



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE
CURSO DE FÍSICA - LICENCIATURA

LARISSA MILENA DA SILVA

**O USO DE EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO PARA O ENSINO DE ÓPTICA
GEOMETRICA: uma aplicação numa escola média de Pernambuco.**

Caruaru

2023

LARISSA MILENA DA SILVA

**O USO DE EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO PARA O ENSINO DE ÓPTICA
GEOMETRICA: uma aplicação numa escola média de Pernambuco.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Física -
Licenciatura da Universidade Federal de
Pernambuco, como requisito parcial para
obtenção do título de Licenciada em Física.

Área de concentração: Ensino (Física)

Orientador (a): Prof. Dr. Heydson Henrique Brito da Silva

Caruaru

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Silva , Larissa Milena da .

O USO DE EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO PARA O ENSINO DE
ÓPTICA GEOMETRICA: uma aplicação numa escola média de Pernambuco. /
Larissa Milena da Silva . - Caruaru, 2023.

61 : il., tab.

Orientador(a): Heydson Henrique Brito da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Física - Licenciatura, 2023.
9,5.

Inclui referências, apêndices.

1. Física Óptica . 2. Aprendizagem significativa . 3. Experimentos . 4.
Experimentos de baixo custo. 5. Ensino . I. Silva , Heydson Henrique Brito da .
(Orientação). II. Título.

530 CDD (22.ed.)

LARISSA MILENA DA SILVA

**O USO DE EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO PARA O ENSINO DE ÓPTICA
GEOMETRICA: uma aplicação numa escola média de Pernambuco.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Física -
Licenciatura da Universidade Federal de
Pernambuco, como requisito parcial para
obtenção do título de Licenciada em Física.

Aprovado em: 03/10/2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Heydson Henrique Brito da Silva (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Ernesto Arcenio Valdés Rodriguez (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dra. Diana Patrícia Gomes de Almeida (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Este trabalho é dedicado especialmente aos meus pais, minha
família e todos que nunca mediram esforços para me
proporcionar a realização dos meus sonhos e que esteve ao
meu lado em todas as etapas da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Quero Agradecer primeiramente a Deus, por ter me encorajado todos os dias em que pensei desistir e que não me abandonou um só momento da minha vida.

Aos meus pais Maria Simone e Luiz Ricardo, que se mostraram todos os dias dispostos a me ajudar em mais esta etapa da minha vida, e me auxiliaram em tudo que precisei, e também minhas duas irmãs Letícia e Layze que sempre estiveram do meu lado em tudo, todos os dias. Um agradecimento carinhoso, a minha Vó Maria e as minhas tias Silvana e Silvanilda que nunca mediram esforços para me ajudar nos cursinhos para que eu pudesse entrar na Universidade Pública.

Ao meu namorado André Luiz, que com seu jeito de ser, me animava cada vez mais a seguir em frente, e sempre pagava meus débitos na biblioteca, que aturou o meu mau humor decorrente das grandes demandas que tinha e do cansaço, mas que nada disso impediu que se mostrasse disposto a me ajudar e comemorar junto comigo. E também a todos os familiares que direta ou indiretamente fizeram parte dessa conquista.

Ao meu orientador, Heydson Henrique, que se mostrou disposto a me ajudar em todos os momentos, além de ter sido um professor incrível e muito humano.

Agradeço a todos os professores que fizeram parte da minha formação.

Aos meus amigos, que todos dias estavam junto comigo e tornaram meus dias mais tranquilos e divertidos na universidade. Em especial as pessoas que estiveram sempre ao meu lado nos meus momentos de alegria e pessimismo, Arthur Araújo, Hosana Duarte, Everton Soares, Júlio, Ênia e Jewerton.

Enfim, a todos que, de alguma forma, participaram dessa conquista

RESUMO

A disciplina de Física ainda é vista por muitos estudantes como um grande empecilho na escola. Infelizmente, a cada dia se torna comum os estudantes definirem a disciplina como complexa, restrita a muitos cálculos e estratégias repetitivas. Considerando as limitações enfrentadas por inúmeros professores da área com a falta de estrutura nas escolas e levando em consideração a necessidade de melhorar o interesse dos estudantes pela Física, é cada dia mais emergente que os profissionais invistam em metodologias que utilizem ferramentas alternativas que auxiliem nesse processo de aprimorar a aprendizagem dos estudantes. Sendo assim, a construção e utilização de experimentos que são desenvolvidos pelos estudantes com materiais alternativos, tem um grande potencial de possibilitar melhorias no processo de aprendizagem, pois possibilitam que os estudantes tenham um grande grau de liberdade necessária para construir e adaptar os fenômenos a serem estudados. A partir construção de experimentos para auxiliar os conceitos estudados, os estudantes terão um novo olhar para a aprendizagem em ciência que antes era restrita muitas vezes apenas a sala de aula e exercícios. Posto isto, o objetivo principal do estudo é identificar como a utilização de experimentos de baixo custo auxiliam no processo ensino aprendizagem de estudantes acerca do conteúdo de óptica geométrica. Ela foi realizada através da aplicação de uma sequência didática, e também de dois questionários destinados aos estudantes do 2º ano de uma escola pernambucana. Com os resultados do nosso trabalho conseguimos indicar que a utilização e construção de experimentos de baixo custo auxiliam a compreensão de conteúdos e também o processo de alfabetização científica, visto que a utilização de recursos potencialmente significativos contribui demasiadamente para a aprendizagem dos estudantes.

Palavras-chave: Experimentos de baixo custo; Aprendizagem significativa; Óptica geométrica;

ABSTRACT

The subject of Physics is still seen by many students as a major stumbling block at school. Unfortunately, with each passing day it has become common for students to define the subject as complex, restricted to a lot of calculations and repetitive strategies. Considering the limitations faced by many teachers in the area due to the lack of structure in schools and the need to improve students' interest in Physics, it is becoming increasingly urgent for professionals to invest in methodologies that use alternative tools to help in this process of improving student learning. Therefore, the construction and use of experiments that are developed by students using alternative materials has great potential to improve the learning process, as they allow students to have a large degree of freedom to construct and adapt the phenomena to be studied. By constructing experiments to support the concepts studied, students will have a new look at learning science, which used to be restricted to the classroom and exercises. With this in mind, the main objective of our research was to identify how the use of low-cost experiments helps in the teaching-learning process of students about the content of geometric optics. It was carried out through the application of a didactic sequence, as well as two questionnaires aimed at 2nd year students. With the results of our research, we were able to indicate that the use and construction of low-cost experiments helps the understanding of content and also the process of scientific literacy, since the use of potentially significant resources contributes greatly to student learning.

Keywords: Low-cost experiments; Meaningful learning; Geometric optics;

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	O comportamento do raio de luz ao ser refletido ou refratado	28
Figura 2 –	Reflexão regular	28
Figura 3 –	Reflexão difusa	29
Figura 4 –	Refração da Luz	30
Figura 5 –	Refração da luz que se afasta da normal	30
Figura 6 –	Refração da luz que se próxima da normal	31
Gráfico 1 -	Afinidade com a disciplina de Física	36
Gráfico 2 -	Definição de conceitos e fenômenos ópticos	37
Figura 7 -	Matérias dos experimentos	42
Figura 8 -	Construção do experimento de refração	42
Figura 9 -	Refração da Luz	42
Figura 10-	Reflexão da Luz	42

LISTA DE SIGLAS

AC	Alfabetização Científica
EREMB	Escola de Referência em Ensino Médio de Bezerros
PNC	Parâmetros curriculares nacionais

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	APRENDIZAGEM	15
2.1	APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	15
2.2	TIPOS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	17
2.2.1	Aprendizagem Representacional	17
2.2.2	Aprendizagem de Conceitos	18
2.2.3	Aprendizagem Proposicional	18
2.3	APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE CIÊNCIAS ..	18
3	ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA	20
3.1	ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E O ENSINO DE CIÊNCIAS	20
3.2	ENSINO POR INVESTIGAÇÃO	22
3.3	O USO DE EXPERIMENTOS NO ENSINO DE FÍSICA	23
3.3.1	O uso de experimentos de baixo custo para o Ensino de Física	25
4	ENSINO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA	27
4.1	FENÔMENOS DA LUZ	27
4.2	FENÔMENOS DA REFRAÇÃO E REFLEXÃO	27
4.2.1	Reflexão	28
4.2.2	Refração	29
5	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	32
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
6.1	DISCUSSÃO DOS DADOS DO 1º QUESTIONÁRIO.....	36
6.1.1	Afinidade com a Disciplina de Física	36
6.1.2	Conceitualização da Óptica Geométrica	37
6.1.3	A Óptica Geométrica no nosso dia a dia	38
6.1.4	A importância de trabalhar conceitos e práticas experimentais no ensino de Óptica Geométrica	39
6.2	CONSIDERAÇÕES DA AULA EXPOSITIVA	41
6.3	DISCUSSÕES DOS DADOS DO 2º QUESTIONÁRIO	43
6.3.1	Discutindo os conceitos	43
6.3.2	Revisando os temas estudados	44

6.3.3	Trabalhando a Óptica com o auxílio de experimentos	45
6.3.4	Importância do uso de experimentos de baixo custo nas aulas de Física	46
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
8	REFERÊNCIAS	50
	APÊNDICE A – SEQUÊNCIA DIDÁTICA E ROTEIRO EXPERIMENTAL	53
	APÊNDICE B – Questionário 1	58
	APÊNDICE C – Questionário 2	60

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Física, assim como outras disciplinas que fazem parte da ciência, vem sofrendo inúmeras dificuldades no processo de ensino-aprendizagem. Atualmente, despertar a curiosidade e o senso crítico dos alunos para as disciplinas científicas ainda é um problema muito grande e presente na realidade de muitos professores da rede regular de ensino.

Na Física e nas ciências a experimentação é um recurso didático indispensável, é a partir da construção de experimentos que é possível proporcionar aos alunos o contato direto com fenômenos físicos e também tornar as aulas mais atrativas e dinâmicas para os estudantes.

As atividades experimentais constituem uma função pedagógica indispensável na disciplina de Física, de uma forma mais abrangente, é a partir dela que podemos com uma melhor qualidade discutir conceitos, aplicação de saberes teóricos e do senso comum, prever os fenômenos e desenvolver a argumentação científica. Porém com a dificuldade de montar laboratórios sofisticados e de alto valor, a experimentação com materiais alternativos é uma ferramenta que pode contribuir exponencialmente com o processo de ensino-aprendizagem.

Diante das dificuldades e falta de laboratórios na escola, Moreira (2015), ressalta a importância da utilização de experimentos com materiais alternativos, visto que esta modalidade de experimentação apresenta inúmeras vantagens, sendo entre elas: a adaptação de equipamentos e ambientes que podem ser montados esses experimentos, o uso de materiais bastante presentes no dia a dia dos estudantes, fácil aquisição de materiais e etc.

Acredita-se que a construção dos experimentos associados à teoria, por parte dos estudantes, auxilia sem sombra de dúvidas um melhor desenvolvimento, essencial para o melhor desempenho escolar.

Mesmo com uma grande diversidade de metodologias ativas, as aulas na área da óptica geométrica ainda caminham muito próximas a metodologias tradicionais e tecnicistas, ou seja, muitas vezes os professores não buscam demonstrar as teorias trabalhadas de uma forma mais dinâmica e interativa que façam os estudantes relacionar a física ao seu dia a dia.

Com base nisso, buscamos refletir sobre a seguinte pergunta norteadora: como o uso de experimentos de baixo custo auxiliam o processo de ensino-aprendizagem do conteúdo de óptica geométrica: reflexão e refração?

