que a trajetória do raio de luz, independe do seu sentido de propagação.

2.4.2 As propriedades de reflexão e refração da luz

Existem dois fenômenos de natureza ondulatória da luz que são discutidos e representados pela óptica geométrica: a reflexão e a refração. Costuma-se representar esses fenômenos de forma independente, mas na verdade, eles ocorrem simultânea e frequentemente. Pelo primeiro princípio citado anteriormente um feixe de luz propaga-se de forma retilínea em meios homogêneos, mas o que acontece quando o feixe passa de um meio para outro? Verifica-se experimentalmente que ao incidir em um meio com determinado ângulo de incidência formado com o versor normal àquela superfície, o raio de luz reflete-se no mesmo plano delimitado pelo

versor normal e o raio incidente, formando um ângulo de reflexão com a normal igual ao ângulo de incidência, equação 1.

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

Além disso, ao penetrar no meio o raio de luz sofre um desvio que depende exclusivamente das propriedades do material. Quando um feixe de luz passa de um meio a outro e aproxima-se da normal, diz-se que segundo meio é mais refringente que o primeiro. Dessa forma, convencionou-se o índice de refração do “vácuo” igual a 1 e a partir desse valor base é possível calcular os índices de refração de cada meio de acordo com o comportamento do feixe de luz que penetra esses meios, não existindo meios com índices de refração menor que 1 (HALLIDAY, RESNICK e WALKER., 2016). A tabela 1 indica alguns materiais e seus respectivos índice de refração.

Tabela 1: Alguns materiais e seus respectivos índices 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

Fonte: LIDE., D.R. (Ed). CRC. Handbook of Chemistry and Physics. Ed. Boca Raton: CRC Press, 2006-2007.

Quando os raios solares incidem na superfície da Terra eles sofrem um pequeno desvio e difundem-se por todo meio. Por isso, não é correto afirmar que o índice de refração do ar é o mesmo do “vácuo”, mas costuma-se fazer a aproximação. É importante frisar que os desvios dos raios são constantes apenas para feixes luminosos monocromáticos, já que ondas com diferentes comprimentos sofrem diferentes desvios. Willebrord Snell enunciou a lei da refração que relaciona o raio

refratado, que também pertence ao plano do raio incidente, com o ângulo incidente e índice de refração relativo entre os meios. Assim, pode-se escrever:

$$\sin \theta_i \cdot n_1 = \sin \theta_R \cdot n_2 \quad (2)$$

Esses conceitos são necessários para explicar a formação de imagens em espelhos planos e esféricos e também explicam o comportamento convergente ou divergente de raios de luz que incidem sobre lentes esféricas.

2.4.3 Associação em espelhos planos

O elemento mais simples trabalhado pela óptica geométrica é o espelho plano. Quando os raios de luz provenientes de uma fonte pontual incidem sobre um espelho plano com ângulos diferentes, eles sofrem reflexão e afastam-se uns dos outros na região a frente do espelho, mas seus prolongamentos encontram-se em um ponto equidistante do espelho e formam a imagem daquela fonte pontual. Quando uma imagem é formada pelo prolongamento dos raios luminosos diz-se que ela é virtual e nesse caso não emanam raios de luz da imagem. Quando a imagem é formada pelos próprios raios luminosos diz-se que ela é real. Quando dois espelhos planos são posicionados de maneira que formem um ângulo de abertura entre suas superfícies refletoras e um ponto objeto é posicionado entre eles, várias imagens são formadas a partir das múltiplas reflexões dos raios luminosos emitidos. Essas imagens, segundo RAMALHO (2015), estão contidas em uma circunferência cujo centro coincide com o ponto de encontro do espelho e seu raio é limitado pela própria posição do objeto. É possível utilizar uma fórmula simples para verificar o número de imagens formadas por essa associação de espelhos:

$$N = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1 \quad (3)$$

Essa fórmula é aplicável quando o quociente é par estando o objeto em qualquer posição entre os espelhos, ou quando for ímpar e o objeto estiver sobre a bissetriz do ângulo formado pelos espelhos. De acordo com essa fórmula, se os espelhos estiverem paralelos, tomando o limite para ângulos muito pequenos:

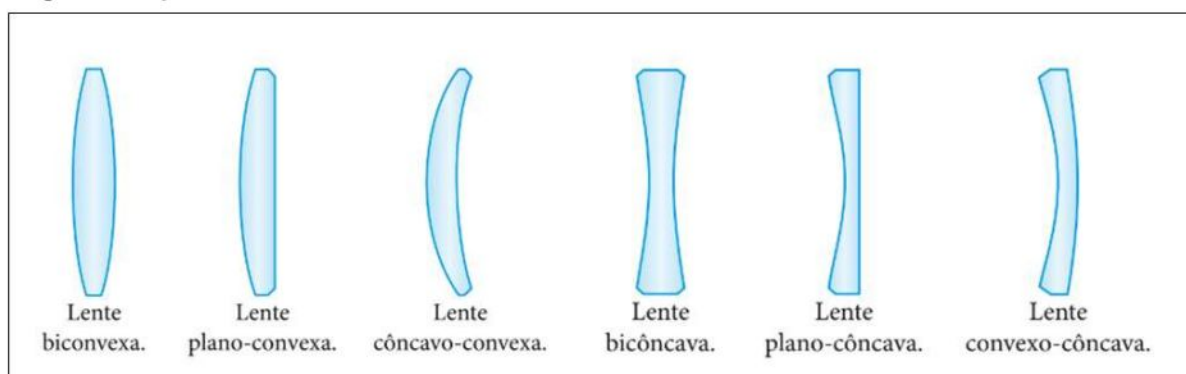
$$\lim_{\alpha \rightarrow 0} N = \lim_{\alpha \rightarrow 0} \frac{360^\circ}{\alpha} - 1 = \infty \quad (4)$$

Ou seja, quando os espelhos são posicionados paralelos entre si e um ponto objeto é colocado entre eles, infinitas imagens são formadas. Esse resultado não é facilmente aceito pelos alunos, que têm dificuldade de visualizar tal fato. Um dos experimentos propostos pela oficina ilustra esse fenômeno. Embora não seja tão comum visualizar esse fenômeno ele é utilizado em algumas instituições para efeitos estéticos.

2.4.4 O estudo qualitativo das lentes

Outros instrumentos de importância fundamental no estudo da óptica geométrica são as lentes esféricas. Na concepção de RAMALHO (2015), as lentes são sistemas ópticos constituídos por três meios homogêneos separados por uma superfície refratora que pode ter características esféricas e/ou planas. Os meios externos são os mesmos, geralmente o ar, enquanto o meio intermediário corresponde a lente que geralmente é alguma espécie de vidro. A Figura 3 relaciona os principais tipos de lentes.

Figura 3: Tipos Lentes esféricas.



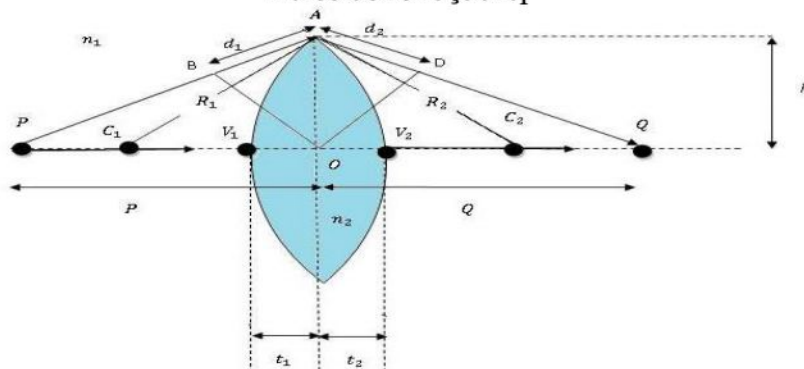
Fonte: adaptado do livro (BÔAS, DOCA e BISCUOLA, 2016)

As lentes possuem os seguintes componentes geométricos em sua constituição:

1. Centro de curvatura das faces da lente
2. Raios de curvatura
3. Eixo principal, que diz respeito a uma reta que passa pelos dois centros de curvatura.
4. Vértices, que representa o ponto de encontro entre as faces e o eixo principal.
5. Espessura. Distância entre os dois vértices.

