

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

**PPGF**  
ensino de física

Silvio Luiz Rutz da Silva  
André Vítor Chaves de Andrade  
André Maurício Brinatti  
Antônio Sérgio Magalhães de Castro  
Jeremias Borges da Silva  
(organizadores)

**Danilo Flügel Lucas**  
**Gérson Kniphoff da Cruz**



**Elaboração de um Produto Educacional para  
a Materialização de Conceitos no  
Aprendizado de Óptica Geométrica Aplicada  
às Anomalias da Visão**

**SÉRIE**  
**Produtos Educacionais em Ensino de Física**

**UEPG - PROPESP**

SÉRIE:  
**PRODUTOS EDUCACIONAIS EM ENSINO DE FÍSICA**

Volume 27

DANILO FLÜGEL LUCAS  
GÉRSO N KNIPHOF F DA CRUZ

Elaboração de um Produto  
Educativa para a  
Materialização de Conceitos no  
Aprendizado de Óptica  
Geométrica Aplicada às  
Anomalias da Visão

Silvio Luiz Rutz da Silva  
André Maurício Brinatti  
André Vitor Chaves de Andrade  
Antônio Sérgio Magalhães de Castro  
Jeremias Borges da Silva

(ORGANIZADORES)

## **UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA**

Prof. Dr. Miguel Sanches Neto  
**REITOR**

Prof. Dr. Everson Augusto Krum  
**VICE-REITOR**

Profa. Dra. Edina Schimanski  
**PRÓ-REITOR DE EXTENSÃO E ASSUNTOS CULTURAIS**

Prof. Dr. Giovani Marino Favero  
**PRÓ-REITOR DE PESQUISA E PÓSGRADUAÇÃO**

### **PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA MNPEF - POLO 35 – UEPG MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

#### *Colegiado*

Prof. Dr. Silvio Luiz Rutz Da Silva (Coordenador)  
Prof. Dr. André Maurício Brinatti (*Vice-Coordenador*)  
Prof. Dr. André Vitor Chaves de Andrade (*Titular*)  
Prof. Dr. Antônio Sérgio Magalhães de Castro (*Titular*)  
Prof. Dr. Jeremias Borges da Silva (*Titular*)  
Prof. Dr. Lucas Stori de Lara (*Suplente*)  
Prof. Dr. Marcelo Emilio (*Suplente*)

SÉRIE:

### **PRODUTOS EDUCACIONAIS EM ENSINO DE FÍSICA**

## **CONSELHO EDITORIAL**

SÉRIE:

### **PRODUTOS EDUCACIONAIS EM ENSINO DE FÍSICA**

Prof. Dra. Agueda Maria Turatti (FURG)  
Prof. Dr. André Maurício Brinatti (UEPG)  
Prof. Dr. André Vitor Chaves de Andrade (UEPG)  
Prof. Dr. Antonio Sérgio Magalhães de Castro (UEPG)  
Prof. Dr. Clodogil Fabiano Ribeiro dos Santos (UNICENTRO)  
Prof. Dr. Fabio Augusto Meira Cássaro (UEPG)  
Prof. Dr. Gérson Kniphoff da Cruz (UEPG)  
Prof. Dr. Gustavo Vinicius Bassi Lukasiewicz (UTFPR)  
Prof. Dra. Iramaia Jorge Cabral de Paulo (UFMT)  
Prof. Dra. Jaqueline Aparecida Ribaski Borges (FATEB)  
Prof. Dr. Jeremias Borges Da Silva (UEPG)  
Prof. Dr. Júlio Flemming Neto (UEPG)  
Prof. Dr. Lucas Stori de Lara (UEPG)  
Prof. Dr. Luiz Américo Alves Pereira (UEPG)  
Prof. Dr. Luiz Antônio Bastos Bernardes (UEPG)  
Prof. Dr. Marcelo Emilio (UEPG)  
Prof. Dr. Marco Antônio Sandini Trentin (UPF)  
Prof. Dr. Mário Jose Van Thienen Silva (UTFPR)  
Prof. Dr. Michel Corci Batista (UTFPR)  
Prof. Dr. Paulo Cesar Facin (UEPG)  
Prof. Dr. Rafael Ribaski Borges (UTFPR)  
Prof. Dr. Ricardo Costa de Santana (UFG)  
Prof. Dr. Romeu Miqueias Szmoski (UTFPR)  
Prof. Dra. Rosemari Monteiro Castilho Foggatto Silveira (UTFPR)  
Prof. Dra. Shalimar Calegari Zanatta (UNESPAR)  
Prof. Dr. Silvio Luiz Rutz Da Silva (UEPG)

Ficha catalográfica



Este trabalho está licenciado com uma Licença Creative Commons  
Atribuição -Não Comercial- Compartilha Igual 4.0 Internacional.

# PREFÁCIO

Durante as últimas décadas, no Brasil se tem conseguido avanços significativos em relação a alfabetização científica, em especial na área do Ensino de Física, nos diversos níveis de ensino, entretanto continua pendente o desafio de melhorar a qualidade da Educação em Ciências. Buscando superar tal desafio a Sociedade Brasileira de Física (SBF) implementou o Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) que se constitui em um programa nacional de pós-graduação de caráter profissional, voltado a professores de ensino médio e fundamental com ênfase principal em aspectos de conteúdos na Área de Física, resultando em uma ação que engloba diferentes capacidades apresentadas por diversas Instituições de Ensino Superior (IES) distribuídas em todas as regiões do País.