Dado o exposto, nossa hipótese foi que, mesmo diante das dificuldades encontradas na educação básica, sendo uma das principais delas a falta de laboratórios equipados, é possível trabalhar a experimentação no processo ensino-aprendizagem dos alunos, sendo a experimentação de baixo custo uma ferramenta indispensável para auxiliar no processo de assimilação e obtenção conceitual de fenômenos estudados na disciplina de Física.

Para executarmos o teste da hipótese, realizamos um estudo de caso, cuja coleta de dados aconteceu mediante a aplicação de dois questionários e a aplicação de uma sequência didática. Foi aplicado inicialmente um questionário antes da aplicação da sequência didática e outro pós sequência didática afim de compreender a importância do uso de experimentos de baixo custo para garantir uma melhor assimilação conceitual de Óptica geométrica.

O presente trabalho encontra-se estruturado em sete capítulos. O primeiro capítulo a introdução, onde é abordado a estruturação da pesquisa e tópicos introdutórios presentes no trabalho. Já no segundo capítulo intitulado como: “Aprendizagem”, nele é abordado de uma maneira objetiva o significado do que é o termo aprendizagem e sua importância, em continuidade é estudado como se dá o processo da aprendizagem significativa e seus tipos, indo até a sua importância da aprendizagem significativa no ensino de ciências.

No terceiro capítulo, “Atividades experimentais no Ensino de Física” trazemos a importância da alfabetização científica no ensino das ciências, o ensino por meio da investigação e a importância da utilização de experimentos de baixo custo evidenciando as vantagens dessas práticas na vida dos estudantes.

Já o quarto capítulo, “Ensino de Óptica Geométrica” abordamos os conceitos sobre os temas abordados: reflexão e refração, suas principais diferenças e os tipos. O quinto capítulo foi reservado aos procedimentos metodológicos, onde descrevemos de forma sucinta as características da pesquisa, o levantamento e o tratamento de dados e a descrição do local de pesquisa, a Escola de Referência em Ensino Médio de Bezerros, situada em Bezerros/PE.

No sexto capítulo apresentamos os resultados e discussões, nos quais descrevemos a importância das práticas experimentais de baixo custo nas aulas de

Física, a fim de melhorar a compreensão dos estudantes. E por fim, no último capítulo apresentamos as possíveis soluções e considerações sobre a questão problema que nos levou a trabalhar com a temática abordada.

2 APRENDIZAGEM

Partindo de seu significado segundo o dicionário, o ato de “aprender” é adquirir conhecimento, uma habilidade, dentre outras coisas FERREIRA (2001).

Humanamente a questão da aprendizagem é algo fundamental para a sobrevivência do ser humano e que vem sendo discutindo bastante nos últimos anos, quando falamos em aprendizagem, pensa-se muitas vezes que o ato de aprender está voltado exclusivamente para a escolarização, mas, vale ressaltar que a aprendizagem não se faz presente só nessa esfera da nossa vida, mas também no desenvolver dos indivíduos como: aprender a falar, comer, andar, conviver em sociedade, dentre outros, e todos essas habilidades já citados, fazem parte do ato de aprender, ou seja, a aprendizagem é um processo que sempre está se renovando e que só acaba após a morte do ser humano.

Em conformidade com Ferro e Paixão (2017, p.17) “Em qualquer etapa, situação ou momento o ser humano está sempre aprendendo e, por isso, sofrendo mudanças no seu comportamento, no seu desempenho, nas suas concepções e na sua visão de mundo.” Partindo desse princípio, aprender é um conceito amplo e que todos os dias é posto em prática pelos seres humanos, mesmo sendo um conceito muito discutido, o termo aprendizagem ainda não tem uma definição precisamente definida, pois é um processo contínuo, Moreira (1999) destaca a visão de David Ausubel sobre aprendizagem, para ele, aprendizagem é um processo contínuo e ocorre através da relação entre conhecimentos prévios e conhecimentos a serem obtidos, na qual ele chamou de aprendizagem significativa, que para ele tem uma enorme relevância, e se sobressai da aprendizagem escolar.

2.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A teoria da Aprendizagem Significativa foi criada por volta de 1968 pelo psicólogo americano David Paul Ausubel, nela, a aprendizagem significativa é o conceito central, e um dos mais importantes, pois procura relacionar novos conhecimentos a outros pré-existentes. Segundo Moreira e Masini (1982, p.7) “[...] aprendizagem significativa é um processo, pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo.” Ou seja, para eles o processo de obtenção de novos conhecimentos de forma

significativa, ocorre a partir da interligação de relações prévias bem estabelecidas no sistema cognitivo a novas ideias a serem aprendidas, para Ausubel (1980) os conhecimentos pré-existent no sistema cognitivo do ser humano, servem de apoio ou suporte para a chegada de novos conhecimentos.

Novas idéias e informações podem ser aprendidas e retidas na medida em que conceitos relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem, dessa forma, como ponto de ancoragem para as novas idéias e conceitos. (MOREIRA e MASINI, 1982, p.4)

Em suas pesquisas, Ausubel chamou esse apoio de subsunçores, que em outras palavras, subsunçor seria os conceitos facilitadores para o entendimento de algo, um conceito facilitador para o entendimento de novas ideias que virão a ser obtidas futuramente, e assim possibilitar uma hierarquização dos conhecimentos. Em conformidade com Ausubel (1968, p.56) “a mente humana possui uma estrutura organizada e hierarquizada de conhecimentos”, o que permite que dar a um novo conhecimento uma aprendizagem mais sólida e significativa.

Ausubel propôs que para que haja uma aprendizagem significativa é importante levar em consideração dois aspectos fundamentais: a disposição do aluno em aprender e uma representação de conteúdos e materiais potencialmente significativos, e quando unidos esses dois aspectos a aprendizagem iria se distanciar de uma aprendizagem mecânica e memorista. Em concordância com Moreira e Masini (1982, p. 9):

Ausubel defini aprendizagem mecânica (rote learning) como sendo a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma associação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Nesse caso, a nova informação é armazenada de maneira arbitrária. Não há interação entre a nova informação e aquela já armazenada. O conhecimento assim adquirido fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva sem ligar-se a conceitos subsunçores específicos. A aprendizagem de pares de sílabas sem sentido é um exemplo típico de aprendizagem mecânica, porém a simples memorização de fórmulas, leis e conceitos, em Física, pode também ser tomada como exemplo, embora se possa argumentar que algum tipo de associação ocorrerá nesse caso.

Vale ressaltar que Ausubel em suas pesquisas elencou que a aprendizagem mecânica e significativa não são distintas e sim contínuas, onde é função do professor é caminhar pelos extremos da aprendizagem e buscar levar para os discentes conteúdos potencialmente significativos levando em consideração a realidade, as vivências, e as aprendizagens prévias dos discentes, se distanciando de uma aprendizagem mecânica e monótona, na qual existe uma obtenção de informações, porém elas não se ligam a nenhum subsunçor, ou seja, não existe uma ancoragem

de conhecimentos, resultando muitas vezes numa aprendizagem tecnicista e decoreba. Quando as aulas são apresentadas de uma forma mecanizada aos alunos, acredita-se que as aulas rendem alguns conhecimentos, porém não na mesma proporção da aprendizagem significativa, onde os subsunçores irão ancorar os novos conceitos a serem apresentados ou descobertos.

Segundo Ausubel, na aprendizagem por recepção o que deve ser aprendido é apresentado ao aprendiz em sua forma final, enquanto que na aprendizagem por descoberta o conteúdo principal a ser aprendido é descoberto pelo aprendiz. Entretanto, após a descoberta em si, a aprendizagem só é significativa se o conteúdo descoberto ligar-se a conceitos subsunçores relevantes já existentes na estrutura cognitiva. Ou seja, quer por recepção ou por descoberta, a aprendizagem é significativa, segundo a concepção ausubeliana, se a nova informação incorporar-se de forma não arbitrária à estrutura cognitiva. (MOREIRA, 1978, p. 277)

Portanto, o conceito de aprendizagem significativa busca através de métodos, metodologias e conhecimentos já existentes, a obtenção de novos conceitos de forma ativa e significativa para a vida dos estudantes, distanciando a decoreção e a aprendizagem mecânica da vida dos discentes, tornando a partir das vivências e materiais potencialmente significativos a aprendizagem significativa.

2.2 TIPOS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

De acordo com Moreira (2006), a aprendizagem significativa para Ausubel pode ser alcançada a partir de 3 principais tipos de aprendizagens, Aprendizagem Representacional, Aprendizagem de Conceitos e Aprendizagem Proposicional.

2.2.1 Aprendizagem Representacional

A aprendizagem representacional, para Moreira (2006), se caracteriza pela atribuição de significados que são dados aos símbolos e conceitos, esse tipo de aprendizado segundo o autor é um dos mais simples, pois, busca evidenciar e dar significado a novas aprendizagens. Por exemplo, quando uma criança escuta pela primeira vez sobre bonecas, e posteriormente sua mãe lhe apresenta uma, a criança irá imediatamente associar a palavra boneca ao objeto boneca que lhe foi apresentado, ou seja ela vai dar um significado.

2.2.2 Aprendizagem de Conceitos

Na aprendizagem de conceitos, segundo Moreira (2006), é uma aprendizagem que também se caracteriza numa forma mais complexa que a aprendizagem representacional, nela a aprendizagem é estabelecida entre os símbolos e suas várias atribuições possíveis. Por exemplo, escutou e viu o que era uma boneca, a partir de agora ela vai conhecer as várias bonecas existentes e suas especificidades.

2.2.3 Aprendizagem Proposicional

Já na aprendizagem proposicional, segundo Moreira (2006), não é nos símbolos e nos objetos que essa aprendizagem foca, mas sim no significado que os símbolos e objetos terão na estrutura cognitiva do ser. Sobre a aprendizagem proposicional, podemos afirmar que:

No entanto, também não é aprender o significado dos conceitos (embora seja pré-requisito) e, sim, o significado dos idéias expressas verbalmente, por meio desses conceitos, sob forma de proposição. Ou seja, a tarefa é aprender o significado que está além da soma dos significados das palavras ou conceitos que compõem a proposição. (MOREIRA 1999, p.157).

Ou seja, diferente das outras aprendizagens a proposicional mesmo mais complexas, busca um significado mais amplo com o intuito de aprender o significado das ideias que giram em torno de um conceito, e não apenas o conceito em si.

2.3 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Nos últimos anos a preocupação com o desinteresse por parte dos estudantes nas disciplinas de ensino de Ciências, mais especificamente na disciplina de Física cresceu desenfreadamente, o que acarretou grandes discussões entre pesquisadores e professores da área. Durante muitos anos as aulas voltadas para o campo da ciência se resumiam a uma aula altamente expositiva e tecnicista, onde os estudantes em sua maioria apenas aprendiam a aplicar fórmulas e reproduzir exercícios, ignorando todo aporte teórico e prático dos fenômenos.

O uso de metodologias que envolvem apenas o uso da memorização é um tipo de transposição didática que necessita urgentemente ser superado, principalmente com o auxílio de ferramentas facilitadoras, como por exemplo: a experimentação com

materiais alternativos e o ensino por investigação, metodologias que despertam o sentimento de curiosidade e investigativo dos estudantes, aproximando os mesmos de uma aprendizagem mais significativa.

“atividades experimentais são indispensáveis no dia-a-dia das salas de aula para contribuir no desenvolvimento de competências e habilidades na Física, evitando que os conhecimentos científicos sejam uma verdade estabelecida e inquestionável, levando o aluno a observar situações e fenômenos, que poderão envolver desafios, estimulando, qualificando ou buscando soluções para problemas reais”. Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (2000, p.122)

A diversificação de métodos de aprendizagem é um dos principais desafios dos professores de ciências, muitos em sua maioria ainda não são abertos a novos métodos de ensino, porém o processo de mediação de aula por meio de experimentos é sem dúvidas indispensável, visando que o aluno irá obter domínio sobre conceitos e conteúdos, até então muitas vezes desconhecidos, por meio da construção e observação de fenômenos encontrados na sua realidade, ressignificando os seus próprios conhecimentos.