Com esses componentes é possível realizar o estudo qualitativo do comportamento de um raio de luz que incide sobre a superfície de uma lente delgada². Basicamente, quando os raios de luz incidem sobre a superfície de uma lente eles podem convergir ou divergir de um ponto. O comportamento dos raios incidentes dependerá da geometria e do índice de refração relativo da lente e o meio em que ela está inserida. O ponto onde os raios incidentes convergem é chamado de foco e existe uma equação que pode definir a distância focal de uma lente a partir dos raios de suas superfícies refratoras. Para encontrar essa equação, será considerada uma lente biconvexa³ (figura 4) que refrata raios luminosos.

Figura 4: Lente biconvexa com índice de refração n_2 imersa em um meio homogêneo com índice de refração n_1



Fonte: Adaptado do livro NUNSENZVEIG, H.M. curso de Física Básica vol.4. Ed. Edgar Blucher, 2002.

Pelo esquema apresentado os raios de luz estão partindo da fonte pontual P e chegando ao ponto Q. Tomando o referencial no ponto O interno a lente convencionase o seguinte:

$$R_2 > 0 ; R_1 < 0 \quad (5)$$

O princípio de Fermat estabelece que de todos os caminhos possíveis para que a luz percorra o trajeto de um ponto a outro, ela seleciona aquele mais curto. Se o meio de propagação for homogêneo, a luz percorre uma trajetória retilínea e isso condiz com o primeiro princípio da óptica geométrica. Se a luz passa por um meio com índice de refração diferente, como no caso dos raios que atravessam a lente, todos

² As lentes delgadas são as mais utilizadas nas aplicações cotidianas, como na confecção de lentes corretoras. Elas são tipos de lentes que possuem espessura desprezível em comparação com as distancias percorridas pelos raios luminosos que as atingem. E

³ Que nas condições dadas é do tipo convergente

os raios luminosos que saem de P e chegam a Q, passando pela lente, são iguais. E isso leva a seguinte conclusão:

$$[PAQ] = [POQ] \equiv [PAQ] - [POQ] = 0 \quad (6)$$

Para dar continuidade serão utilizadas as expansões em série de Taylor das funções trigonométricas que, de acordo com STEWART (2007), são:

$$\sin \theta = \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \cdot \frac{\theta^{2n+1}}{(2n+1)!} = \theta - \frac{\theta^3}{3!} + \frac{\theta^5}{5!} \dots \quad (7)$$

$$\sin \theta = \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \cdot \frac{\theta^{2n+1}}{(2n+1)!} = \theta - \frac{\theta^3}{3!} + \frac{\theta^5}{5!} \dots \quad (8)$$

$$\text{tg } \theta = \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \cdot \frac{\theta^{2n+1}}{2n+1} = \theta - \frac{\theta^3}{3} + \frac{\theta^5}{5} \dots \quad (9)$$

O motivo pelo qual essas expansões foram introduzidas deve-se ao fato de que é possível considerar que os ângulos de incidência luminosa são muito pequenos e essa suposição não prejudica a veracidade do processo. Dessa forma, as funções trigonométricas resumem-se ao primeiro termo de suas respectivas expansões.

$$\sin \theta = \theta; \cos \theta = 1; \text{tg } \theta = \theta \quad (10)$$

Essa relação também é conhecida como *aproximação paraxial*. Assim, pelo esquema mostrado é verdade que:

$$\cos \theta = \frac{[PO]}{[PB]} = 1 \quad (11)$$

Assim conclui-se que: $[PO] = [PB]$ e de forma análoga: $[OD] = [DQ]$. Dessa forma a equação para o princípio de Fermat se resume a:

$$[PAQ] - [POQ] = (d_1 + d_2)n_1 - (t_2 + t_1)(n_2 - n_1) = 0 \quad (12)$$

Como o seguimento $[AO]$ corresponde a distância h e vale a aproximação paraxial, é verdade que:

$$(p + d_1)^2 = h^2 + p^2 \equiv p^2 + 2pd_1 + d_1^2 = h^2 + p^2 \quad (13)$$

$$2pd_1 = h^2 - d_1^2 \cong h^2 \quad (14)$$

$$d_1 = \frac{h^2}{2p} \quad (15)$$

E de forma análoga:

$$d_2 = -\frac{h^2}{2q} \quad (16)$$

Pelo triângulo AOC_1 é possível inferir o valor de t_2 . Basta ver que:

$$R_1^2 = h^2 + (R_1 - t_2)^2 \equiv h^2 = R_1^2 - R_1^2 + 2R_1t_2 - t_2^2 \cong 2R_1t_2 \quad (17)$$

$$t_2 = -\frac{h^2}{2R_1} \quad (18)$$

O sinal negativo deve-se a convenção feita no início. Analogamente, para t_1 :

$$t_1 = \frac{h^2}{2R_2} \quad (19)$$

Agora, substituem-se todos os valores encontrados na fórmula que obedece ao princípio de Fermat:

$$\left(\frac{h^2}{2p} - \frac{h^2}{2q}\right)n_1 - \left(-\frac{h^2}{2R_1} + \frac{h^2}{2R_2}\right)(n_2 - n_1) = 0 \quad (20)$$

$$\left(\frac{1}{p} - \frac{1}{q}\right) = \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1}\right)(n_{12} - 1) = \frac{1}{f} \quad (21)$$

Essa é a conhecida equação das lentes delgadas na forma gaussiana. Para calcular o aumento linear de um corpo extenso que emite luz em uma lente delgada basta fazer:

$$A = -\frac{q}{p} \quad (22)$$

O sinal negativo indica que a imagem formada é invertida. Embora toda essa análise tenha sido realizada com uma lente biconvexa, os resultados são gerais e valem para todas as lentes. Se a lente for do tipo divergente, sua distância focal, de acordo com essa convenção, terá um sinal negativo.

3 METODOLOGIA

A maioria das escolas públicas brasileiras, principalmente as escolas das zonas rurais, não possuem espaço físico e a infraestrutura necessária à exploração da abordagem experimental no ensino de Física, fato que muitas vezes é utilizado para justificar a ausência de aulas práticas. Entretanto neste trabalho será mostrado por meio do uso de oficinas, a possibilidade de implantar a experimentação sem a necessidade de aparatos científicos sofisticados.

3.1 Local da pesquisa

As atividades descritas nesse trabalho ocorreram nas dependências das escolas Unidade Escolar Raimundo Miranda de Brito (UERMB) e Centro Estadual de Tempo Integral Zulmira Xavier (CETIZX), ambas situadas na cidade de Luís Correia PI e destinadas a oferta de nível médio. Sendo a primeira escola mencionada pertencente a zona rural e a segunda pertencente a zona urbana, ao qual também disponibiliza o ensino técnico e integral. As Figuras 5 e 6 ilustram a fachada das escolas ao qual foram desenvolvido o trabalho.

Figura 5: escola UERMB



Fonte: Própria.

Figura 6: CETIZX



Fonte: Própria.

3.2 Público alvo

O trabalho foi realizado com quatro turmas de segundo ano do ensino médio, ao qual abordam os conteúdos de Óptica geométrica, sendo que duas pertencente a escola UERMB, e duas a escola CETIZX. A tabela 2 abaixo mostra informações relevantes quanto aos público alvo desta pesquisa.