O objetivo do MNPEF é capacitar em nível de mestrado uma fração muito grande de professores da Educação Básica quanto ao domínio de conteúdos de Física e de técnicas atuais de ensino para aplicação em sala de aula como, por exemplo, estratégias que utilizam recursos de mídia eletrônica, tecnológicos e/ou computacionais para motivação, informação, experimentação e demonstrações de diferentes fenômenos físicos.

A abrangência do MNPEF é nacional e universal, ou seja, está presente em todas as regiões do País, sejam elas localizadas em capitais ou estejam afastadas dos grandes centros. Fica então clara a necessidade da colaboração de recursos humanos com formação adequada localizados em diferentes IES. Para tanto, o MNPEF está organizado em Polos Regionais, hospedados por alguma IES, onde ocorrerem as orientações das dissertações e são ministradas as disciplinas do currículo.

A Universidade Estadual de Ponta Grossa, por meio de um grupo de professores do Departamento de Física, faz parte do MNPEF desde o ano de 2014 tendo nesse período proporcionado a oportunidade de aperfeiçoamento para quarenta e cinco professores de Física da Educação Básica, sendo que desses quinze já concluíram o programa tornando-se Mestres em Ensino de Física.

A Série: **Produtos Educacionais em Ensino de Física**, que ora apresentamos, consta de vários volumes que correspondem aos produtos educacionais derivados dos projetos de dissertação de mestrado defendidos. Alguns desses volumes são constituídos de mais de um tomo.

Com essa série o MNPEF - Polo 35 - UEPG, não somente busca entregar materiais instrucionais para o Ensino de Física para professores e estudantes, mas também pretende disponibilizar informação que contribua para a identificação de fatores associados ao Ensino de Física

a partir da proposição, execução, reflexão e análise de temas e de metodologias que possibilitem a compreensão do processo de ensino e aprendizagem, pelas vias do ensino e da pesquisa, resultado da formação de docentes pesquisadores.

A série é resultado de atividade reflexiva, crítica e inovadora aplicada diretamente à atuação profissional do docente, na produção de conhecimento diretamente associado à prospecção de problemas e soluções para o ensino-aprendizagem dos conhecimentos em Física, apresentando estudos e pesquisas que se propõem com suporte teórico para que os profissionais da educação tenham condições de inovar sua prática em termos de compreensão e aplicação da ciência.

A intenção é que a Série: **Produtos Educacionais em Ensino de Física** ofereça referências de propostas de Ensino de Física coerentes com as estruturas de pensamento exigidas pela ciência e pela tecnologia, pelo exemplo de suas inserções na realidade educacional, ao mesmo tempo que mostrem como se pode dar tratamento adequado à interdependência de conteúdo para a formação de visão das interconexões dos conteúdos da Física.

***Prof. Dr. Silvio Luiz Rutz da Silva***

***Prof. Dr. André Maurício Brinatti***

***Prof. Dr. André Vitor Chaves de Andrade***

***Prof. Dr. Antônio Sérgio Magalhães de Castro***

***Prof. Dr. Jeremias Borges da Silva***

*Organizadores*

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....                                    | 8  |
| 1.1. GUIA DO PROFESSOR.....                                  | 8  |
| <b>2 PRODUTO EDUCACIONAL</b> .....                           | 9  |
| 2.1 CONSTRUÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL .....                  | 9  |
| 2.1.1 Materiais Utilizados .....                             | 9  |
| 2.1.2 Teste de Luminosidade dos Led's.....                   | 9  |
| 2.1.3 Cortes do E.V.A .....                                  | 10 |
| 2.1.4 Instalação e Solda dos Led's no Iluminador .....       | 11 |
| 2.1.5 Lentes .....   | 17 |
| <b>3 APLICAÇÃO DO PRODUTO</b> .....                          | 19 |
| 3.1 DESENVOLVIMENTO .....                                    | 19 |
| 3.1.1 Explanação Teórica - Primeira Etapa.....               | 19 |
| 3.1.2 Desenvolvimento Experimental - Segunda Etapa.....      | 20 |
| 3.1.3 Aplicação às Anomalias da Visão - Terceira Etapa ..... | 35 |
| 3.1.4 Aplicação da Avaliação Diagnóstica .....               | 36 |
| <b>4 CONCLUSÃO</b> .....                                     | 37 |
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....                                     | 38 |
| <b>APÊNDICE A – ESCRITA ORIENTADA (PARTE 1)</b> .....        | 39 |
| <b>APÊNDICE B – ESCRITA ORIENTADA (PARTE 2)</b> .....        | 41 |
| <b>APÊNDICE C – ESCRITA ORIENTADA (PARTE 3)</b> .....        | 45 |
| <b>APÊNDICE D – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA</b> .....              | 50 |

## 1 INTRODUÇÃO

O produto educacional deste trabalho visa facilitar o processo de ensino de óptica geométrica que muitas vezes é tratado de forma matematizada e em apenas duas dimensões. Buscamos facilitar o processo de construção do produto educacional com a utilização de materiais acessíveis e de fácil manuseio, em que qualquer professor de Física tenha facilidade em reproduzi-lo para a utilização em suas aulas de óptica.

O presente produto não tem a intenção de ser completo por isso limita ao estudo das lentes esféricas e suas aplicações. Anomalias da visão são tratadas, mas com enfoque às anomalias de visão como miopia e hipermetropia. É certo dizer que o produto abre caminho para explorar as outras anomalias da visão que são bem comuns e utilizam lentes como solução da anomalia, como a presbiopia, o astigmatismo e o estrabismo.

### 1.1.GUIA DO PROFESSOR

O produto educacional destina-se ao Ensino Médio, podendo ser adaptado para o Ensino Fundamental e para o Ensino Superior sem muitas dificuldades.