É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não-litera e não-arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva. (MOREIRA, 2012, p. 2).

Portanto, para obter uma maior estabilidade cognitiva de conhecimentos o uso de estratégias investigativas, como por exemplo: O uso de experimentos e a investigação sobre a ciência a partir de problemas se torna indispensável para a disciplina de Física, possibilitando a partir de aportes teóricos e práticos uma maior possibilidade de estudantes atingir uma aprendizagem significativa.

3 ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA

3.1 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E O ENSINO DE CIÊNCIAS

Um dos principais objetivos da educação é buscar o desenvolvimento das potencialidades dos estudantes, porém no presente cenário educacional brasileiro, é muito comum encontrarmos alunos que não são ensinados a construir relações do cotidiano vivido com as habilidades e competências trabalhadas na escola.

O ensino de ciências e a alfabetização científica quando relacionados são temas cada vez mais atuais e discutidos, pois juntos buscam trabalhar questões do cotidiano, estimulando a criticidade e criatividade dos estudantes acerca de fenômenos da ciência, logo a Ciência deve ser apresentada aos estudantes como uma disciplina investigativa e que deve caminhar atrelada o cotidiano dos estudantes. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PNC):

A apropriação de seus conceitos e procedimentos pode contribuir para o questionamento do que se vê e ouve, para a ampliação das explicações acerca dos fenômenos a natureza, para a compreensão e valoração dos modos de intervir na natureza e de utilizar seus recursos (BRASIL, 1997, p. 21 e 22).

E é a partir disso, que é cada vez mais emergente, que educadores comecem a olhar e repassar para os estudantes a Ciência de uma outra maneira, segundo Sasseron e Machado (2017, p.10), “a Ciência é um modo de ver e compreender os fenômenos naturais”. Logo, é essencial para os estudantes uma nova visão científica, já que ciência não é apenas conteúdos isolados.

É por meio da Alfabetização Científica que os alunos começam a discutir e compreender o mundo e inúmeros fenômenos naturais e físicos com mais domínio do tema que é abordado, desenvolvem habilidades e curiosidade sobre temas científicos, e principalmente se motivam a responderem questões investigativas e reflexivas principalmente na área de Física.

A aula baseada em investigação no ensino de Física é uma ferramenta essencial para que os professores consigam fugir de uma aula padronizada e tradicional, a qual na maioria das vezes só utiliza cálculos, quadro e é desestimulante para os discentes. Ensinar Ciência a partir de aportes investigativos exige uma maior dedicação do discente em procurar inovar em sala de aula, porém diferente de muitas aulas tradicionais, com o uso da investigação existe uma maior possibilidade de

aproximar os estudantes de uma alfabetização científica coerente, e da liberdade intelectual/argumentativa.

Segundo Sasseron e Carvalho (2011), a Alfabetização Científica (AC) pode ocorrer em 3 categorias: AC funcional que está relacionada a apropriação dos conceitos do conteúdo apresentado, AC conceitual e procedimental que é a relação entre os conceitos estudados e experimentos que envolvem o dia a dia, e por fim a AC multidimensional que são todas as ideias anteriores, ou seja, o uso do conteúdo, conceitos e experimentos que envolvem o dia a dia.

Dentre as formas de se obter a alfabetização intelectual, destacam-se as atividades práticas que envolvem o dia a dia. Em conformidade com Ovigli e Bertucci (2009, p. 195),

"O ensino de ciências se coloca como uma possibilidade de promover a Alfabetização Científica já nas séries iniciais, de modo que o educando possa refletir sobre o conhecimento científico de forma a realizar leituras de seu entorno social." sendo assim, a mesma é uma ferramenta indispensável para os estudantes compreenderem e refletirem sobre os fenômenos, para Sasseron e Carvalho (2011) a partir do momento que os estudantes conseguem ter uma concepção mais crítica do mundo relacionando conteúdos ao dia a dia, e ter uma estrutura lógica e consciente, ele conseguiu ser alfabetizado cientificamente.

3.2 ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

A falta de estratégias pedagógicas no campo educacional, tem gerado cada dia mais o desestímulo dos alunos em estudarem disciplinas científicas como por exemplo, a disciplina de Física, que exige além de uma contribuição teórica para auxiliar a compreensão dos fenômenos a serem estudados, uma contribuição matemática. O desestímulo de muitos estudantes muitas vezes está ligado à falta de preparo profissional do professor da disciplina ou até mesmo aulas repetitivas, que se limitam a resolução de exercícios, ignorando toda a parte conceitual e experimental da Física.

O ensino de Física na escola ainda é visto de maneira tecnicista e desestimulante por muitos, a falta de inovação e de procurar novas metodologias de ensino acaba tornando o professor apenas um expositor de conteúdo e o aluno apenas um ouvinte e repetidor de cálculos de forma passiva, ignorando todos os

fenômenos físicos, e a necessidade de instrumentos de investigação apropriados para responder questões que envolvem o dia a dia.

O ensino de física, como qualquer das ciências naturais, requer uma análise e observação de fenômenos e comportamentos naturais para a construção de modelos que expliquem ou justifiquem tais acontecimentos. Partindo dessa premissa, é de vital importância que o professor de física adquira a capacidade e a habilidade de fazer a ligação do evento observado na natureza com os conceitos matemáticos acerca do problema em questão, de forma a motivar e levar seus alunos à construção desse novo conhecimento. (SILVA; TAVARES; SILVA, 2018, p. 3)

É preciso entender que para sanar as dificuldades dos alunos em disciplinas como a de Física, é primordial por parte dos professores a mudança ou melhoria das suas práticas pedagógicas. Trabalhar com a Física é buscar a implementação de atividades investigativas, já que a investigação científica tem como objetivo seguir nessa perspectiva de refletir e entender problemas físicos, ou seja relacionar toda abordagem prática e teórica com os cálculos muitas vezes necessários, assim haveria um grande distanciamento de uma abordagem tecnicista. A abordagem investigativa é uma possibilidade de professores colocarem os seus alunos como protagonistas de seus próprios conhecimentos e apenas atuarem como mediadores da disciplina.

Para Carvalho (2014, p. 144)

Nesse contexto, o ensino de Ciências por investigação é aquele que possibilita ao aluno, no que diz respeito ao processo de produção do conhecimento, identificar padrões a partir de dados, propor explicações com base em evidências, construir modelos, realizar previsões e rever explicações com base em evidências; em relação ao processo de validação do conhecimento, selecionar evidências para justificar uma explicação, construir argumento para relacionar dados e conclusões e empregar dados para tomar decisões; e, no que se refere ao processo de comunicação, discutir, escrever e comunicar aos colegas o conhecimento científico.

Como qualquer disciplina que faz parte das Ciências, o ensino de Física necessita de análises e observações dos fenômenos para dar embasamentos conceituais e estruturais para os futuros cálculos e conclusões a serem tomadas pelos estudantes posteriormente. Partindo dessa premissa é evidente a importância do ensino por investigação, pois é a partir dessa estratégia de ensino que professores podem caminhar por 3 tipos de conteúdos, Para Zabala (1998) temos: conteúdos conceituais, que auxiliam os estudantes a entenderem o significado dos fenômenos e as leis da física, ou seja é uma definição, os conteúdos procedimentais ou experimentais, que como o próprio nome diz, refere-se as ferramentas que mostram os fenômenos a serem estudados e os conteúdos atitudinais, que é a relação dos conteúdos com o dia a dia dos estudantes.

Dependendo da sua finalidade, as atividades investigativas no campo da física podem assumir várias características e adaptações para auxiliar os professores em sala de aula e prender a atenção dos estudantes, podemos destacar por exemplo, a experimentação como uma ótima ferramenta investigativa, a qual fornece aos educadores condições para que os discentes coloquem em prática seus conhecimentos teóricos e consigam estabelecer relações com o seu dia a dia.

[...] a utilização da demonstração experimental de um conceito em sala de aula acrescenta ao pensamento do aluno elementos de realidade e de experiência pessoal que podem preencher uma lacuna cognitiva característica dos conceitos científicos e dar a esses conceitos a força que essa vivência dá aos conceitos espontâneos (GASPAR; MONTEIRO, 2005, p. 282-233).

Logo, é evidente a necessidade do professor de física estabelecer a relação teoria e prática na vida do educando, principalmente utilizando estratégias experimentais que podem sofrer adaptações e melhorias ao decorrer das necessidades apresentadas nas aulas. A experimentação é uma estratégia pedagógica muitas vezes indispensável na ciência, pois quando aplicada de uma maneira eficiente, torna as aulas mais atrativas e eficientes.

3.3 O USO DE EXPERIMENTOS NO ENSINO DE FÍSICA

Historicamente, a disciplina de Física é vista pelos alunos como uma disciplina cansativa, desestimulante e que possui um alto nível de dificuldade. A carência de motivação dos estudantes muitas vezes se dá pela falta de inovação dos professores em sala de aula, ou até mesmo pelo pouco uso de metodologias ativas que prendem a atenção dos estudantes, o que acarreta dificuldades e lacunas conceituais imensas. Com o objetivo de sanar dificuldades encontradas pelos estudantes na disciplina de Física, cabe aos professores buscarem estratégias mais adequadas e eficientes para suprir a defasagem da disciplina.

Dessa forma, para sanar as dificuldades encontradas pelos alunos, contribuir para a formação conceitual e conseguir prender a atenção dos estudantes para a disciplina, é indispensável que professores invistam em práticas pedagógicas investigativas, como por exemplo o uso de experimentos.

Segundo BARBOSA (1999, p. 105 – 122):

Percebe-se na experimentação um elemento importante para o ensino de Ciências uma vez que esta é também uma dimensão dessa própria ciência. Dessa forma, buscamos a experimentação como uma das técnicas capazes

de proporcionar ao aluno eficiência na construção e aprendizagem de conceitos e de modelos científicos e não simplesmente como um elemento de motivação para os alunos.

Nesta perspectiva, quando utilizado de maneira adequado, a experimentação na disciplina de Física é uma ferramenta que propicia a aprendizagem significativa para os alunos, pois oferece aos alunos a oportunidade de entender e relacionar abordagens: conceituais, práticas e direcionar seu próprio conhecimento a partir de uma vivência interativa.

A utilização da experimentação nas aulas de física, é uma estratégia de ensino muito eficiente, pois permite uma flexibilização dos conteúdos e uma maior aproximação do professor-aluno. Porém, cabe ao professor escolher a melhor maneira de aplicar essas atividades, segundo Carvalho (2010) as atividades experimentais podem assumir duas perspectivas, a primeira perspectiva é a experimentação demonstrativa, onde o professor só demonstra o fenômeno, e os alunos observam, e a segunda é o laboratório investigativo, onde os estudantes manipulam os experimentos, montam seus respectivos, tornando os estudantes mais ativos no seu processo de aprendizagem.

É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável (PCN+, 2002, p. 37).

Nesta perspectiva, a utilização da experimentação oferece aos educadores uma gama de possibilidades para o ensino, visto a importância de suas aplicações, porém atualmente sabemos que no nosso cenário educacional, muitas escolas não possuem laboratórios apropriados, recursos, ou até mesmo espaços próprios para aulas práticas, o que acarreta um desestímulo nos profissionais da área, no entanto é necessário inovar e buscar estratégias para que as aulas de Física não caiam na mesmice.

Levando em consideração alguns empecilhos estruturais escolares, o uso de materiais de baixo custo não pode ser deixado de lado, uma vez que eles conseguem sem prejuízo nenhum, suprir objetivos experimentais de demonstrar fenômenos. Portanto, a fim de continuar o processo de ensino com qualidade, é importante que os professores considerem novos meios experimentais, onde os alunos se sentem estimulados a aprender e desenvolvem sua criatividade.