Tabela 2: Dados do público alvo da pesquisa

Turmas	Escola	Turno	Quantidade de alunos	Faixa etária
2º ano A	UERMB	Manha	15	16 - 18

2º ano B	UERMB	Tarde	18	16 - 18
2º ano - Administração	CETIZX	Manhã	20	16 – 19
2º ano - Informática	CETIZX	Integral	22	16 - 20

Fonte: Própria.

3.3 Atividades Experimentais

A oficina de óptica será constituída de experimentos simples e de baixo custo que utilizará os princípios da ótica geométrica em suas realizações. Assim, foram listados cinco experimentos com o objetivo de relacionar prática-teoria e disseminar o estudo da física de forma atrativa e eficiente. Os materiais e montagem serão listados a seguir:

3.3.1 Experimento 1: CAMINHO ÓPTICO

Essa atividade permite a discussão dos princípios da óptica geométrica: propagação retilínea da luz, independência dos raios luminosos e reversibilidade dos raios de luz. A tabela 3 nos mostra os materiais necessários para a montagem do aparato.

Tabela 3: Materiais experimento 1

Quantidade	Material necessário
04	Espelhos planos com suporte
02	Caneta laser ou chaveiro laser
01	Embalagem com amido de milho (maisena)
08	Prendedores de roupa

Fonte: Própria.

Os espelhos foram posicionados sobre uma mesa com o auxílio dos prendedores de roupa, um feixe de luz foi emitido sobre suas superfícies. Ao incidir em um espelho o raio luminoso refletia-se em direção a outro espelho, realizando uma configuração de forma que os feixes luminosos se encontrassem em alguns pontos de suas trajetórias, a maisena foi gradualmente despejada sobre o sistema fazendo com que o caminho óptico ficasse evidenciado, a figura 7 retrata uma das configurações ao qual foi projetado o sistema de luz.

Figura 5: Raios projetados por laser nos espelhos



Fonte: Própria.

3.3.2 Experimento 2: PROJETOR DO BATMAN

Essa atividade foi utilizada para abordar o comportamento da luz ao passa por materiais diferentes, na tabela 4 temos o material que foi utilizado para fazer a montagem do experimento.

Tabela 4: materiais utilizados para o experimento 2

Quantidade	Material necessário
01	Lanterna simples
01	Um suporte de papelão
01	Lente de uma lupa
01	Fita adesiva
01	Figura do mossego do Batman opaca

Fonte: Própria.

Para montar o projetor utilizou-se duas partes de papelão em forma de paralelepípedo reto ao qual um encaixe dentro do outro, tendo as seguintes dimensões $11 \times 11 \times 35$ e $10 \times 10 \times 25$, no maior foi colocado a lupa em uma de suas extremidades, já no menor uma fita transparente contendo uma figura de um mossego do lado em que encaixa dentro da parte maior e a outra extremidade a lanterna.

Esse experimento é constituído por materiais com características transparentes e opacas. Ao ser acionada, a lanterna emitia feixes luminosos que encontravam o obstáculo opaco com a forma do símbolo do Batman e projetava uma sombra com formato similar. A lanterna constitui uma fonte extensa de luz e por isso, a projeção é seguida de uma região de penumbra. Essa característica foi utilizada para realizar a discussão sobre formação de eclipses, sombras e penumbras. Além disso, foi possível classificar os materiais, de acordo com o comportamento dos raios

de luz que incidem em sua superfície: Materiais transparentes e translúcidos permitem a passagem de luz, enquanto materiais opacos os impede. A Figura 8 mostra o comportamento da luz ao ser projetada no objeto com partes transparentes e opacas.

Figura 6: Imagem da sombra projetada pelo aparato quando os feixes luminosos da lâmpada encontram o obstáculo opaco.



Fonte: Própria.

3.3.3 Experimento 3: ESPELHOS INFINITOS

Com associação de espelhos planos podemos obter a formação de imagens de acordo com o ângulo estabelecido, se posicionamos dois espelhos paralelos com as faces refletoras uma de frente para a outra conseguiremos um número infinito de imagens, que foi demonstrado neste experimento cujos os materiais estão expostos na Tabela 5.

Tabela 5: materiais utilizados para o experimento 3

Quantidade	Material necessário
01	Vidro transparente plano com dimensões de (25 x 20) cm.
01	Espelho plano com dimensões de (25x20) cm.
01	Papel insulfilm espelhado com dimensões de (25 x 20) cm.
01	Circuito com Leds monocromáticos.
01	Base de folha de isopor
01	Tubo de cola de isopor

Fonte: Própria.

Inicialmente a folha de isopor deve ser cortada, de forma a construir um suporte para o espelho e o vidro. O espelho ocupará a parte inferior do sistema de forma que sua superfície refletora fique orientada para cima. A base de isopor, com as mesmas dimensões do espelho deve ser fixada com a cola sobre o espelho e

pequenos furos devem ser feitos no prolongamento da base. Esses furos serão preenchidos com os leds do circuito (durante a montagem do sistema o circuito não deverá estar ligado a fonte externa elétrica). O papel insulfilme espelhado será então fixado em uma das superfícies do vidro transparente e este último sendo posicionado sobre a base superior do sistema, de modo que o adesivo ocupasse a parte interior do aparato. O papel insulfilme funciona como outro espelho plano, mas como o vidro é transparente é possível visualizar o interior do sistema. O que resultará em uma associação de espelhos planos paralelos e várias fontes pontuais de luz em seu interior, como ilustra a figura 8

Figura 7: Feixes luminosos incidindo e refratando formando espelhos infinitos.



Fonte: Própria.

3.3.4 Experimento 4: COMPORTAMENTO DAS LENTES

Nesse experimento é possível verificar o comportamento de raios luminosos que incidiam sobre lentes com índice de refração maior que o meio em que estavam imersas e também ao incidir sobre lentes com índice de refração menor que o meio em que estavam imersas.

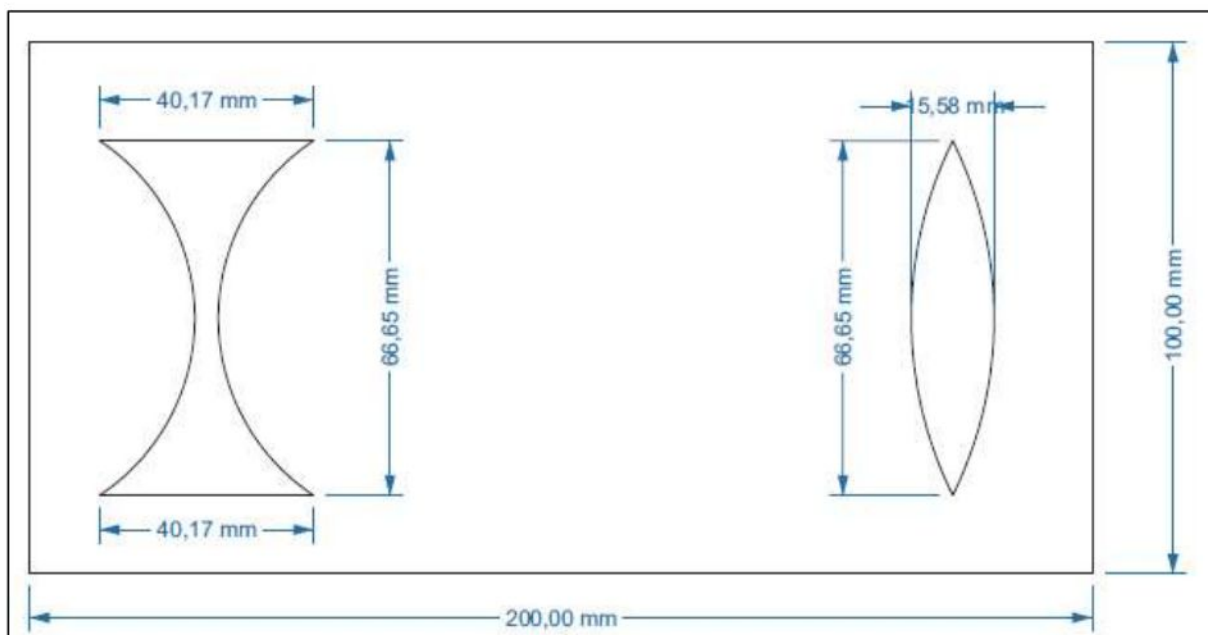
Tabela 6: materiais do experimento 4

Quantidade	Material necessário
01	Base de acrílico com regiões vazias de onde foram retiradas uma lente de borda fina e uma de borda grossa.
01	Lente de borda fina de acrílico
01	Lente de borda grossa de acrílico
01	Canetas laser

Fonte: Própria.