Um quesito importante do presente produto é a sua facilidade de utilização, mesmo em ambientes claros, ajudando muito no processo de ensino em aulas durante o dia, não sendo necessário um ambiente específico para a sua utilização.

Se bem aplicado o produto trará resultados positivos para as aulas de Física por trazer a parte tridimensional e visual da óptica geométrica, mas a forma de aplicação depende da realidade de cada escola e da metodologia aplicada por cada professor, dando assim liberdade e responsabilidade ao professor que optar por aplicar este produto educacional em suas aulas.

## 2 PRODUTO EDUCACIONAL

### 2.1 CONSTRUÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

#### 2.1.1 Materiais Utilizados

Para a construção do produto educacional foram utilizados os seguintes materiais:

- (20 x 140) cm linear de EVA 10 mm;
- 1 Led 5 mm de alto brilho da cor branca;
- 2 Led's 5 mm de alto brilho da cor vermelha;
- 2 Led's 5 mm de alto brilho da cor laranja;
- 2 Led's 5 mm de alto brilho da cor verde;
- 2 Led's 5 mm de alto brilho da cor azul;
- 1 Lupa 50 mm de diâmetro;
- 9 Interruptores de circuito elétrico;
- 1 Suporte para pilhas AA com espaço para duas pilhas;
- 2 Pilhas AA;
- Resistores;
- Alfinetes com cabeça colorida.

#### 2.1.2 Teste de Luminosidade dos Led's

A primeira situação a ser testada é a luminosidade dos led's ao serem ligados com as duas pilhas AA em série. Deve-se tomar cuidado pois existem led's que queimam com uma diferença de potencial (ddp) de 3 V aplicada em seus terminais ou sobrepõem a sua luminosidade em relação aos demais. Por isso é muito importante a verificação das características técnicas dos mesmos. Dadas as condições de funcionamento de cada led, pode ser necessário a instalação de um resistor em série conforme as características de fábrica para que o led não se queime. Caso o acréscimo de um resistor seja necessário, o professor realiza as associações necessárias e parte para a próxima etapa e se o acréscimo de um resistor for desnecessário o professor apenas parte para a próxima etapa.

### 2.1.3 Cortes do E.V.A

Os cortes do E.V.A. devem ser feitos com um instrumento bem afiado, uma lâmina de estilete é o ideal para um melhor acabamento. Ideal é realizar o corte apoiando o E.V.A. sobre uma superfície de vidro ou sobre uma superfície dura ou que possa ser cortada conjuntamente. Se o acabamento não ficar como o esperado é possível realizar um bom acabamento utilizando uma lixa grano 220. Devemos cortar dois quadrados, uma para a frente e outro para o fundo, e quatro retângulos, dois para as laterais, um para a parte superior e o outro para a parte inferior conforme as dimensões indicadas nas fotografias 1, 2 e 3:

Fotografia 1 – Dimensões das partes da frente e do fundo do iluminador.



Fonte: Autor.

Fotografia 2 – Dimensões das laterais do iluminador.



Fonte: Autor.

Fotografia 3 – Dimensões das partes superior e inferior do iluminador.



Fonte: Autor.

#### 2.1.4 Instalação e Solda dos Led's no Iluminador

Para instalar os led's foram deixados 5 mm de distância entre a borda lateral e as posições dos led's laterais nas direções vertical e horizontal. Ao final da montagem tem-se uma matriz de led's com 9 elementos e tamanho quadrado de 2,5 cm por 2,5 cm no centro da face frontal conforme a fotografia 4:

Fotografia 4 – Disposição dos led's do iluminador.



Três led's ligados na vertical. Fonte: Autor.

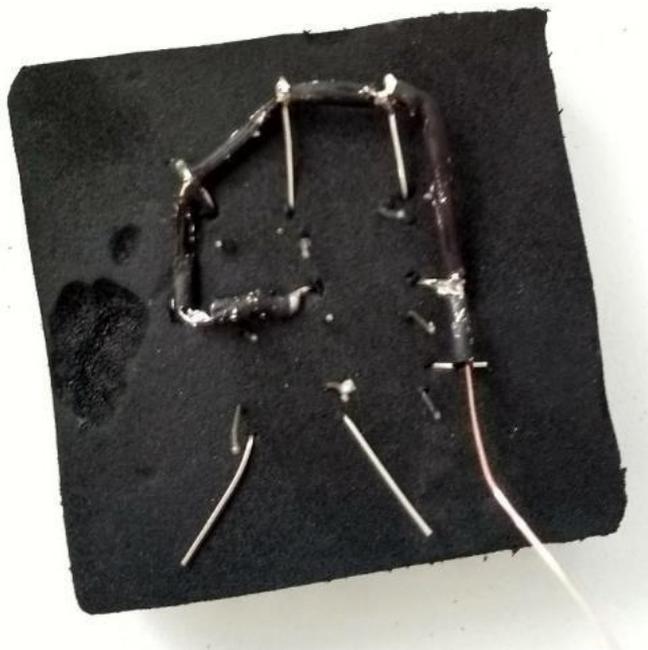
Para a fixação dos led's furamos o E.V.A com os próprios terminais dos led's. A organização da distribuição das cores é apresentada na fotografia 5. Na fotografia 6 uma visão de como todos os conectores negativos dos led's foram soldados.

Fotografia 5 – Disposição das cores dos led's no iluminador.



Um led central na cor branca, e pares de led's vermelhos, alaranjados, verdes e azuis dispostos nas laterais. Fonte: Autor.