3.3.1 O uso de experimentos de baixo custo para o Ensino de Física

Com a falta de laboratório e materiais apropriados, um meio alternativo para aplicar a experimentação na disciplina de física em sala de aula é utilizar experimentos de baixo custo. Os experimentos de baixo custo, são experimentos que são confeccionados com materiais alternativos, ou seja, com objetos encontrados facilmente em nosso cotidiano e que não tenham um custo alto, como: caixas, moedas, caneta, água, copo, fio, dentre outros.

O uso de experimentos com materiais alternativos é uma ferramenta que quando pensado e executado com qualidade, substitui na maioria das vezes sem nenhum tipo de prejuízo laboratórios e experimentos mais sofisticados.

Segundo WISNIEWSKI, (1990, p.99), materiais de baixo custo são:

[...]constituem um tipo de recurso que apresentam as seguintes características: são simples, baratos e de fácil aquisição. São materiais que facilitam o processo ensino-aprendizagem, porém não proporcionam informações. São utilizados como meios e são necessários no laboratório e em sala de aula, para realização dos trabalhos experimentais.

Para Millar (2014), o ensino das ciências deve estar atrelado às experiências com objetos reais, para que o discente seja capaz de relacionar da melhor maneira possível os experimentos montados, aos fenômenos que ele irá obter. A utilização de materiais de baixo custo é uma ferramenta que busca suprir a falta de laboratórios rebuscados, e levar a ciência para todo e qualquer lugar, desde que haja um planejamento e um direcionamento correto para o funcionamento dessa estratégia de ensino.

Os experimentos de baixo custo têm como seu principal objetivo abordar os fenômenos estudados de uma forma mais simples, desenvolver a criatividade e melhorar a compreensão dos estudantes ao estudar Física.

Para Ribeiro (1955, p. 54)

[...] aparelhos e montagens improvisadas, executadas com recursos mais modestos laboratórios, deve ser considerada não como uma solução de emergência, mas ao contrário, como uma nova técnica desejável para desenvolver as capacidades construtivas e inventivas do estudante.

Portanto, o fácil manuseio e acesso aos experimentos de baixo custo, despertam nos estudantes um maior interesse em Física, o qual conseguem recriar ou criar os fenômenos estudados na disciplina com mais facilidade, rompendo com o

ensino apenas teórico e muitas vezes, o aluno se sente motivado a ver a ciência com outro olhos e levar o seu próprio laboratório para onde ele desejar.

4 ENSINO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA

4.1 FENÔMENOS DA LUZ

O estudo na natureza da luz é muito discutida e estudada por muitos físicos e estudiosos da área. Muitos queriam saber como a luz se comportava e seus principais aspectos. Segundo Newton¹, a luz era formada por partículas; já Huygens² defendia a hipótese de que a luz era uma onda. Porém, foi após muitos anos, que a humanidade chegou a uma conclusão do comportamento da luz. Primeiro, Thomas Young comprovou a hipótese de Huygens, demonstrando que a luz sofria fenômenos ondulatórios, como interferência e difração. Depois, Einstein usou a quantização de energia de Planck para propor que a luz era composta de pacotes de energia, denominados fótons. A luz, portanto, tem um caráter dual. Vale salientar que qualquer que seja o tipo de fonte luminosa as ondas eletromagnéticas propagam-se no vácuo a uma velocidade de aproximadamente: $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$.

Como vimos, a luz é um fenômeno óptico que sempre intrigou muitos estudiosos, visto que a luz está interligada a inúmeros fenômenos que ocorrem no nosso dia a dia e muitas vezes eram mal interpretados ou até mesmo não entendidos quando vistos em interações com superfícies.

A óptica geométrica é uma área da física responsável por estudar e compreender inúmeros fenômenos, dentre eles podemos elencar: a refração, a reflexão, difração, dentro outros fenômenos que ocorrem em sua maioria quando a luz incide em uma superfície lisa ou não.

4.2 FENÔMENOS DA REFRAÇÃO E REFLEXÃO

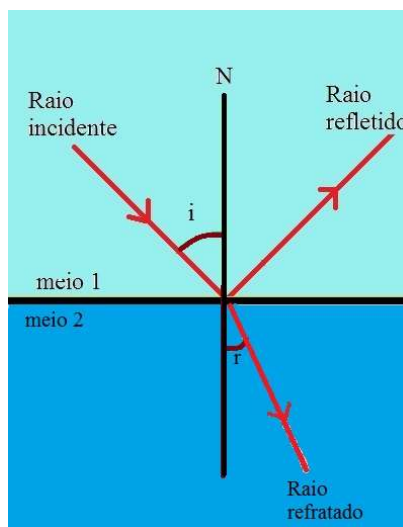
A refração e a reflexão são fenômenos ópticos que estudam o comportamento e as interações de um feixe de luz com a superfície. Esse fenômeno ocorre quando a luz ao atingir uma superfície polida e transparente, como por exemplo: vidro, ar, água, dentre outros materiais, esse feixe de luz pode ser refletido, quando a luz volta a se

¹ Isaac Newton (1643-1727) foi um físico, astrônomo e matemático inglês, que percebeu por meio de um simples experimento a origem de outras cores a partir da dispersão da cor branca.

² Christian Huygens (1629-1695) foi um matemático, físico e astrônomo holandês que defendeu que a luz se comportava como onda.

propagar em seu meio original, ou refratado, quando a luz passa de um meio para o outro.

Figura 1: O comportamento do raio de luz ao ser refletido ou refratado



Fonte: Mundo Educação³

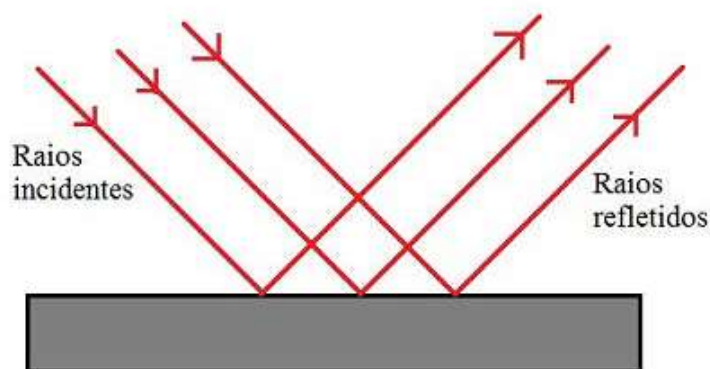
4.2.1 Reflexão

A reflexão da luz é um fenômeno óptico que ocorre quando um feixe de luz incide em uma superfície e acaba retornando para o seu meio original de propagação, e é a partir desse fenômeno que conseguimos enxergar as coisas ao nosso redor.

Ao estudarmos a reflexão, devemos saber que existem dois tipos: a reflexão regular e a reflexão difusa. A reflexão regular acontece quando os raios de luz incidem numa superfície polida e lisa, fazendo com que ele seja refletido mantendo-se a sua posição paralela um em relação ao outro e numa única direção, esse tipo de reflexão produz reflexos nítidos e imagens bem definidas, como a que podemos enxergar em águas claras e calmas. Na reflexão regular o ângulo de reflexão é igual ao ângulo de incidência.

Figura 2: Reflexão regular

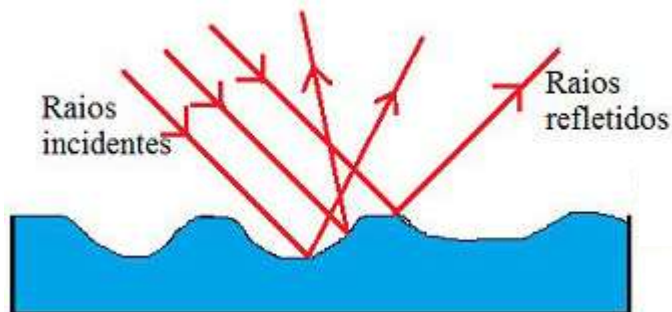
³ Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/reflexao-total-luz.htm>. Acesso em: 15/08/2023.



Fonte: Brasil escola⁴

Já a reflexão difusa, ocorre quando um raio de luz incide em uma superfície irregular, ou seja, uma superfície não tão plana e lisa, nesse tipo de reflexão os raios de luz acabam sendo refletidos em várias direções, o que diferente da reflexão regular a luz é dispersada em diferentes ângulos o que acarreta numa má formação de imagens.

Figura 3: Reflexão Difusa



Fonte: Brasil escola⁵

4.2.2 Refração

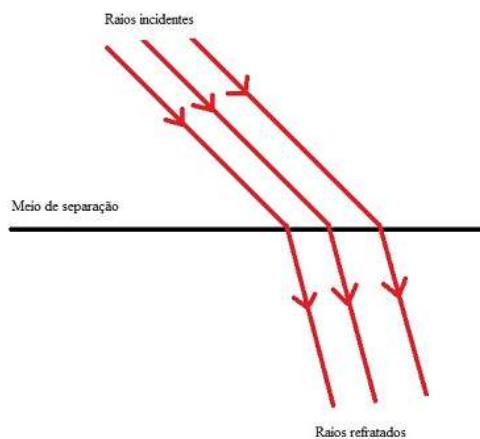
De maneira geral, a refração é um fenômeno óptico que ocorre quando um feixe de luz passa de um meio para o outro mudando sua direção, o que consequentemente a sua velocidade de propagação irá mudar. Esse fenômeno é responsável pela

⁴ Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/reflexao-total-luz.htm>. Acesso em: 15/08/2023.

⁵ Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/reflexao-total-luz.htm>. Acesso em: 15/08/2023.

formação de por exemplo: arco íris, distorção de imagens de objetos quando estão embaixo da água e etc.

Figura 4: Refração da Luz



Fonte: Prepara Enem ⁶

No fenômeno de refração podemos encontrar algumas variações nos raios de luz quando refratados que acontece basicamente quando a luz passa de um meio mais denso, para um menos denso, ou seja ocorre uma mudança de propagação e ela sofre uma refração que acaba se afastando do normal, como podemos ver na imagem abaixo.

Figura 5: Refração da luz que se afasta da normal



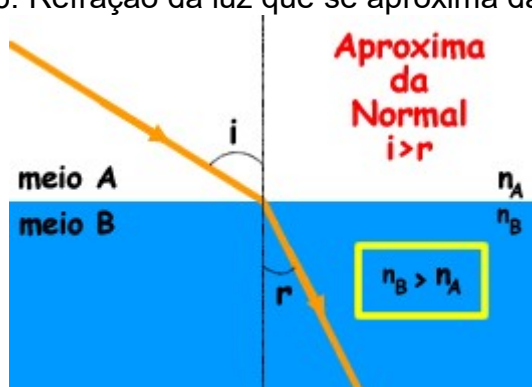
Fonte: Uol Educação ⁷

Já quando a luz passa de um meio menos denso, para um mais denso, a luz sofre uma refração em direção a normal, como podemos ver na imagem abaixo:

⁶ Disponível em: <https://www.preparaenem.com/fisica/reflexao-e-refracao-da-luz.htm>. Acesso em: 15/08/2023.

⁷ Disponível em: <https://educacao.uol.com.br/disciplinas/fisica/optica-geometrica-refracao-da-luz.htm>. Acesso em: 15/08/2023.

Figura 6: Refração da luz que se aproxima da normal



Fonte: Uol Educação ⁸

⁸ Disponível em: <https://educacao.uol.com.br/disciplinas/fisica/optica-geometrica-refracao-da-luz.htm>. Acesso em: 15/08/2023.

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa foi desenvolvida com alunos dos 2º anos da escola Erem Bezerras, localizada na cidade de Bezerros-PE, com o intuito de investigar como a construção e utilização de experimentos de baixo-custo podem auxiliar na elevação da aprendizagem significativa dos discentes em conteúdos de óptica geométrica. Tal investigação foi feita através de observações, aplicação de aulas conceituais, construção de experimentos utilizando materiais de baixo-custo e por fim questionário a fim de obter dados para a pesquisa.