As lentes podem ser adquiridas em gráfica, onde pode ser solicitado o seu recorte de acordo com a figura 9:

Figura 8: modelo opcional para recorte das lentes



Fonte: Própria.

Os laser serão utilizados para projetar feixes luminosos sobre a lente de acrílico com borda fina, onde será verificado que os raios luminosos sofrerá desvios de forma a convergir para um ponto. Posteriormente deverá ser projetado sobre a lente de acrílico com bordas grossas, o que poderá ser observado que os raios sofrerão um desvio afastando-se do eixo. O mesmo procedimento deverá ser realizado novamente com as lentes de ar que estavam imersas na base de acrílico para que possa ser verificado que a situação se inverte: a lente de bordas finas diverge o raio luminoso e a lente de bordas grossas, converge o raio luminoso.

Figura 9: projeção de feixes luminosos sobre a lente de acrílico



Fonte: Própria.

3.3.5 Experimento 5: A LUNETTA TERRESTRE

Neste experimento será montado uma luneta de baixo custo, os materiais necessários estão descritos na tabela 7.

Tabela 7: material necessario para o experimento 6

Quantidade	Material necessário
01	Tubo de PVC (25, 32,40 e 50 mm de diâmetro)
01	Lente (50 mm de diâmetro, 2 graus e plano convexa);
01	Lente (25mm de diâmetro, bicôncava com -5 graus de cada lado);
01	Fita isolante preta;
01	Cola para canos;
01	Spray preto fosco;

Fonte: Própria.

Uma luneta terrestre será montada com a utilização de lentes convergentes e divergentes, que podem ser encomendadas em óticas. Primeiramente os canos devem ser cortados, sendo o de 50mm a uma altura de 10 cm e os demais 2 cm a menos do que o anterior. Posteriormente deve ser colocar um suporte de 1cm nas extremidades do cano, em um lado na parte interna e no outro na parte interna, isso auxiliará na parte da montagem da luneta; feito isso é só encaixa as parte menores dentro das partes maiores do cano e fixar as lentes. Durante o procedimento deve-se diferenciar as lunetas terrestre das lunetas astronômicas, e apresentar conceitos de vergencia, distancia focal, além de discussões sobre outros tipos de instrumentos ópticos que utilizavam lentes como seus principais componentes. A Figura 10 mostra algumas das etapas da montagem da luneta até a sua finalização, de forma ilustrativa para facilitar a compreensão do processo de montagem.

Figura 10: algumas das etapas da montagem da Luneta

Fonte: Própria.

Todo o material mostrado anteriormente foi utilizado para a execução da oficina que levou um tempo de 2 horas para ser realizada. Onde iniciou-se com um momento de recapitulação e levantamento dos conhecimentos prévios de forma dialogada, seguida pela aplicação do questionário 1 (apêndice 1), no qual servirá como levantamento de dados do público envolvido e pré-teste. Posteriormente

ocorreu a realização dos experimentos, que durou cerca de 15 min para cada apresentação, e finalizou-se com a aplicação do questionário 2 (apêndice 2) que buscou compreender e analisar a satisfação e aprendizado dos alunos pós realização da oficinas; os dados obtidos serão expostos e discutido no item 4 a seguir.

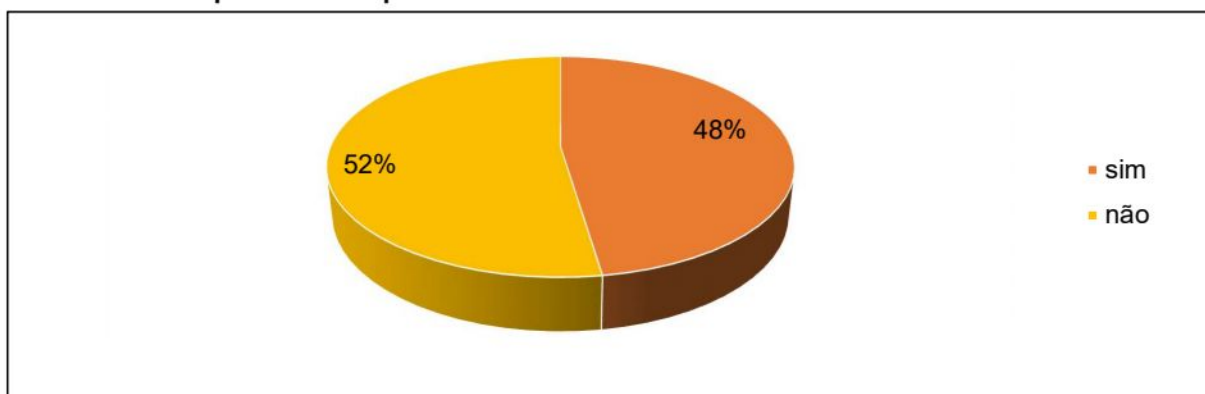
4 RESULTADOS E DISCUSÕES

A aplicação dos questionários nas escolas foram feitos apenas com alunos do segundo ano do ensino médio, totalizando 4 turmas, duas de cada escola nos turnos manhã e tarde, onde estão matriculados um total de 79 alunos, no qual 63 alunos participaram, correspondendo um total de 79,8% dos matriculados, sendo 46% correspondendo ao sexo masculino e 54% correspondendo ao sexo feminino, com idades entre 16 a 20 anos.

4.1 Questionário aplicado antes da demonstração dos experimentos

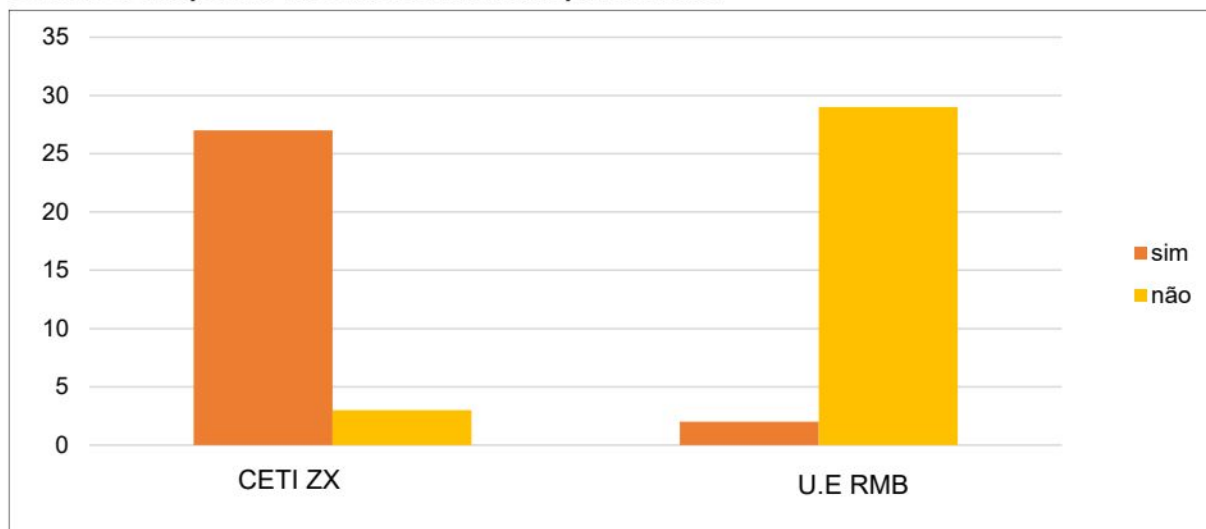
O primeiro questionário realizados com os alunos foi composto por 6 questões, no qual a primeira trata sobre a participação dos alunos em alguma aula experimental de Física, onde 52% afirmam que não participaram de aulas práticas, como ilustrado no gráfico 1.