Fotografia 6 – Solda dos conectores negativos de cada led do iluminador.



Fonte: Autor.

E por fim conectamos esses conectores com o cabo preto do suporte de pilhas, enrolando o filamento para que manutenções futuras possam ser realizadas com facilidade, conforme a fotografia 7:

Fotografia 7 – Conexão dos conectores negativos dos led's com o suporte de pilhas.



Fonte: Autor.

Então soldamos um fio individual em cada conector positivo dos led's para que sejam conectados nos interruptores individuais, conforme a fotografia 8:

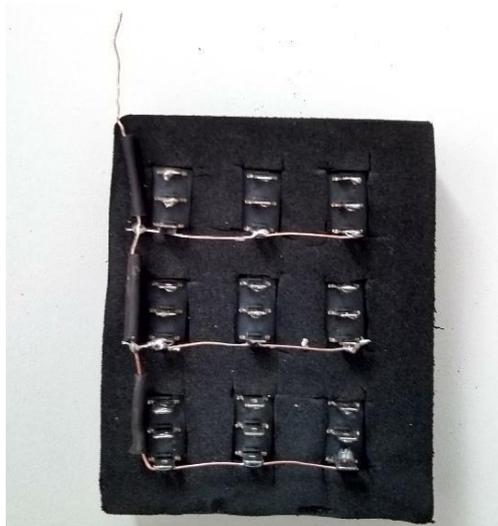
Fotografia 8 – Solda individual dos conectores positivos de cada led.



Fonte: Autor.

Em seguida, encaixamos os interruptores de luz no retângulo de E.V.A. da parte de cima e soldamos um fio em um terminal de cada um dos interruptores de luz. Todos os terminais foram unidos e preparados para serem conectados ao terminal positivo do suporte de pilhas, conforme a fotografia 9.

Fotografia 9 – Solda dos positivos dos interruptores do iluminador.



Fonte: Autor.

Por fim, conectamos individualmente o segundo terminal de cada interruptor com o terminal positivo de cada led. Importante é realizar uma associação direta da posição do interruptor com o respectivo led.

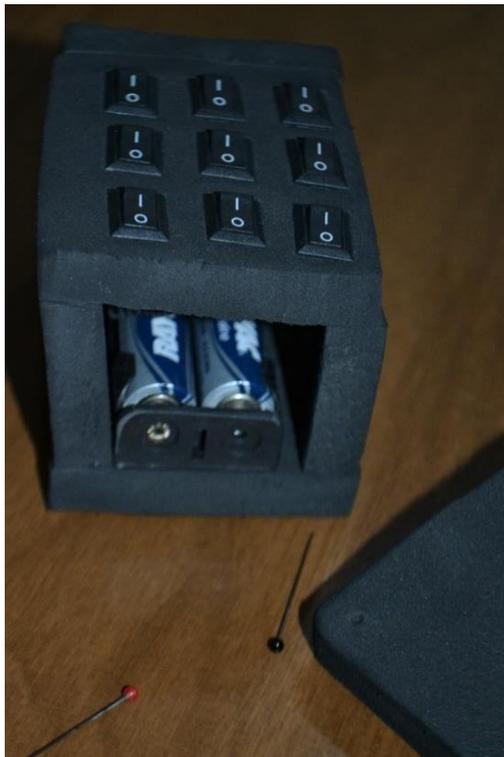
O próximo passo foi a montagem da caixa do iluminador. Para isso unimos as laterais com supercola, deixando apenas a parte do fundo sem ser colada, conforme as fotografias 10 e 11:

Fotografia 10 – Detalhe interno do iluminador finalizado.



Fonte: Autor.

Fotografia 11 – Iluminador finalizado sem a tampa do fundo.



Fonte: Autor.

O iluminador finalizado é apresentado na fotografia 12. Observa-se que o iluminador é fechado com a utilização de alfinetes. Isso facilita possíveis manutenções futuras.

Fotografia 12 – Iluminador finalizado com sua tampa traseira fixada por alfinetes.



Fonte: Autor.

### 2.1.5 Lentes

A lupa é o principal elemento óptico que deve ser usado para a utilização do produto, sendo importante também a utilização de pelo menos uma lente divergente.

A lupa é uma lente convergente de fácil acesso e baixo custo e pode ser adquirida em papelarias. Já a lente divergente pode ser comprada em óticas ou pela internet. Sugerimos fortemente uma breve busca de lentes velhas em lojas de óticas. Em nosso trabalho conseguimos muitas lentes dessa forma para fins didáticos, com muito apoio das óticas locais. Torna-se necessário a adaptação de uma base para a lente, que varia dependendo do formato e do tamanho da lente, mas pode ser feita com facilidade utilizando E.V.A e supercola como a fotografia 13:

Fotografia 13 – Base de E.V.A. para a lente convergente (lupa).



Fonte: Autor.

O único cuidado a ser tomado é que o centro da lente deve estar coincidindo com o led central da matriz de led's do iluminador (o led branco do centro). Assim garantimos um bom alinhamento do eixo óptico do sistema.

### 3 APLICAÇÃO DO PRODUTO

#### 3.1 DESENVOLVIMENTO

A aplicação do produto educacional ocorreu em cinco aulas consecutivas de uma turma de 3ª série do Ensino Médio Regular de um Colégio da rede particular de ensino na cidade de Castro – Paraná. A aplicação foi dividida em três etapas. Em cada etapa com uma atividade avaliativa denominada de *escrita orientada*, onde os alunos são orientados a descreverem com clareza os conceitos compreendidos e estudados durante a aula, ocorrendo ao final de cada etapa (apêndice A, B e C), assim como uma avaliação diagnóstica aplicada na semana seguinte à aplicação do produto (apêndice D).