Local da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida na Escola de Referência em Ensino Médio de Bezerros- PE, localizada na Avenida Lucas Soares Cardoso, S/N, Distrito Industrial, BR 232, Km 98 em Bezerros/PE, possui Cadastro Escolar 201.016, inscrita no CNPJ N° 10.572.071/0390-86 e Código do MEC/INEP: 26.177.013, é mantida pelo Governo do Estado de Pernambuco, estando sob supervisão da Gerência Regional de Educação Mata Centro.

A mencionada escola foi inaugurada em 2005 numa parceria do Instituto Alcides de Andrade Lima e o Governo do Estado de Pernambuco. A Escola de Referência em Ensino Médio de Bezerros (EREMB)⁹ foi a segunda escola em tempo integral fundada em Pernambuco. Atualmente a escola conta com mais de 400 alunos do 1º ao 3º do ensino médio matriculados em sua rede regular.

Atualmente a escola EREMB oferece a educação básica organizada em etapas e modalidades de ensino, funcionando em horário integral das 7:30 da manhã até as 17:00 horas da tarde. A Escola de Referência em Ensino Médio de Bezerros em seu Regime e no seu PPP fundamenta suas práticas nos princípios pedagógicos contidos nas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) e nas normas estaduais emanadas do Conselho Estadual de Educação e da Secretaria de Educação e Esportes de Pernambuco, por meio de suas Secretarias Executivas, referentes a cada etapa e/ou modalidade de ensino, bem como em outros princípios. Vale ressaltar que a escola

⁹ Informações disponíveis em: <https://bezerros.pe.gov.br/eremb-uma-escola-no-topo-do-ranking-da-gre-mata-centro/>

EREMB é uma escola com bastante destaque e prestígio em sua GRE, e atualmente conta com inúmeras premiações por causa do seu bom desempenho.

Tipo de Pesquisa

A pesquisa desenvolvida neste trabalho é inicialmente explicativa, a qual busca descrever relações entre a importância de relacionar conceitos físicos à experimentação utilizando materiais de baixo custo. Em conformidade com Gil (2008, p.42):

Essas pesquisas têm como preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos. Esse é o tipo de pesquisa que mais aprofunda o conhecimento da realidade, porque explica a razão, o porquê das coisas.

Devido à natureza dos procedimentos da pesquisa, a mesma trata-se de um estudo de caso, pois opta-se por uma investigação contextualizada da ciência em relação à formação conceitual dos estudantes e a aplicabilidade de experimentos de baixo custo no conteúdo de reflexão e refração.

Dando ênfase ao assunto, Gil (2002,p.54) acrescenta que:

O estudo do caso no âmbito das ciências, com diferentes propósitos, tais como: preservar o caráter unitário do objeto estudado; descrever a situação do contexto em que está sendo feita determinada investigação; formulação de hipóteses ou desenvolver teorias; e explicar as variáveis causais de determinado fenômeno em situação em situações muito complexas que não possibilitam a utilização de levantamentos e experimentos.

Portanto, o estudo de caso é uma investigação que constitui uma enorme parte da pesquisa, onde os dados serão coletados a partir das atividades conceituais propostas, observações, e explicações dos fenômenos encontrados nos experimentos construídos em grupos.

A coleta de dados constitui, portanto, o principal recurso de que se vale o estudo de caso para conferir significância a seus resultados. Pode-se dizer que, em termos de coleta de dados, o estudo de caso é o mais completo de todos os delineamentos, pois se vale tanto de dados de gente quanto de dados de papel (YIN, 2001, p.141).

Nesta lógica, a presente pesquisa levará em consideração a coleta e a análise de dados, como fatores importantes para a construção do estudo de caso, que dependerá diretamente de fatores específicos, tais como, instrumentos de pesquisa, pressupostos teóricos e práticos, que por sua vez facilitará o estudo de aspectos variados.

Instrumentos de coleta de dados

Para o levantamento dos dados necessários foram utilizados instrumentos padrões como: o uso do questionário que foi aplicado em 2 momentos da pesquisa (Pré e Pós abordagem do conteúdo e experimentos propostos) e a observação do desenvolvimento dos estudantes em uma aula expositiva e experimental, construída na forma de uma sequência didática (Apêndice A). Com o objetivo de compreender quais as principais impressões dos estudantes sobre a disciplina de Física e seus conhecimentos prévios sobre o conteúdo de Óptica Geométrica, foi aplicado um questionário com os estudantes do 2º ano do ensino médio da Escola de Referência em Ensino Médio de Bezerros.

Gil (2008) define o questionário como sendo uma:

[...] técnica de investigação composta por um conjunto de questões que são submetidas a pessoas com o propósito de obter informações sobre conhecimentos, crenças, sentimentos, valores, interesses, expectativas, aspirações, temores, comportamento presente ou passado etc. (GIL, 2008, p. 121).

A fim de levantar dados necessários para compreender a afinidade dos 75 estudantes voluntários com a disciplina de física e o conteúdo a ser abordado, foi utilizado um questionário composto por 9 perguntas, sendo elas 8 abertas e uma fechada (Apêndice B). Segundo Prodanov e Freitas (2013), às questões abertas são uma ferramenta essencial para que os estudantes possam ser mais livres em expressar suas respectivas opiniões.

Com o objetivo de preservar o sigilo das respostas fornecidas pelos participantes, os alunos foram denominados pela palavra “Estudantes”, seguida por um número, desde o 1 até o 75, o qual foi o total de estudantes que participaram da pesquisa.

Após a aplicação do 1º questionário (Apêndice B), foi o momento de abordar os conceitos sobre óptica geométrica por meio de uma aula expositiva, e assim observar o comportamento e as opiniões dos estudantes acerca do assunto. Após a aula expositiva, que abordou apenas conceitos, foi o momento de apresentar o roteiro experimental (Apêndice A), que consistiu em montar junto aos estudantes experimentos com materiais alternativos, a fim de melhor efetivar a aprendizagem dos estudantes e observar os fenômenos estudados.

O objetivo da atividade prática pode ser o de testar uma lei científica, ilustrar ideias e conceitos aprendidos nas 'aulas teóricas', descobrir ou formular uma lei acerca de um fenômeno específico, 'ver na prática' o que acontece na teoria, ou aprender a utilizar algum instrumento ou técnica de laboratório específica. Não se pode deixar de reconhecer alguns méritos nesse tipo de atividade: por exemplo, a recomendação de se trabalhar em pequenos grupos, o que possibilita a cada aluno a oportunidade de interagir com as montagens e instrumentos específicos, enquanto divide responsabilidades e ideias sobre o que devem fazer e como fazê-lo; outro é o caráter mais informal do laboratório, em contraposição à formalidade das demais aulas (BORGES. 2002, p. 13).

Após a abordagem conceitual e teórica que teve como o intuito a melhor efetivação dos conceitos e fenômenos vistos, foi a vez do 3º momento, que se deu na aplicação do segundo questionário (Apêndice C), o qual foi composto por 7 perguntas, sendo todas abertas, e teve como intuito observar a opinião dos estudantes sobre a importância do uso de experimentos no ensino de física, para observar os fenômenos estudados, e sua nova visão sobre o conteúdo abordado.

Análise dos dados

Para a análise dos dados obtidos na aula expositiva e na aplicação do questionário foi adotado o método de "Análise de Conteúdo", definida por Bardin (1977), como:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objectivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens. (BARDIN, 1977, p. 42).

Para Bardin (1977), a análise de conteúdos se dá em três fases, sendo a primeira a pré-análise, a qual basicamente é organizar os dados obtidos para uma melhor compreensão deles, a segunda é a escolha dos elementos de recorte, ou seja separar os principais elementos que são indispensáveis na presente pesquisa, e por último, os gráficos e figuras dos resultados obtidos com a pesquisa.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 DISCUSSÃO DOS DADOS DO 1º QUESTIONÁRIO

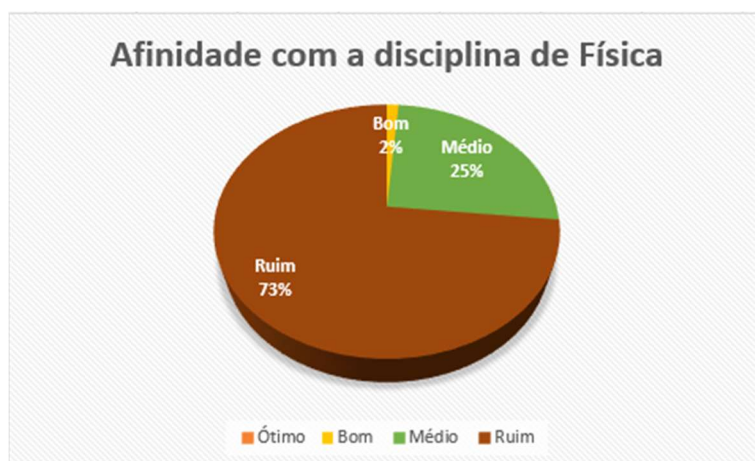
O primeiro questionário (Apêndice B) foi aplicado no primeiro contato com os estudantes de todas as turmas que participaram da pesquisa, o mesmo teve como intuito compreender as considerações e opiniões dos estudantes sobre a disciplina de física e também sobre o conteúdo o qual foi abordado na aula posterior. Para Quivy e Campenhoudt (1995), a utilização de questionários tem o objetivo de expor questões a um grupo da população a fim de conhecê-la.

Vale salientar que o questionário foi composto em sua maioria por perguntas discursivas, a fim que os estudantes tivessem o máximo de liberdade possível.

6.1.1 Afinidade com a Disciplina de Física

A primeira e a segunda questão proposta foram elaboradas com o intuito de avaliar o nível de afinidade dos estudantes com a disciplina de física, e quais suas principais considerações sobre a mesma. A maioria dos estudantes entrevistados, forneceu uma resposta insatisfatória em relação à disciplina, ou seja, a maioria dos estudantes consideraram o seu nível de afinidade “ruim” (73% dos estudantes) ou “médio” (25% dos alunos) e apenas 2% dos estudantes entrevistados consideraram ter um bom nível de afinidade com a disciplina.

Gráfico 1: Afinidade com a disciplina de Física



Fonte: Autoria Própria (2023)

A partir da opinião dos estudantes na primeira questão, podemos na segunda encontrar algumas justificativas para suas respectivas insatisfações com a disciplina, podemos observar essas justificativas nas respostas a seguir:

“Física é uma disciplina com muitos cálculos, fórmulas, difícil e desinteressante de aprender”. (ESTUDANTE 05)

“Considero uma matéria que requer bastante atenção e esforço para conseguir assimilar os conteúdos”. (ESTUDANTE 62)

“Uma disciplina que se resume a cálculos”. (ESTUDANTE 33)

“Matemática, sendo mais difícil”. (ESTUDANTE 15)

Na visão de muitos estudantes, a física é uma disciplina que se resume apenas a cálculos e teorias, como sabemos essas respostas na maioria das vezes são reflexos de aulas que trabalhem apenas memorização e exercícios mecânicos. Ramos (2013), cita a influência negativa desses tipos de aula, onde os estudantes apenas aplicam fórmulas prontas e não vêem o outro lado da ciência, resumindo a Física apenas em cálculos.