Gráfico 1: você possui aulas práticas de Física?



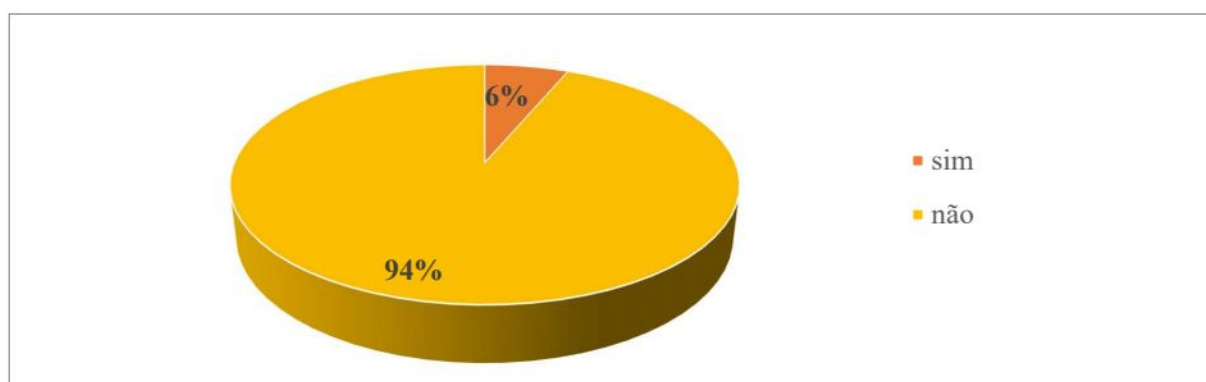
Fonte: Própria.

Apesar deste resultado os alunos se demonstraram bastante interessado com a execução da oficina e curiosos quanto aos experimentos que seriam abordados, é importante ressaltar que a grande maioria dos alunos que negaram a participação em aulas práticas partiram da escola Raimundo Miranda de Brito, situada na zona rural, como ilustrado no gráfico 2.

Gráfico 2: Respostas dos alunos ilustradas por escolas.

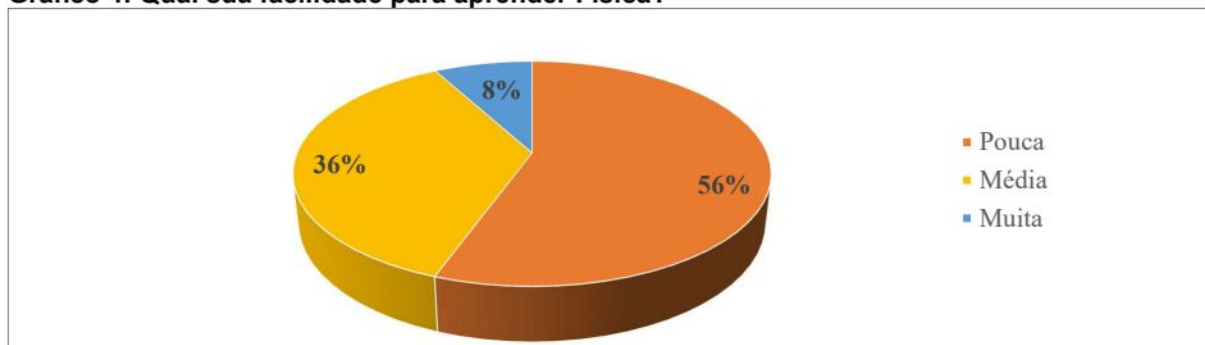
Fonte: Própria.

Ainda que alguns alunos já tenham participado de aulas práticas, é importante ressaltar que as escolas em questão não possuem laboratórios de Física. O que nos leva a questionar se os discentes já tiveram algum contato com um laboratório que aborde experimentos desta disciplina, o gráfico 3 nos diz que apenas 6% tiveram a oportunidade de conhecer um ambiente apropriado às aulas experimentais de Física. Essa realidade dificulta o processo de ensino aprendido, O que afirma o que é exposto por (CASTRO, 2017) quanto a escassez de laboratório de ciência nas escolas públicas afeta significativamente no desenvolvimento estudantil.

grafico 3: Você já visitou algum laboratório experimental?

Fonte: Própria

Um questionamento relevante para o desenvolvimento da pesquisa está relacionando sobre a aptidão dos alunos ao aprendizado de Física, no qual o gráfico 4 retrata que a grande maioria considera ter pouca facilidade em aprender os conceitos de Física.

Gráfico 4: Qual sua facilidade para aprender Física?

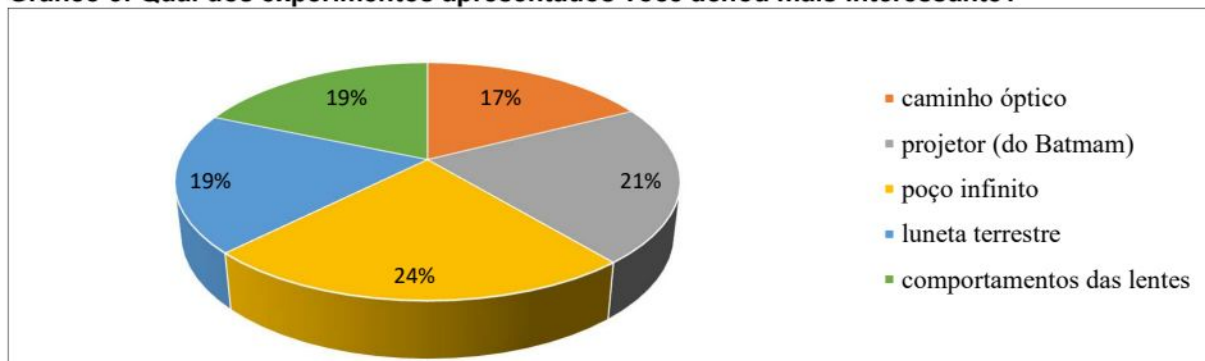
Fonte: Própria

Cerca de 36% acredita que tem uma maior propensão em adquirir estes conhecimentos. O fato do estudante conseguir entender os conceitos propostos facilita a sua relação com a disciplina, o que afeta diretamente em seu desempenho, e isso pode ser feito através de aulas mais dinamizadas.

Após as 3 primeiras questões do questionário 1, os alunos foram submetidos a mais 3 questões relacionadas com os conteúdos de ótica geométrica, essas mesmas questões foram propostas novamente para os alunos no questionário 2, e servirá de comparativo em relação ao aproveitamento resultante da aplicação da oficina, discutida no item 4.3.