##### 3.1.1 Explicação Teórica - Primeira Etapa

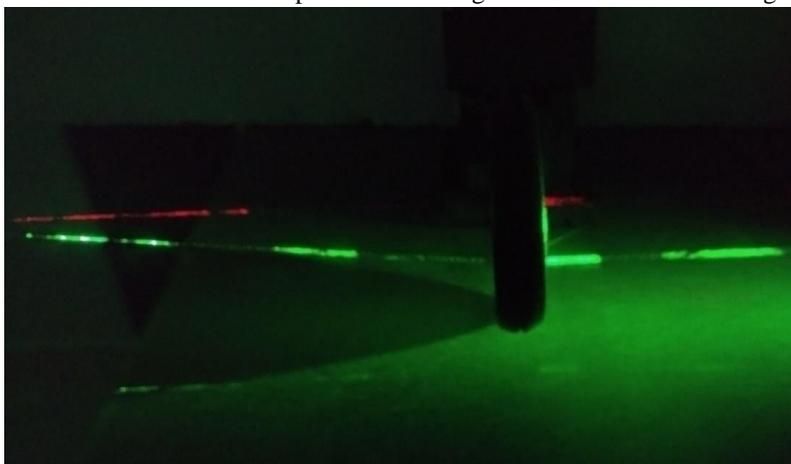
No início da atividade os alunos são indagados sobre as possíveis anomalias de visão e quais eles se recordam. Em seguida o professor apresenta as anomalias que são mais comuns, como a miopia, a hipermetropia, o astigmatismo, a presbiopia, a catarata e o estrabismo, ressaltando sempre as situações em que as pessoas podem adquirir uma dessas anomalias ou simplesmente nascer com alguma delas, que é o caso das situações congênitas. Tais situações são expostas com imagens bem claras e ilustrativas de cada situação com auxílio de uma apresentação de imagens.

Após a indagação inicial é feita uma rápida verificação de quais alunos possuem determinada anomalia da visão e se eles sempre possuíram tal dificuldade. Então os alunos também são questionados sobre o que é o popular “grau” dos óculos utilizado por pessoas que possuem anomalias de visão, e o que esse “grau” significa. Em seguida são demonstradas as principais características e formas de lentes convergentes e divergentes para que os alunos criem uma maior afinidade com as lentes e em que situações podem ser utilizadas. Finalizando assim a primeira etapa com a escrita orientada (parte 1) realizada pelos alunos.

### 3.1.2 Desenvolvimento Experimental - Segunda Etapa

Com o auxílio de duas ponteiros laser simples, uma lente divergente, uma lente convergente e um desodorante aerosol, o professor realiza um simples experimento demonstrativo, onde dois lasers são ligados de tal forma que seus feixes atravessem transversalmente uma lente, jogando-se em seguida, aerosol nos feixes ligeiramente antes e após a lente e, verificando-se assim a convergência e a divergência da luz nas respectivas lentes convergentes e divergentes conforme as fotografias 14, 15 e 16:

Fotografia 14 – Feixes de luz laser paralelos convergindo em uma lente convergente.



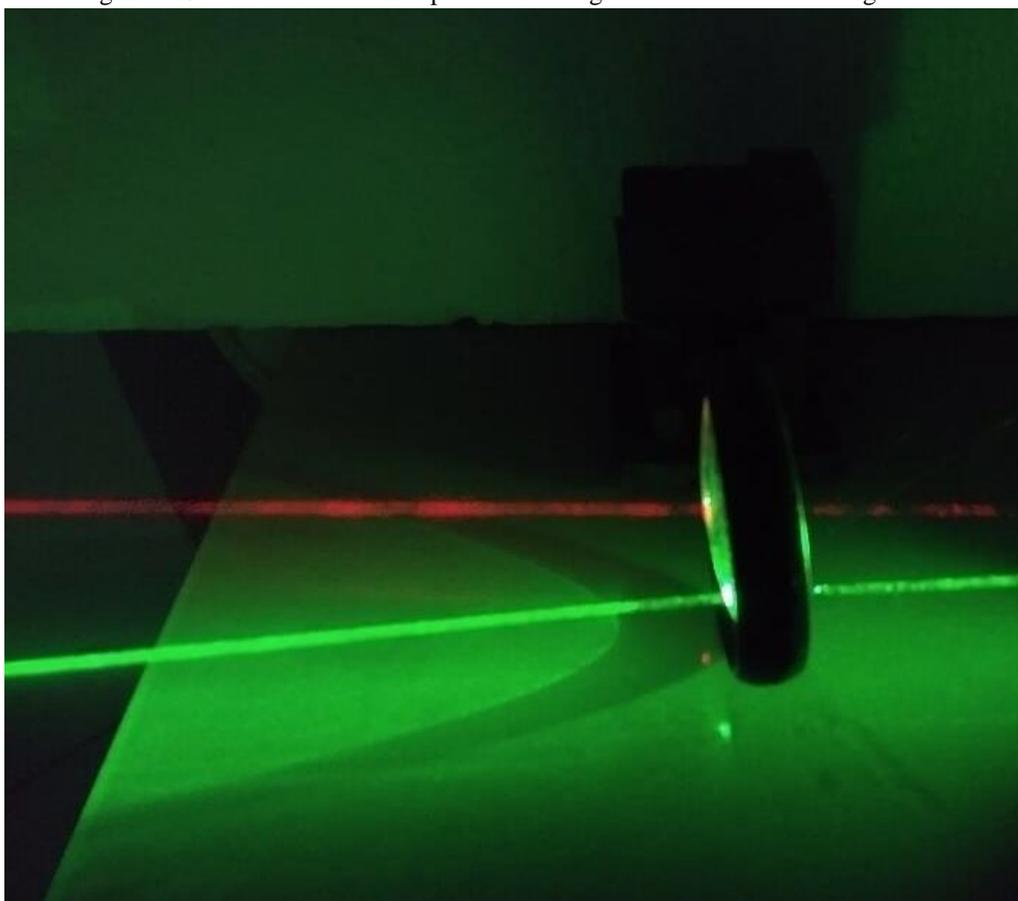
Feixes de luz laser paralelos convergindo em uma lente convergente com emissão de luz da direita para a esquerda da fotografia (visão lateral). Fonte: Autor.