Logo, podemos perceber a necessidade de uma reformulação nas aulas da disciplina, onde existe uma necessidade emergente que professores busquem levar para a sala de aula meios reflexivos, onde os estudantes atuem como agentes ativos de sua própria aprendizagem e que auxiliem os mesmos a pensarem ciência de uma outra maneira, e não apenas como uma matemática mais difícil, sendo a experimentação uma ferramenta poderosa na facilitação do processo de ensino-aprendizagem

6.1.2 Conceitualização da Óptica Geométrica

A terceira, quarta, quinta e sexta questão proposta no questionário foi elaborada com o objetivo de analisar a visão conceitual dos estudantes sobre a Física Óptica e também se eles conseguiam distinguir os principais fenômenos ópticos a serem estudados posteriormente. De início, acreditávamos que os estudantes iriam conseguir responder sem dificuldade as questões propostas, visto que para o 2º ano do ensino médio, o conteúdo de óptica é bastante comum a ser trabalhado, porém podemos observar na figura abaixo o desempenho dos estudantes.

Gráfico 2: Definição de conceitos e fenômenos Ópticos



Fonte: Autoria Própria (2023)

Como podemos observar, a maioria dos estudantes (93%) não conseguiu desenvolver uma resposta, ou responderam que não sabiam em todas as questões propostas, o que é bastante preocupante, visto a necessidade do conteúdo e o quanto ele é presente no nosso dia a dia. Podemos observar algumas respostas para a pergunta a seguir:

“Não sei ”. (ESTUDANTE 05)

“Não sei, nem sabia que existia diferença ”. (ESTUDANTE 55)

“Não consigo pensar em nada ”. (ESTUDANTE 30)

É importante frisar que ao analisar as respostas dadas pelos estudantes, que em sua grande maioria não conseguiu desenvolver, podemos perceber que o conteúdo proposto ainda não foi trabalhado com os mesmos, o que pode ter se dado por inúmeros fatores causadores, principalmente a reforma do ensino médio que reduziu drasticamente as aulas de Física na rede regular de ensino público.

6.1.3 A Óptica Geométrica no nosso dia a dia

A sétima questão proposta teve como objetivo identificar se os estudantes reconheciam ou identificavam esses fenômenos com facilidade no nosso dia a dia, vale ressaltar que fenômenos ópticos como a refração e reflexão são vistos diariamente por nós, quando realizamos atividades simples como se olhar no espelho, ou até mesmo colocar o dedo dentro de um copo transparente com água.

Apesar de serem fenômenos muito simples e que fazem parte da nossa vida, acreditamos que os alunos tiveram uma resposta negativa à pergunta, por não conseguirem assimilar a física ao seu cotidiano com facilidade.

Podemos observar algumas respostas para a pergunta a seguir:

*“Acredito que conseguimos ver a reflexão, mas a refração não”.
(ESTUDANTE 03)*

“Acredito que possam ser vistos no nosso dia a dia, mas sem muita facilidade”. (ESTUDANTE 12)

“Não faço ideia”. (ESTUDANTE 15)

“Acho que sim porque a física é uma ciência da natureza, só que eu não sei exemplos de onde ver ou sentir isso”. (ESTUDANTE 65)

A partir da análise das respostas obtidas na sétima questão do nosso questionário é notório a negativa e a falta de associação que a maioria dos estudantes tem quando buscamos relacionar a física ao cotidiano deles, para Ramos (2013), esse tipo de resposta é fruto de aulas mecanizadas e que fazem uso de poucas metodologias de ensino diferenciadas. Em disciplinas científicas como a de Física, é fundamental que os estudantes compreendam pelo menos o mínimo sobre as leis da natureza que regem o nosso planeta e seus inúmeros fenômenos que estão totalmente presentes no nosso dia a dia, e para isso é fundamental que os professores busquem nas práticas experimentais, principalmente as de baixo custo, levando em consideração a falta de laboratório em muitas escolas uma aproximação da Física e o cotidiano dos estudantes.

6.1.4 A importância de trabalhar conceitos e práticas experimentais no ensino de Óptica Geométrica

Já na oitava e nona pergunta proposta, ambas tiveram como intuito compreender a opinião dos estudantes de como a física deve ser trabalhada no ensino regular e a importância do uso de atividades experimentais para compreender fenômenos científicos a serem estudados em conjunto com os conceitos.

Todos os participantes (100%) da pesquisa afirmaram que é de extrema importância a utilização de atividades experimentais para a melhor assimilação dos

conceitos a serem estudados, e é a partir da construção dos experimentos e observação dos fenômenos que muitas vezes a física é melhor compreendida. Abaixo seguem alguns relatos:

“As atividades experimentais em conjunto com conceitos ajudam bastante os alunos a entenderem a matéria e deixar ela mais divertida ”. (ESTUDANTE 35)

“Sim, acho importante trabalhar a parte experimental pois às vezes os textos e as contas só, não ajudam a entender nada não ”. (ESTUDANTE 38)

“Acredito que sim, os experimentos são muito importantes assim como os conceitos, um complementa o outro e isso ajuda bastante na compreensão de fenômenos e conceitos que sejam difíceis de saber como esses de hoje”. (ESTUDANTE 42)

“Sim, pois ficar na sala só com contas é muito cansativo e desestimulante, acaba que só fazemos exercícios”. (ESTUDANTE 53)

“Lógico que sim, pois vai facilitar muito mais, até mesmo as contas pra saber o que estamos fazendo, entender o fenômeno ajuda na fixação e a maior parte dos conteúdos de física precisa de prática para melhor serem entendidos, não existe física sem experimentos”. (ESTUDANTE 64)

Através das respostas dos estudantes, podemos perceber a importância das atividades experimentais a fim de proporcionar aos estudantes uma melhor assimilação e fixação dos conceitos físicos estudados. É importante ressaltarmos que muitas escolas não possuem laboratórios próprios para a realização de experimentos, levando isso em consideração, cabe aos professores buscarem estratégias e implementarem o uso de experimentos de baixo custo nas suas aulas. Sobre as principais vantagens da utilização dos experimentos de baixo custo, Moreira (2015) ressalta que:

[...] o fácil manuseio dos equipamentos e experimentos de baixo custo no ensino de Física, proporciona um maior interesse do aluno com a disciplina, o qual já se encontra familiarizado com os materiais, levando-o a descoberta de que o ensino teórico tem uma aplicabilidade prática ao invés de ser puramente teórico, quadro e giz. (MOREIRA, 2015, p. 22)

Quando trabalhada com objetivos bem estabelecidos e planejamento prévio, a experimentação de baixo custo é uma ferramenta muito poderosa e até mesmo indispensável em sala de aula, é através dela que professores muitas vezes conseguem fazer com que os discentes compreendam o aporte teórico com mais

compreensibilidade, o que conseqüentemente acarreta na vida dos estudantes uma melhoria em associar a física ao seu dia a dia.

6.2 CONSIDERAÇÕES DA AULA EXPOSITIVA

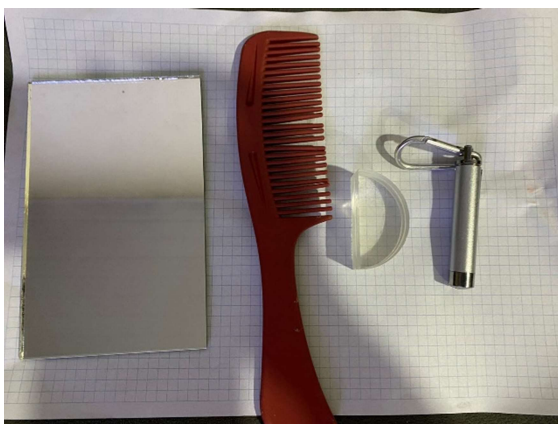
Após a análise e finalização do questionário 1, que teve como objetivo uma sondagem inicial dos conteúdos e opiniões dos estudantes, foi o momento de desenvolver a aula expositiva e experimental que foi proposta na sequência didática com o objetivo de observar o comportamento dos estudantes e mediar a construção conceitual e experimental sobre o conteúdo de óptica geométrica.

Segundo Lopes (2011, p.38) a “aula expositiva tem sido identificada como a mais tradicional técnica de ensino”, mesmo sendo muitas vezes mal vista por muitos estudiosos, a aula expositiva quando planejada adequadamente, e associada a outros métodos e abordagens corretas, acaba tornando-se uma ferramenta indispensável. Em concordância com Lopes (2011, p. 43) essa “técnica ajuda na compreensão de assuntos considerados complexos”.

Sendo assim, como o intuito de repassar toda parte teórica sobre o conteúdo de óptica geométrica, foi mediado duas aulas expositivas, sendo cada uma com 50 minutos, elencando os principais tópicos do conteúdo de forma oral e expositiva, destacando os conceitos e como o conteúdo se relaciona com o dia a dia dos estudantes, posteriormente após a finalização da aula foi o momento dos de complementar essa estratégia de ensino com a utilização de experimentos com matérias de baixo custo.

O uso experimentos de baixo custo nas aulas da disciplina de física é uma estratégia de aprendizagem muitas vezes indispensável, pois através deles podemos recriar fenômenos, testar leis e até mesmo revisar os conteúdos, tornando as aulas mais interativas. A partir disso foi proposto aos estudantes a construção de dois experimentos utilizando materiais de baixo custo, o primeiro sendo sobre o fenômeno reflexão, e o segundo sobre a refração da luz. Vale ressaltar que a atividade experimental foi dividida em 2 momentos, sendo o primeiro momento destinado a leitura e compreensão do roteiro experimental que foi entregue aos estudantes, posteriormente foi o momento da montagem dos experimentos e observação dos fenômenos estudados, com o intuito de revisar e melhorar o aporte conceitual dos estudantes, segue abaixo alguns registros da aula:

Figura 7: Materiais dos experimentos



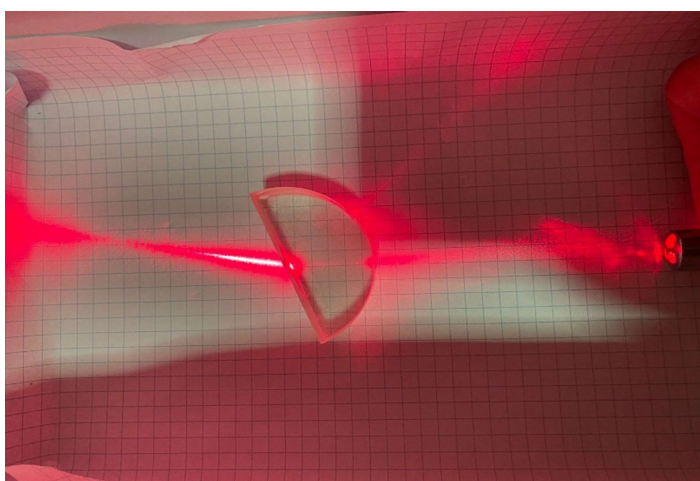
Fonte: Autoria Própria (2023)

Figura 8: Construção do experimento de refração



Fonte: Autoria Própria (2023)

Figura 9: Refração da Luz



Fonte: Autoria Própria (2023)

Figura 10: Reflexão da Luz



Fonte: Autoria Própria (2023)

6.3 DISCUSSÃO DOS DADOS DO 2º QUESTIONÁRIO

O segundo questionário (Apêndice C) foi aplicado após a aula expositiva e a construção dos experimentos com a utilização de materiais de baixo custo, o mesmo teve como intuito compreender as novas considerações dos estudantes acerca dos temas abordados e também a importância da utilização dos experimentos para auxiliar as aulas de Física.

6.3.1 Discutindo os conceitos

A primeira questão proposta foi desenvolvida com o intuito de buscar compreender a visão dos estudantes em relação as aulas totalmente expositivas, ao serem questionados se somente a parte conceitual é suficiente para compreender os fenômenos estudados, a maioria dos estudantes (95%) forneceram uma resposta negativa, ou seja que somente a parte conceitual não é suficiente para a compreensão aprofundada dos fenômenos. Abaixo seguem alguns relatos:

“So a parte conceitual não, é necessário um conjunto de coisas, experimentos exercícios, ai da pra entender as coisas”. (ESTUDANTE 02)

“Não”. (ESTUDANTE 53)

“Na minha opinião os experimentos ajudam muito na parte teórica dos assuntos e faz que possamos ter um melhor entendimento”. (ESTUDANTE 17)

“Não, os exemplo colaboram com a aprendizagem ver acontecendo fica mais fácil”. (ESTUDANTE 53)

Através das respostas dadas pelos estudantes, podemos perceber a importância de trabalhar as atividades conceituais em conjunto com experimentos, a fim de obter uma melhor assimilação e fixação dos conceitos físicos estudados.