4.2 Questionário aplicado depois da demonstração dos experimentos

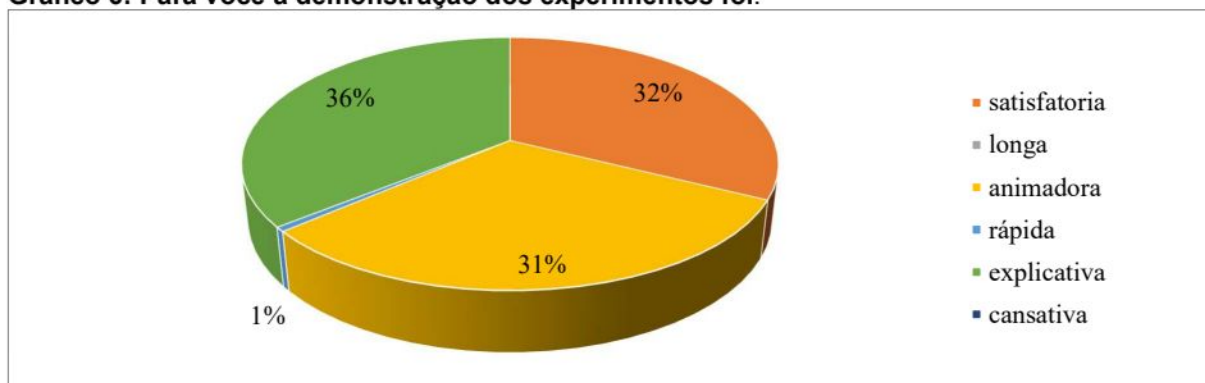
Após a realização das demonstrações, um segundo questionário constituído de 6 questões foi realizado. Entre as questões presentes apenas uma permitia contribuições pessoais. No primeiro questionamento o aluno foi convidado a indicar quais os experimentos realizados que despertaram maior interesse, podendo opinar em quantos desejasse, dentre eles o experimento titulado como “poço infinito” teve mais indicações, já o “caminho óptico” e “luneta terrestre” ficaram com a menor quantidade de assinalações, como ilustra o gráfico 5.

Gráfico 5: Qual dos experimentos apresentados você achou mais interessante?

Fonte: Própria

Já na segunda questão realizada o aluno foi indagado sobre a impressão que ele teve quanto a realização das demonstrações apresentadas, através de múltiplas escolhas ao qual ele poderia responder quantas achasse necessária. O que resultou em opções positivas, conforme apresentado no Gráfico 6, que destaca os itens que classificam a oficina como explicativa, satisfatória e animadora.

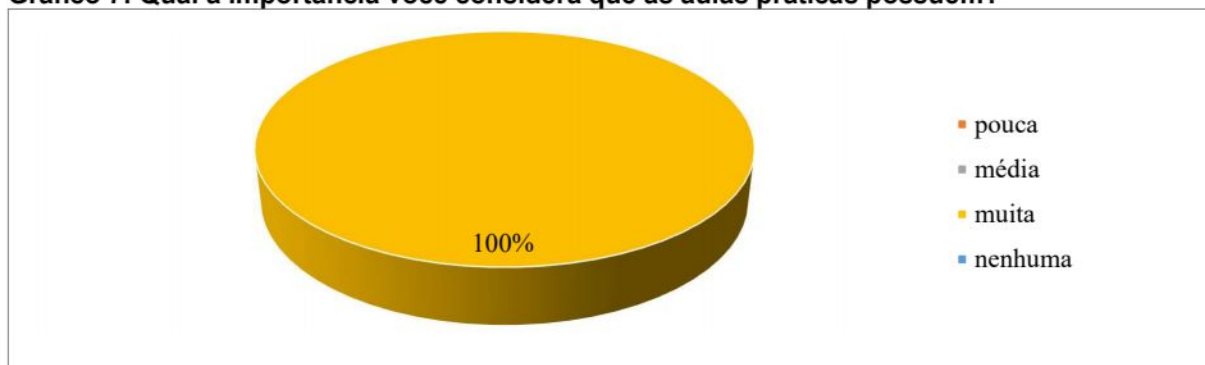
Gráfico 6: Para você a demonstração dos experimentos foi:



Fonte: Própria

Quando questionados sobre o grau de importância das aulas práticas, todos os alunos consideraram como sendo de muita importância, como ilustra o gráfico 7.

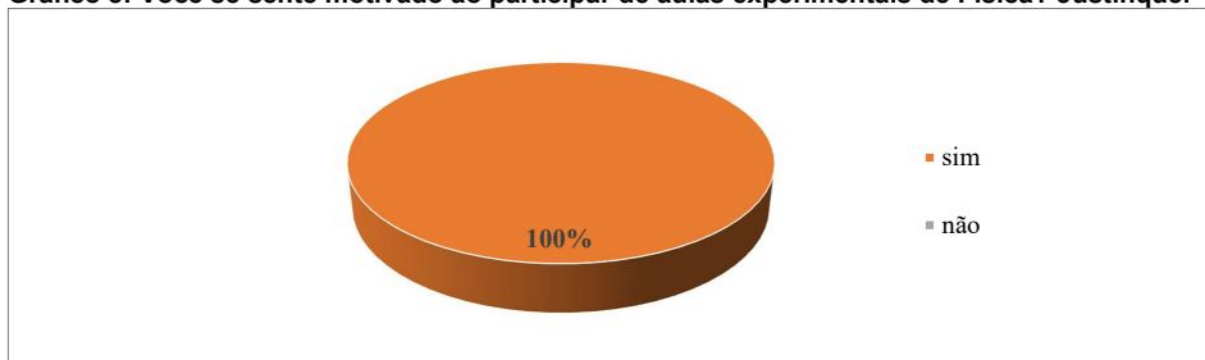
Gráfico 7: Qual a importância você considera que as aulas práticas possuem?



Fonte: Própria

O que reforça o fato de que a aquisição de materiais que possam ter abordagens pratica contribui significativamente para aprendizagem e estímulo motivacional na mediação do conhecimento. O gráfico 8 relata a opiniões quanto ao fato deles se sentirem motivados após a realização destas atividades.

Gráfico 8: Você se sente motivado ao participar de aulas experimentais de Física? Justifique.



Fonte: Própria

Esta questão também possui um espaço destinado a justificativa, na qual abaixo serão expostos algumas das opiniões relatadas pelos alunos:

Aluno 11: "pois aulas práticas dão mais emoção e faz a gente entender todos os conceitos".

Aluno 14: "porque as aulas práticas aumentam a motivação e o interesse de aprender".

Aluno 15: "porque melhora o aprendizado".

Aluno 21: "porque ajuda a entender melhor e são legais".

Aluno 27: "por que assim eu aprende e compreendo melhor a atividade".