Fotografia 15 – Feixes de luz convergindo em uma lente convergente.



Feixes de luz laser convergindo em uma lente convergente vista da direção contrária à de propagação do feixe de luz. Fonte: Autor.

Fotografia 16 – Feixes de luz laser paralelos divergindo em uma lente divergente.



Feixes de luz laser paralelos divergindo em uma lente divergente com emissão de luz da direita para a esquerda da fotografia (visão lateral). Fonte: Autor.

Após a demonstração da situação o professor faz a representação do experimento num esquema bidimensional para tornar mais evidente o fenômeno em duas dimensões a fim de que o experimento fique mais enfático.

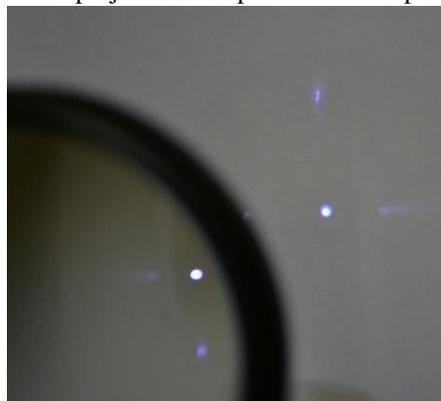
Então o professor continua explanando que lentes convergentes e divergentes possuem formatos diferentes, com superfícies, dependendo da lente, que podem ser côncavas e convexas e que a convexidade depende do raio da circunferência da superfície da lente.

Agora os alunos trabalham investigando algumas situações específicas que acontecem com lentes convergentes. Os alunos variam a distância (grandes e pequenas) entre o iluminador e a lente e estudam o tipo de imagem formada. Na atividade os alunos discutem a diferença entre imagem real e virtual.

Em seguida o professor deixa o anteparo a uma distância relativamente longe do iluminador (aproximadamente 10 metros ou mais). Então aproxima-se uma lente

convergente biconvexa do anteparo até que a imagem formada no anteparo fique focalizada (fotografia 17).

Fotografia 17 – Imagem do iluminador (objeto) com uma distância superior a dez metros do centro óptico da lente sendo projetada na superfície do anteparo.



Fonte: Autor.

Aproveitando-se da situação, o professor explora a situação. Explora a formação dessa imagem que está projetado sobre o anteparo. É uma imagem real, pois ela está projetada, portanto, parte da luz que está vindo de longe, se espalhando de cada led de forma divergente, passa pela lente e forma a imagem. Na condição exposta pode-se assumir que a luz que passa pela lente é composta de feixes que se propagam quase que paralela ao eixo principal da mesma (eixo óptico), pois a distância é relativamente grande em relação à distância focal da lente. Ou seja, os feixes de luz que passam pela lente se comportam como feixes provenientes do infinito conforme a representação de raios paraxiais da teoria da óptica. Portanto, a distância entre a lente e aquele ponto formado no anteparo é igual à distância do foco da lente e, o plano do anteparo (que é um plano normal ao eixo óptico) em que a imagem é projetada é chamado de plano de focalização. Especificamente neste caso o plano de focalização contém o ponto de foco, por isso estão a mesma distância da lente.

Após isto o professor mostra aos alunos imagens e representações que facilitam o fechamento da visualização daquilo que foi analisado nesta etapa do experimento. Apresentando-lhes então a equação de Gauss junto com a situação do experimento e esclarecendo o que seria na equação e no experimento: o foco da lente ( $f$ ), distância do objeto até a lente ( $p$ ) e a distância entre a lente e o plano de focalização ( $q$ ), ressaltando também que, neste caso, como a distância  $p$  é relativamente grande em relação ao foco

da lente  $f$  podemos considerar a distância como sendo infinita, ou seja,  $p \gg f$  ou  $p = \infty$ .  
Portanto uma breve análise da equação de Gauss apresentada aos alunos indica que:

$$p = \infty \quad (1)$$

Então:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{q} \quad (2)$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{q} \quad (3)$$

$$\frac{1}{f} = 0 + \frac{1}{q} \quad (4)$$

$$f = q \quad (5)$$

Então o professor reorganiza o experimento colocando o iluminador, apenas com o led central ligado, em uma posição um pouco maior do que duas vezes a distância focal. Agora o professor movimenta ao anteparo para encontrar o plano de focalização dessa nova condição experimental. (fotografias 18 e 19).

Fotografia 18 – Imagem projetada através de uma lente convergente com um objeto posicionado um pouco além de duas vezes a distância focal da lente.



O material preto e fosco foi colocado sobre a superfície da mesa para eliminar a luz refletida na superfície.

Fonte: Autor.

Fotografia 19 – Dimensão da imagem formada na condição do experimento da fotografia 18.