6.3.2 Revendo os temas estudados

A segunda questão foi desenvolvida com o intuito de identificar se os estudantes ainda conceituariam os temas abordados da mesma maneira após a aula expositiva e experimental, visto que a aula abordou de maneira interativa os conceitos de reflexão e refração, assim como exemplos que acontecem frequentemente no nosso dia a dia. Segue abaixo alguns relatos dos estudantes participantes da pesquisa:

“Não pq os conceitos foram bem explicados e eu nem sabia o que era”. (ESTUDANTE 50)

“não depois que foi explicado entendi (ESTUDANTE 55)

“Jamais”. (ESTUDANTE 53)

A partir da análise das respostas do questionário proposto, foi possível identificar que os estudantes quando submetidos a metodologias ativas e práticas experimentais bem desenvolvidas, conseguem compreender os fenômenos de uma maneira mais eficiente.

Já na terceira questão pedimos que os estudantes explicassem como eles definiriam os fenômenos estudados, a fim de avaliarmos suas concepções a partir do conteúdo e da atividade desenvolvida.

“refração e reflexão são fenômenos da luz, sendo a refração quando a luz passa de um meio para o outro, a luz entorta e tem a reflexão que é quando a luz bate em uma superfície lisa e volta pra origem ”. (ESTUDANTE 02)

“refração: É a passagem da luz de um meio para o outro meio, da a sensação que as coisas entortaram, quando colocamos o dedo na água e reflexão: o que vemos no espelho, a luz bate e volta ao seu meio de origem”. (ESTUDANTE 50)

Sendo assim, a partir das atividades desenvolvidas podemos identificar que quando trabalhada de uma forma interativa e bem elaborada, as aulas expositivas assim como as experimentais utilizando materiais de baixo custo, são excelentes opções para mediação conceitual de conteúdos na disciplina de Física, visto que a mesma ainda é vista por muitos estudantes como uma disciplina chata, com metodologias de repetição e que se resume apenas a cálculos complexos.

6.3.3 Trabalhando a Óptica com o auxílio de experimentos

Com o intuito de compreender se as atividades experimentais auxiliaram na construção conceitual do tema de reflexão e refração foram elaboradas a quarta e quinta pergunta, sendo a quarta pergunta questionando se os conteúdos de óptica geométrica devem ser trabalhados na forma teórico-prático.

Segundo Fracalanza, Amaral e Gouveia (1986, p. 26 - 27):

"O ensino de ciências, entre outros aspectos, deve contribuir para o domínio das técnicas de leitura e escrita; permitir o aprendizado dos conceitos básicos das ciências naturais e da aplicação dos princípios aprendidos a situações práticas; possibilitar a compreensão das relações entre a ciência e a sociedade e dos mecanismos de produção e apropriação dos conhecimentos científicos e tecnológicos; garantir a transmissão e a sistematização dos saberes e da cultura regional e local".

Sendo assim, as atividades experimentais devem ser garantidas de modo a evitar que a relação teoria-prática seja perdida. A teoria e a prática não devem estar separadas, juntas elas contribuem muito para o processo ensino-aprendizagem. Segue abaixo alguns relatos dos estudantes:

"sim no teórico você aprende bastante e o prático ajuda muito mais a você lembrar depois". (ESTUDANTE 19)

"Quando os professores trazem os conteúdos junto com brincadeiras ou experimentos como a senhora trouxe ajuda bastante nós alunos, nós conseguimos na hora da prova lembrar da prática" (ESTUDANTE 55)

"Muito, além de ser divertido é necessário para a matéria de física". (ESTUDANTE 60)

Já na quinta questão buscamos compreender se os estudantes conseguiram a partir da construção e execução dos experimentos uma melhor assimilação dos conceitos estudados, visto que a interação entre metodologias

bem elaboradas e executadas contribui de uma forma exponencial para a aprendizagem dos estudantes. Abaixo temos alguns relatos dos estudantes:

“sim”. (ESTUDANTE 7)

“consegui sim, é muito bom usar experimentos” (ESTUDANTE 10)

“Muuuiitooooooooo, ”. (ESTUDANTE 27)

6.3.4 Importância do uso de experimentos de baixo custo nas aulas de Física

Já na sexta e sétima questão, buscamos compreender a importância de utilizar os experimentos de baixo custo como ferramenta facilitadora da aprendizagem, devemos levar em consideração que utilizar experimentos para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem é garantir a liberdade dos estudantes em construir e solidificar suas próprias concepções através dessas estratégias procedimentais. Atualmente, conseguir prender a atenção de muitos estudantes na disciplina de Física não é uma tarefa muito fácil, visto que muitas aulas ainda continuam com estratégias mecânicas para mediar os conhecimentos.

Para Ribeiro (1955), a construção de experimentos de baixo custo são uma estratégia para que os alunos possam expressar suas concepções e sua criatividade para montar e posteriormente observar os fenômenos que se busca estudar, dando autonomia aos discentes. Segue abaixo a opinião dos estudantes sobre o uso de experimentos de baixo custo:

“sim, o uso de experimentos possibilita ver as coisas que estamos estudando, e fica mais fácil de entender que só falando sem mostrar ”. (ESTUDANTE 35)

“Na minha opinião não existe física sem experimentos, a física como foi dito é uma ciência da natureza, então ela respeita a natureza e acontece no nosso dia a dia, mostrar os fenômenos com as coisas que a gente tem em casa ajuda muito pq podemos montar a qualquer hora.” (ESTUDANTE 47)

“Ajudou bastante, só falar as vezes a gente não consegue entender direito os temas que os professores querem dizer”. (ESTUDANTE 60)

A partir dos relatos dos estudantes, podemos notar a importância e o quanto os experimentos de baixo custo são eficazes e indispensáveis nas aulas de Física, visto que a relação teoria e prática com materiais alternativos trás para a sala de aula uma

maior possibilidade dos estudantes obterem a aprendizagem significativa e assimilar os fenômenos estudados ao seu dia a dia.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente, abordagens tradicionais e aulas voltadas para o uso excessivo de exercícios de repetição não são mais suficientes e interessantes para estimular a participação e interação dos estudantes na disciplina de Física e no desenvolvimento intelectual científico. É necessário de forma emergente a adoção e implementação de métodos e estratégias de ensino que minimizem as dificuldades e a falta de interesse dos estudantes na disciplina. É nesse sentido que deve-se levar em consideração estratégias como o uso de experimentos de baixo custo que possibilitam o desenvolvimento dos estudantes.

A partir da construção do presente trabalho percebemos que para construir uma aprendizagem significativa na disciplina de Física atualmente é necessário mais que aulas expositivas e dialogadas, é necessário a implementação de atividades mais dinâmicas e que os estudantes consigam associar a ciência ao seu cotidiano. É notável a grande dificuldade que muitos estudantes têm na disciplina e nos conteúdos básicos pra o 2º ano como Óptica geométrica, e isso decorre de muitas vezes os professores abordarem esses temas de forma tradicional proporcionando uma mera memorização dos estudantes em relação aos conteúdos.

Uma vez trabalhado de forma adequada, a utilização de experimentos de baixo custo proporciona uma relação direta com as teorias estudadas e com o cotidiano dos estudantes. A partir da pesquisa e observação do comportamento dos estudantes na aula expositiva e na aula prática, os próprios estudantes de modo geral tiveram uma melhor participação da aula prática e avaliaram a experimental como indispensável na disciplina, indicando que além de poder visualizar os conceitos estudados na prática, melhorou a compreensão dos temas abordados.

Ressaltamos que trabalhar os conteúdos através da experimentação ou de forma lúdica, é uma maneira imensamente eficaz de levar para as aulas de física mais motivação e participação dos estudantes, transformando os conteúdos mais complexos em interessantes e dinâmicos, possibilitando aos estudantes uma nova forma de ver a ciência.

Neste sentido, sugerimos que os professores da disciplina de Física levem para as salas de aulas novas abordagens e metodologias para trabalhar os conteúdos, afim de proporcionar aos alunos uma melhor visão da disciplina e obter através dela a

aprendizagem significativa, utilizando a oportunidade de investigar, levantar hipóteses, construir equipamentos e recriar os fenômenos.

Portanto, mesmo sendo muitas vezes pouco explorado pelos profissionais da educação, os experimentos de baixo custo possibilitam levar os laboratórios para a sala de aula, e uma maior flexibilidade em estudar ciência, sendo assim almejamos que futuramente os professores consigam trabalhar mais a física utilizando experimentos e atividades investigativas, dando liberdade aos estudantes de serem protagonistas da sua própria aprendizagem, e mudando suas concepções sobre a disciplina.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa: A teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1968.

AUSEBEL, D. P.; Novak, J.D e HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana. Tradução para o português original Educational psychology: ve vie, 1980.

BARBOSA, Joaquim O.; PAULO, Sérgio R.; RINALDI, Carlos. Investigação do papel da experimentação na construção de conceitos em eletricidade no ensino médio. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.16, n.1: p.105-122, abr. 1999.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa, Edições 70, 1977. 226 p.

BORGES, A. T. **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências**. Caderno brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n. 3, p. 9-31, dez 2002.

BRASIL. MEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, 2002.

BRASIL, Secretaria de ensino médio e tecnológico. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**, Brasília; MEC/SEMTEC, 2000,p.122.

FRACALANZA, H.; AMARAL, I.; GOUVEIA, Mariley S. Flória. **O ensino de ciências no primeiro grau**. São Paulo: Atual, 1986.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Miniaurélio: o minidicionário da língua portuguesa**. 7.ed. Curitiba: Positivo, 2008.

FERRO, Maria Glória Duarte; PAIXÃO, Maria do Socorro Santos Leal. **Psicologia da aprendizagem: fundamentos teóricos-metodológicos dos processos de construção do conhecimento**. 1. ed. Teresina: EDUFPI, 2017.

GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. d. C. **Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencia da teoria de vygostky**. Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 227-254, ago 2005.

GIL, Antonio C. **Como elaborar projetos de pesquisa** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

LAVARDA, Francisco Carlos. **Material baixo custo**. Disponível em: <<https://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/>> Acesso em: 03 mar. 2023.

LOPES, Antonia Osima. Aula expositiva: superando o tradicional. IN: VEIGA, Ilma Passos Alencastro. **Técnicas de ensino: por que não?** Campinas, SP: Papirus, 2011.

MOREIRA M.A. **A Teoria de Aprendizagem de David Ausubel como Sistema de Referência para a Organização de Conteúdo de Física**, Revista Brasileira de Física, Vol. 9, N. 1, p.275 a 292, 28 de Agosto de 1978

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006. 186 p.

MOREIRA, M. L. B. **Experimentos de baixo custo no ensino de mecânica para o ensino médio**. 2015. 146 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Garanhuns, 2015. Disponível em: <<http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/bitstream/tede2/5493/2/Marcos%20Luiz%20Batista%20Moreira.pdf>>. Acesso em: 27 julho. 2023.

MOREIRA, M. C. **O que é afinal aprendizagem significativa?** La Laguna, Espanha, 2012. Disponível em: <<http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>>. Acessado em: 19 jun 2023.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

Moreira, M.A.; Masini, E.A.F.S. (1982). **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo, Editora Moraes.