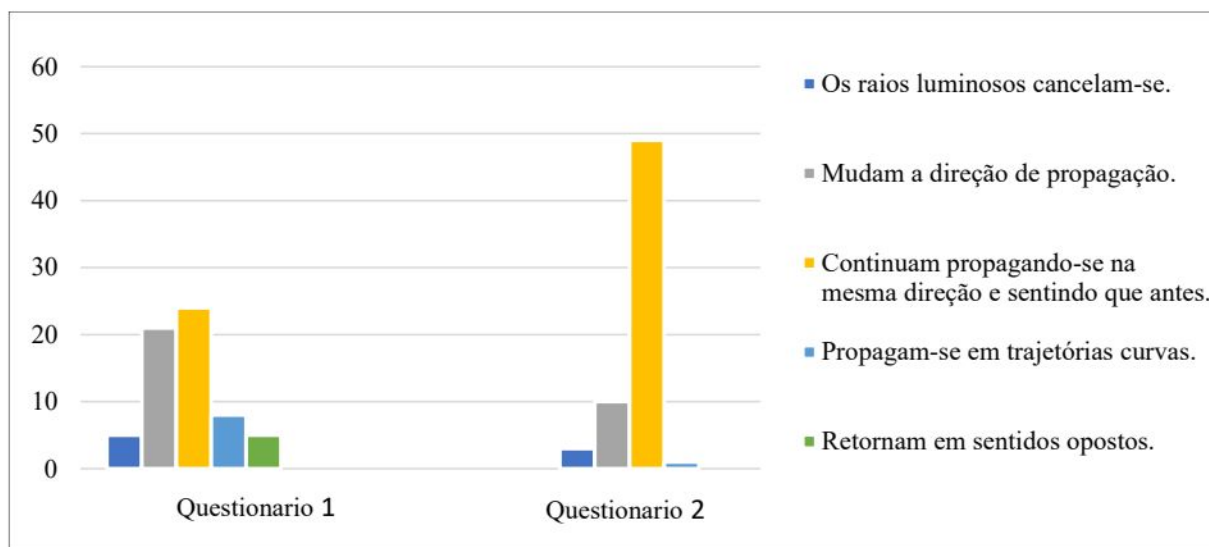
4.3 Análise comparativa das questões diagnósticas do questionário 1 com suas repetições contida no questionário 2:

Dando continuidade à análise dos questionários 1 e 2, foram levantadas questões relacionadas ao conteúdo de óptica geométrica, ao qual foi abordado na oficina.

A primeira questão está relacionada a independências dos raios luminosos, e podemos verificar através do gráfico 9 que no primeiro questionário as respostas foram bem diversificadas, onde os alunos opinaram em todas as alternativas.

Já no segundo questionário há uma maior concentração das respostas relacionadas ao fato da luz, ao interceptarem em um ponto, continua propagando-se na mesma direção e sentido que antes. Neste caso podemos considerar que uma grande parcela dos alunos conseguiram compreender através do experimento como funciona esse fenômeno.

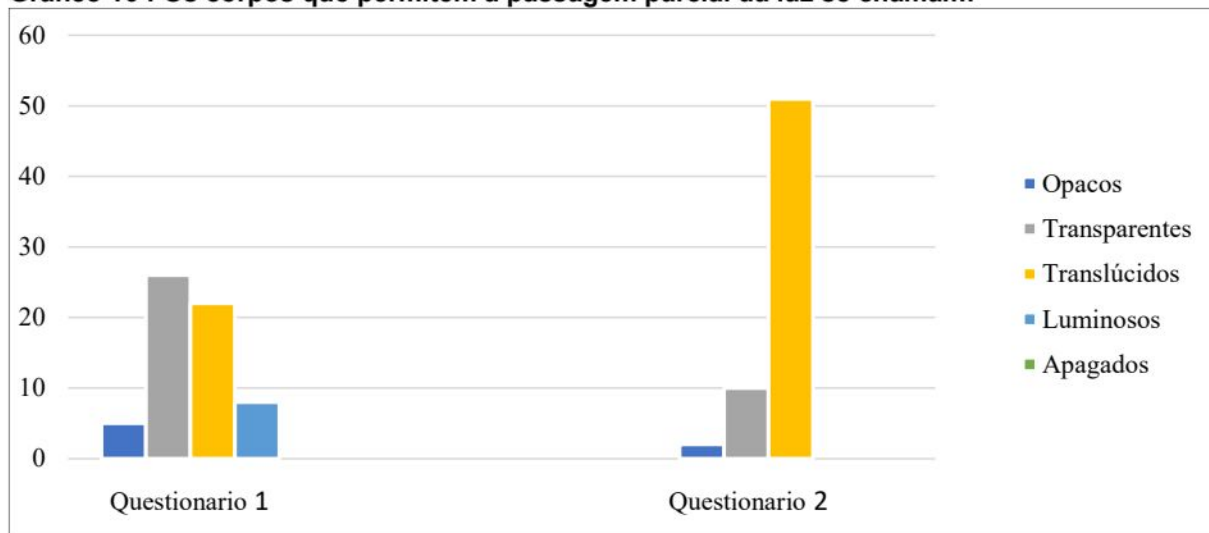
Gráfico 9: Dois raios de luz, que se propagam em um meio homogêneo e transparente, interceptam-se em certo ponto. A partir desse ponto, pode-se afirmar que:



Fonte: Própria

A segunda questão já aborda sobre a denominação dos corpos que permitem a passagem parcial da luz, que são denominados de translúcidos. E através do gráfico 10 temos uma modificação significativa nas respostas dos alunos no questionário 2 em comparativos ao questionário 1.

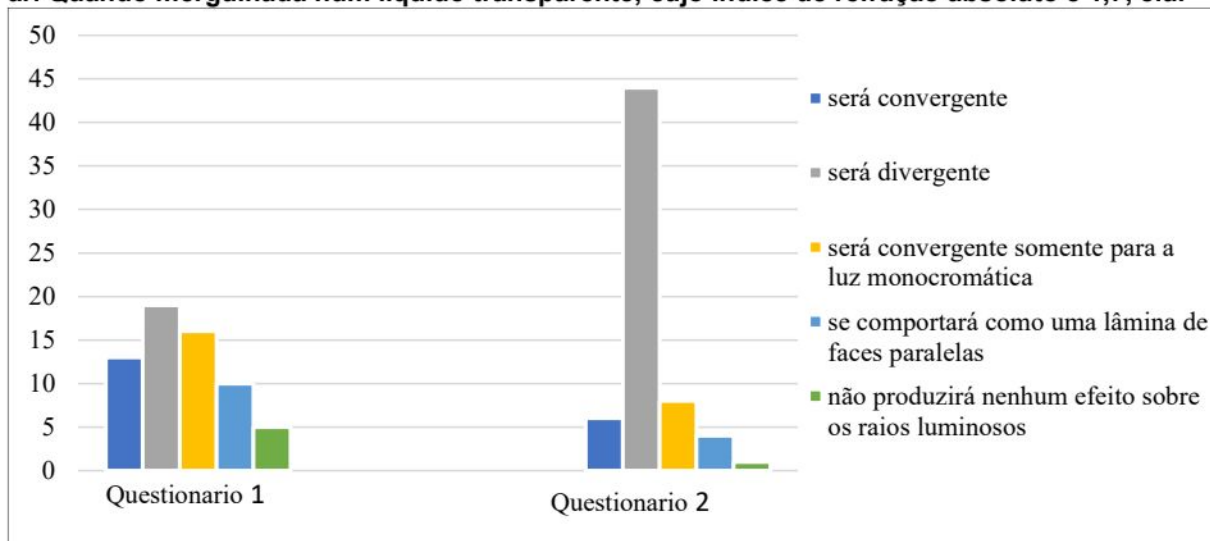
Gráfico 10 : Os corpos que permitem a passagem parcial da luz se chamam:



Fonte: Própria

Por fim a última questão a ser proposta para os alunos referia-se ao fato de uma lente convergir ou divergir em combinações de meios diferentes. E novamente podemos constatar através do gráfico 11 que os alunos marcaram várias opções no questionário 1, e no questionário 2 sua grande maioria optou em marcar a opção corresponde a alternativa correta, que é “será divergente”.

Gráfico 11: Uma lente, feita de material cujo índice de refração absoluto é 1,5, é convergente no ar. Quando mergulhada num líquido transparente, cujo índice de refração absoluto é 1,7, ela:



Fonte: Própria

5 CONCLUSÃO

Segundo (VYGOTSKY, 1989), a aprendizagem é baseada em instrumentos que servirão como condutores para atingir objetivos específicos nas atividades, com orientação externa. Por isso a ideia da experimentação é fundamental, principalmente no que diz respeito ao ensino de física que é uma ciência prática. Mesmo sem a utilização de recursos sofisticados, foi possível propor uma metodologia prática efetiva, mas isso não exclui a necessidade de laboratórios de ciências nas escolas de ensino fundamental e médio.