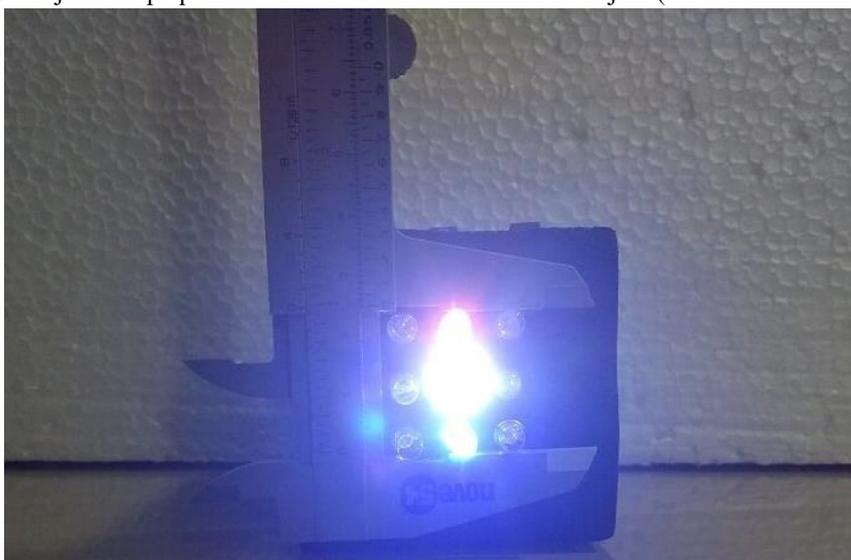


Condição do experimento da fotografia 7 em que um paquímetro é mantido com a dimensão da distância de separação entre os led's extremos da configuração do iluminador. Fonte: Autor.

Dando continuidade, o professor questiona sobre o tamanho da imagem. Comparada aos tamanhos dos led's do objeto, ela é de mesmo tamanho, maior ou menor. Para averiguação o professor solicita que os alunos façam as mensurações com o auxílio de uma régua ou de um paquímetro, verificando-se que a imagem formada para essa situação é menor que a imagem do objeto (iluminador).

O professor reorganiza o experimento ajustando a distância entre o objeto e a lente num valor igual ao dobro da distância focal do lente. (fotografias 20, 21 e 22).

Fotografia 20 – Ajuste do paquímetro na dimensão do tamanho do objeto (led's do iluminador).



Fonte: Autor. Fotografia 21 – Iluminador (objeto) posicionado à distância equivalente ao dobro da distância do foco da lente.



A imagem projetada no anteparo também possui o dobro da distância do foco da lente.  
Fonte: Autor.

Fotografia 22 – Comparando o tamanho da imagem formada com o paquímetro que foi previamente ajustado na dimensão do objeto.



A imagem que aparece na parte superior é formada a partir da luz do iluminador que foi refletida na superfície da mesa de trabalho (trata-se da luz que ilumina a mesa na fotografia 10). Fonte: Autor.

O professor na comparação demonstra que a imagem formada possui a mesma dimensão do objeto. Em seguida o professor realiza a análise da situação através da equação de Gauss. No experimento observa-se que para esta situação a distância  $q$  entre o plano de focalização e a lente e a distância  $p$  entre o iluminador (objeto) e a lente são iguais. Com isso o professor demonstra que se:

$$q = p \quad (6)$$

Então:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{q} \quad (7)$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{q} + \frac{1}{q} \quad (8)$$

$$\frac{1}{f} = \frac{2}{q} \quad (9)$$

$$1q = 2f \quad (10)$$

$$2f = q \quad (11)$$

Agora o professor reorganiza o experimento aproximando um pouco o iluminador do ponto focal da lente. Em seguida, movimenta o anteparo até encontrar o plano de focalização, conforme mostrado nas fotografias 23 e 24.

Fotografia 23 – Condição experimental para a formação da imagem através de uma lente convergente com o objeto um pouco mais próximo do ponto de foco da lente.



Fonte: Autor.

Fotografia 24 – Projeção da fotografia 23 com o paquímetro ajustado para o tamanho do objeto (iluminador).

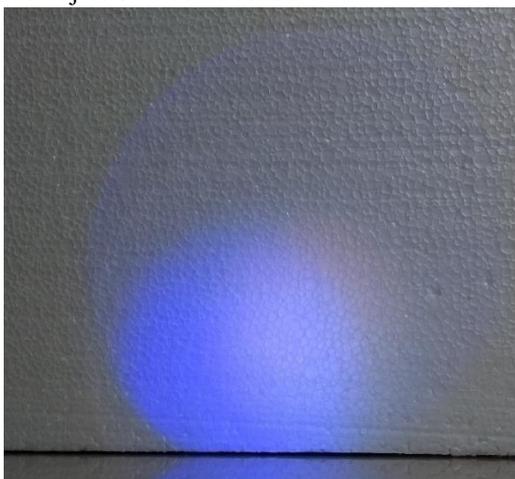


Fonte: Autor.

O professor observa que a imagem formada é maior do que o objeto conforme a fotografia 24.

O professor reorganiza o experimento colocando o iluminador na distância do ponto de foco da lente e move o anteparo para posicioná-lo no novo plano de focalização. O resultado é algo parecido com a imagem apresentada na fotografia 25.