OVIGLI, D. F. B.; BERTUCCI, M. C. S. **A formação para o ensino de ciências naturais nos currículos de pedagogia das instituições públicas de ensino superior paulistas**. Ciências & Cognição, v. 14, n. 2, 2009. Disponível: <<http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/13492>>. Acesso em: 05/08/2016

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2.ed. Novo Hamburgo: Freevale, 2013. 276p.

QUIVY, R. CAMPENHOUDT, L. V. **Manuel de recherche em sciences sociales**. Tradução por João Minhoto Marques, Maria Amélia Mendes e Maria Carvalho. Manual de Investigação em Ciências Sociais. 4ª ed. Portugal: Gradiva, 2005. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/37937019/Quivy-e-Campenhoudt-Manual-de-Investigacao-em-Ciencias-Sociais>> Acesso em: 24/05/2023.

RAMOS, E. S. **O ensino da função orgânica amina por meio de um jogo didático em um enfoque CTS**. 2013. 151f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Tecnologia) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia. Ponta Grossa, 2013.

RIBEIRO, J.C. **O ensino experimental da Física no curso secundário**. II Curso de aperfeiçoamento para professores de Física do ensino secundário. Atas do encontro. Pág.: 49- 56. IBCEC. MEC-ITA. São Paulo, 1955.

SASSERON, Lucia Helena.; MACHADO, Vitor. Fabricio. **Alfabetização científica na prática: inovando a forma de ensinar física**. São Paulo: Livraria da Física, 2017.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. **ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**. São Paulo, v.16, n.1, p.59-77, 2011.

SEARS, F.; ZEMANSKY, M.W.; YOUNG, H.; FREDMAN, R.A.; **Física IV: Ótica e Física Moderna**. São Paulo. 2009.

TEIXEIRA, Mariane Mendes. "O que é reflexão da luz?"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-reflexao-luz.htm>. Acesso em 12 de outubro de 2023.

_____. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais**. Brasília, DF: MEC/SEF, 1997a. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro04.pdf>>. Acesso em: 31 maio 2023.

_____. **Alfabetização científica e documentos oficiais brasileiros: um diálogo na estruturação do ensino da Física**. São Paulo: Cengage Learning, p. 1-27, 2010. In: CARVALHO, A. M. P. (org). Ensino de Física. Coleção ideias em ação. São Paulo: Cengage Learning, 2010. 158 p

WISNIEWSKI, G.. **Utilização de Materiais de Baixo Custo no Ensino de Química Conjugados aos Recursos Locais Disponíveis**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC. 1990.

YIN, Robert k. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. 2ª Ed. Porto Alegre/ Bookman, 2001, p 141.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. 1º edição. Porto Alegre: Artmed, 1998. 224 p.

APÊNDICE A – SEQUÊNCIA DIDÁTICA E ROTEIRO EXPERIMENTAL

SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE ÓTICA: REFLEXÃO E REFRAÇÃO DA LUZ

➤ DESENVOLVIMENTO:

- **Momento 1:** Inicialmente será aplicado um questionário, com objetivo de obter e entender quais os conhecimentos prévios dos estudantes em relação ao conteúdo de ÓPTICA, que será trabalhado no presente trabalho.
- **Momento 2:** Após a aplicação do questionário disponibilizado, será apresentado aos estudantes de maneira oral e expositiva a conceitualização do conteúdo abordado no presente trabalho. Será utilizado recursos didáticos como: Slides, Quadro, livro didático e Notebook.
- **Momento 3:** Aplicação dos experimentos de baixo custo; Neste terceiro momento, será trabalhado além da forma conceitual, a forma experimental do conteúdo a fim de buscar assimilar de uma melhor forma os conhecimentos adquiridos nas aulas anteriores. No primeiro instante desse momento, será apresentado aos estudantes a proposta de experimentos e suas respectivas montagens, posteriormente será entregue aos estudantes todo material (de baixo custo), e assim, eles irão montar seus experimentos e por fim responder mais um questionário disponibilizado afim de verificar sua aprendizagem acerca do tema a partir do uso de experimentos de baixo custo.

Docente: Larissa Milena da Silva

Componente curricular: Física

Tema: Óptica Geométrica

Data: / /2023

Carga horária:

Plano de Aula

Conteúdo

- Refração e Reflexão da Luz.

Objetivos

- Reconhecer que a luz se propaga a diferentes velocidade em diferentes meios;
- Reconhecer que a luz incidente não perpendicularmente à fronteira entre meios altera a direção da propagação;
- Familiarizar os estudantes que se a incidência da luz for oblíqua, além da mudança da velocidade, também ocorrerá uma mudança na trajetória da luz
- Identificar fenômenos relacionados a reflexão da luz e suas aplicações em situações cotidianas.
- Compreender como a reflexão da luz funciona;
- Descrever como a luz é melhor refletida de superfícies brilhantes como espelhos.

Metodologia

No primeiro momento da aula, será entregue aos estudantes, um formulário para buscar conhecer os conhecimentos prévios dos estudantes, após esse primeiro momento discutiremos algumas ideias dos estudantes para posteriormente iniciaremos o conteúdo. O conteúdo proposto será realizado de maneira oral/expositiva, elencando os principais tópicos do conteúdo no quadro com o auxílio de slides que serão entregue aos estudantes impressos. Em seguida, após a exposição oral do conteúdo será construído em conjunto experimentos utilizando matérias de baixo custo, e por fim a aplicação de formulários;

Recursos Didáticos

Os recursos didáticos utilizados para a aula expositiva serão à lousa, Datashow, computador, e etc.

Avaliação

A avaliação será realizada por meio da participação dos estudantes durante a aula expositiva, bem como através da participação dos estudantes através da construção de experimentos;

Referência

LAVARDA, Francisco Carlos. Material baixo custo. Disponível em:

<<https://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/>> Acesso em: 03 mar. 2023.

SEARS, F.; ZEMANSKY, M.W.; YOUNG, H.; FRBEDMAN, R.A.; **Física IV: Ótica e Física Moderna**. São Paulo. 2009.

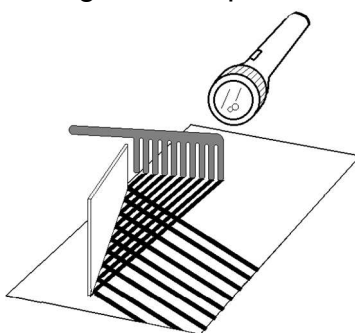
Roteiro Experimental

Experimento Reflexão - PENTE REFLEXIVO

- **Objetivo experimental:** Observar o fenômeno da reflexão da luz.
- **Contexto:** Reflexão é o fenômeno pelo qual a luz ao encontrar um obstáculo é rebatida. Para melhor compreender este fenômeno é preciso antes definir as duas etapas da reflexão. Na primeira etapa (incidência) o raio de luz chega até o espelho. Já na segunda etapa, o raio de luz sai do espelho (reflexão). Ao ângulo que este raio forma com o espelho damos o nome de *ângulo de reflexão*. Para a reflexão existe uma lei: o ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão.
- **Materiais:**
 - **Pente; Espelho**
 - **1 folha de papel a4**
 - **Lanterna do celular**
- **Montagem do Experimento:** Para a realização desse experimento é necessário colocar a folha em branco a4 em cima de alguma superfície lisa,

posteriormente o espelho na vertical encostando o mesmo na superfície. Ao lado do espelho formando um ângulo de 90° é posicionado o pente, com os seus dentes em contato com a superfície. Após posicionar os objetos iniciais, com a lanterna (pode ser a do celular) ligada devemos posicionar a mesma de modo com que a luz produza uma sombra pelos dentes dos pente atingindo o espelho e assim fazendo-a refletir na superfície.

Figura 1: Montagem do experimento de reflexão¹⁰



Fonte: UNESP

Roteiro Experimental

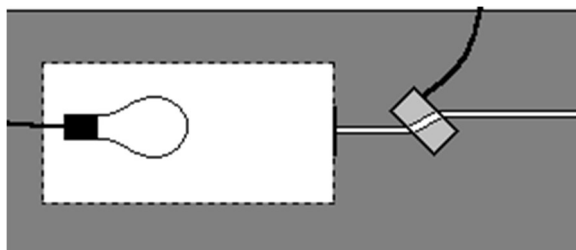
Experimento Refração – UM RAIOS DE LUZ QUE MUDA A SUA TRAJETÓRIA

- **Objetivo Experimental:** O objetivo do experimento proposto é observar um raio de luz sendo refratado.
- **Contexto:** A refração é um fenômeno óptico que mostra como a luz se comporta ao mudar de meios materiais para outros, como por exemplo: água, acrílico, ar, dentre outros. A lei da refração explica o motivo de quando colocamos uma caneta dentro de um copo de água ela aparenta ficar torta.
- **Materiais Utilizados:**
 - Caixa de sapato
 - Laser simples
 - Acrílico de 10 mm

¹⁰ Disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/opt03.htm>>. Acesso em: 03 mar. de 2023.

- **Ideia do Experimento:** Para a confecção desse experimento, no primeiro momento pegamos a caixa de sapato e posicionamos o laser ligado a uma altura de mais ou menos 3 cm da base, e ao posicionar o laser é possível ver uma luz direcionada, posteriormente ao posicionar o acrílico como na imagem abaixo, é possível observar o fenômeno da refração da luz.

Figura 2: Montagem do experimento de refração¹¹



Fonte: UNESP

Referencia:

LAVARDA, Francisco Carlos. Material baixo custo. Disponível em:

<<https://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/>> Acesso em: 03 mar. 2023.

¹¹ Disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/opt07.htm>>. Acesso em: 03 mar. de 2023.

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO 1

Caro estudante, o presente questionário faz parte da pesquisa do Trabalho de Conclusão de Curso da estudante em Licenciatura em Física Larissa Milena, vale salientar que todas as respostas serão mantidas em total sigilo. Desde já, grata. Qualquer dúvida ou sugestão: (Larissa.milena@ufpe.br)



QUESTIONÁRIO 1

1. Qual seu nível de afinidade com a disciplina de Física?
() Ótimo () Bom () Médio () Ruim
2. Como você considera a disciplina de Física?

3. Na sua opinião o que estuda a Óptica Geométrica?

4. O que você entende sobre o fenômeno de REFRAÇÃO?

5. O que você entende sobre o fenômeno de REFLEXÃO?

6. Na sua opinião esses fenômenos possuem diferenças? Justifique.

7. Na sua opinião, esses fenômenos podem ser representados ou vistos no nosso dia a dia com facilidade?

8. Na sua opinião, a disciplina de Física deve ser trabalhada em conjunto com atividades experimentais? Justifique.

9. Você considera apenas a parte conceitual necessária para compreender fenômenos físicos?

Obrigada !!

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO 2

Caro estudante, o presente questionário faz parte da pesquisa do Trabalho de Conclusão de Curso da estudante em Licenciatura em Física Larissa Milena, vale salientar que todas as respostas serão mantidas em total sigilo. Desde já, grata.

Qualquer dúvida ou sugestão: (Larissa.milena@ufpe.br)



QUESTIONÁRIO 2

1. Você considera que apenas a parte conceitual da Física seja suficiente para compreender os fenômenos ópticos estudados?

2. Você ainda conceituaria os temas de reflexão e refração da mesma maneira?

3. A partir do que foi visto, como você explicaria os fenômenos de refração e reflexão?

4. Na sua opinião, os conteúdos trabalhados de óptica geométrica devem ser trabalhados em conjunto, ou seja teórico e prático? Justifique.

5. A partir da montagem e execução dos experimentos você considera, que conseguiu obter uma melhor assimilação do conceitos abordados?

6. Na sua opinião, a utilização de experimentos confeccionados a partir de matérias de baixo custo auxiliam na aprendizagem?

7. Na sua opinião, o uso dos experimentos de baixo custo auxiliaram na sua resposta da questão anterior 2 e 3?

Obrigada!!