A apresentação de experimentos aleatórios para captar a atenção do aluno não é suficiente para a contribuição da aprendizagem significativa. (CASSARO, 2012) chama atenção para a importância do processo de construção conceitual. Durante a realização dos experimentos da oficina de óptica os estudantes tiveram a oportunidade de verificar os princípios da óptica geométrica, que sem a devida assistência tornam-se abstratos e difíceis de ser assimilados, tendo em vista que o sujeito não tem costume de pensar a luz como raios luminosos que obedecem as regras geométricas.

Além de todo o embasamento científico que a oficina de óptica trouxe para os alunos, ela também contribuiu para o processo de contextualização de ensino que é exigido pela BNCC. O objetivo do ensino de física é desenvolver no aluno competências que lhe permitam a resolução de situações problemas fazendo uso dos conhecimentos empíricos científicos que lhe são disponíveis. Com os conteúdos discutidos durante a atividade os alunos podem relacionar várias outras aplicações cotidianas do uso da óptica geométrica como, por exemplo, o uso de lentes corretivas para correção de defeitos visuais, o formato de blocos espelhados nos faróis de veículos automotores e a criação de telescópios.

REFERÊNCIAS

- BÔAS, N. V.; DOCA, R.; BISCUOLA, G. **Física 2: Terminologia, ondulatória, óptica**. 3. ed. São paulo: Saraiva, v. 2, 2016.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal , 1988.
- BRASIL. Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. Brasília, 17 de fevereiro de 2017, 2017. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13415.htm>. Acesso em: 19 jun. 2022.
- BRASIL, M. D. E. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: [s.n.], 2018.
- CARDOSO, R. C.; COSTA, M. H. D. C.; BRITO, T. C. D. AS OFICINAS EDUCATIVAS ENQUANTO METODOLOGIA EDUCACIONAL. **congresso nacional de educação**, Campina Grande , 2017.
- CASSARO, R. **ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA**. JI-PARANÁ, RO. 2012.
- CASTRO, F. Escassez de laboratórios de ciências nas escolas brasileiras limita interesse dos alunos pela física. **Quanta**, 2017.
- DE MEDEIROS AGUIAR, M.; DA SILVA, A. P. M. Oficinas educativas como metodologia no processo ensino-aprendizagem: construção e práticas. **Pesquisa e Debate em Educação**, v. 11, n. 2, p. 1-e3184, 2021.
- FEYNMAN. Ensino de física no Brasil segundo Richard Feynman., 1985. Disponível em: <<http://www.uel.br/cce/fisica/pet/EnsinoRichardFeynman.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2022.
- GONÇALVES, R. P. N.; GOI, M. E. J. . V. 4. N. 2. (. P. 2.-2. 2. A experimentação investigativa no ensino de Ciências na educação básica. **Debates em Ensino de Química**, v. 4, p. 207-221, 2018.

MONTEIRO, H. R. D. S. et al. A IMPORTÂNCIA DAS OFICINAS PEDAGÓGICAS NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM. **Epistemologia e Práxis Educativa-EPEduc**, v. 2, n. 2, 2019.

MOREIRA, M. A. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, 2021.

NUNSENZVEIG, M. H. **Curso de física básica: Óptica, relatividade e física quântica**. 8º. ed. São Paulo: Edgar Blucher, v. 4, 2002.

OLIVEIRA, M. K. D. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento: um processo sóciohistórico**. São Paulo: Scipione, 2006.

OLIVEIRA, V. A. D. et al. Perspectiva sociointeracionista no ensino de física - jogos, simulações e gamificação. **Brazilian Journal of Development**, p. 19065-19084, 2022.

ROSA, C. W. D. Concepções teórico-metodológicas no laboratório didático de física na Universidade de Passo Fundo. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 5, p. 94-108, 2003.

SÉRÉ, M. G.; COELHO, M. S.; NUNES, A. D. O papel da experimentação no ensino de física. **Cad.Bras.Ens.Fís**, v. 20, n. 1, p. 30-42, abril 2003.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 3ª. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

APÊNDICE A – Questionários da Pesquisa

ESCOLA: _____ DATA: ____/____/____

SÉRIE: _____ IDADE: _____ SEXO: FEMININO () MASCULINO ()

QUESTIONARIO 1

Vocês têm aulas práticas de física?	SIM ()	NÃO ()	
Você já visitou algum laboratório experimental?	SIM ()	NÃO ()	
Qual a sua facilidade para aprender a disciplina de física?	POUCA ()	MÉDIA ()	MUITA ()

1- (Unitau) Dois raios de luz, que se propagam em um meio homogêneo e transparente, interceptam-se em certo ponto. A partir desse ponto, pode-se afirmar que:

- a) os raios luminosos cancelam-se.
- b) mudam a direção de propagação.
- c) continuam propagando-se na mesma direção e sentido que antes.
- d) propagam-se em trajetórias curvas.
- e) retornam em sentidos opostos.

2- Os corpos que permitem a passagem parcial da luz se chamam:

- a) opacos;
- b) transparentes;
- c) translúcidos;
- d) luminosos;
- e) apagados.

3- (FUND. CARLOS CHAGAS) Uma lente, feita de material cujo índice de refração absoluto é 1,5, é convergente no ar. Quando mergulhada num líquido transparente, cujo índice de refração absoluto é 1,7, ela:

- a) será convergente;
- b) será divergente;
- c) será convergente somente para a luz monocromática;
- d) se comportará como uma lâmina de faces paralelas;
- e) não produzirá nenhum efeito sobre os raios luminosos.

ESCOLA: _____ DATA: ____/____/____

SÉRIE: _____ IDADE: _____ SEXO: FEMININO () MASCULINO ()

QUESTIONARIO 2

Qual dos experimentos apresentados você achou mais interessante? (**Obs.: pode marcar mais de uma opção**)

- ☐ caminho óptico ☐ projetor (do Batman) ☐ poço infinito
☐ luneta terrestre ☐ comportamentos das lentes

Para você a demonstração dos experimentos foi (assinale quantas achar adequado):

- ☐ cansativa ☐ animadora ☐ explicativa
☐ longa ☐ rápida ☐ satisfatória

Qual a importância você considera que as aulas práticas possuem?

- ☐ pouca ☐ média ☐ muita ☐ nenhuma

Você se sente motivado ao participar de aulas experimentais de Física? Sim () não ()

JUSTIFIQUE:

1- (Unitau) Dois raios de luz, que se propagam em um meio homogêneo e transparente, interceptam-se em certo ponto. A partir desse ponto, pode-se afirmar que:

- a) os raios luminosos cancelam-se.
 b) mudam a direção de propagação.
 c) continuam propagando-se na mesma direção e sentido que antes.
 d) propagam-se em trajetórias curvas.
 e) retornam em sentidos opostos.

2- Os corpos que permitem a passagem parcial da luz se chamam:

- a) opacos; b) transparentes; c) translúcidos; d) luminosos; e) apagados.

3- (FUND. CARLOS CHAGAS) Uma lente, feita de material cujo índice de refração absoluto é 1,5, é convergente no ar. Quando mergulhada num líquido transparente, cujo índice de refração absoluto é 1,7, ela:

- a) será convergente;
 b) será divergente;
 c) será convergente somente para a luz monocromática;
 d) se comportará como uma lâmina de faces paralelas;
 e) não produzirá nenhum efeito sobre os raios luminosos.

APÊNDICE B – Fotos da aplicação da oficina.

Figura B 1: Aplicação da oficina



Figura B 2: Aplicação da oficina



Figura B 3: Aplicação da oficina



Figura B 4: Aplicação da oficina