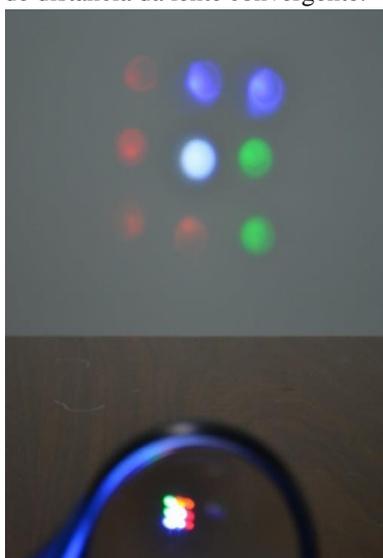
Fotografia 25 – Tentativa de encontrar o plano de focalização de uma imagem (imprópria) nas proximidades de uma lente convergente com o objeto situado no foco da lente.



Fonte: Autor.

Então o professor direcionando a lente para uma parede relativamente distante (mais de 10 metros de distância) conforme a fotografia 26.

Fotografia 26 – Projeção da imagem numa parede a 10 metros de distância da lente convergente.

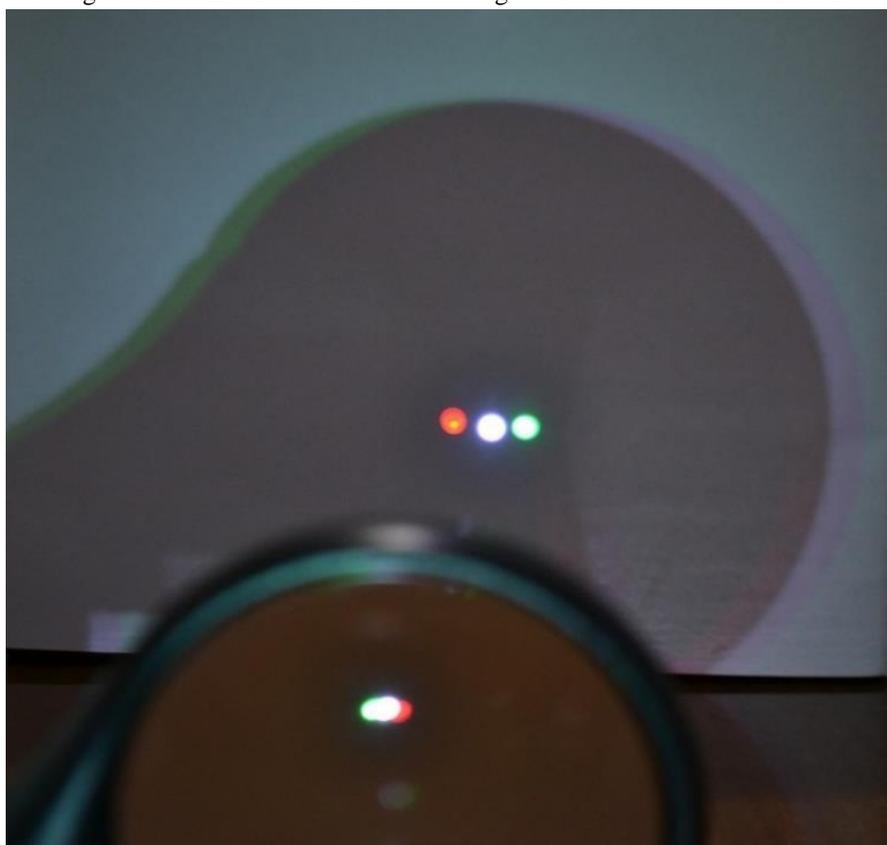


A imagem formada é real, maior e invertida do objeto indicando que o objeto não está exatamente no ponto focal. Fonte: Autor.

Nesse experimento deve-se mover a lente até que a imagem não seja projetada pois trata se de uma situação em que os raios que atravessam a lente se propagam paralelamente ao eixo óptico da lente. Mas na condição experimental apresentada na fotografia 26, fica registado a ideia de que na condição do objeto estar no ponto focal, a imagem vai sendo formada cada vez mais num plano de focalização que se afasta da lente até chegar ao infinito.

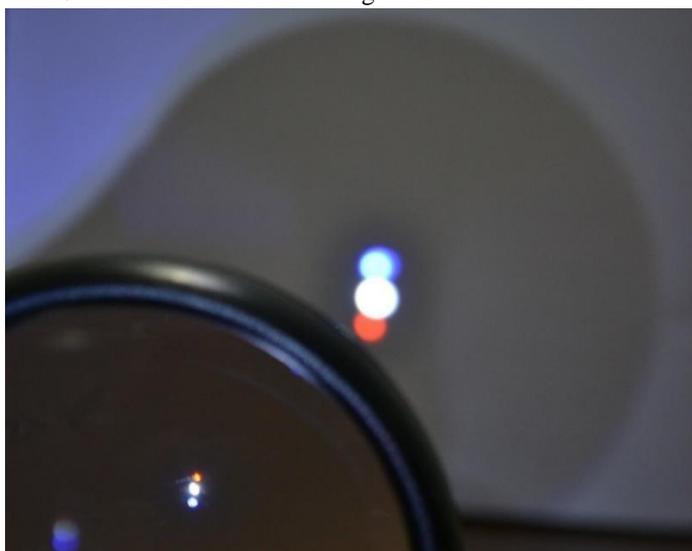
A essa altura já houve a percepção por parte dos alunos de que todas as imagens formadas estavam invertidas, então professor questiona a definição de imagem invertida, demonstrando diferentes situações com a projeção dos led's na parede, concluindo então que a imagem invertida corresponde a uma imagem que sofreu uma rotação de  $180^\circ$ , em torno do eixo óptico, em relação a posição do objeto (iluminador), conforme as fotografias 27, 28, 29, 30 e 31.

Fotografia 27 – Inversão horizontal da imagem formada através de uma lente convergente.



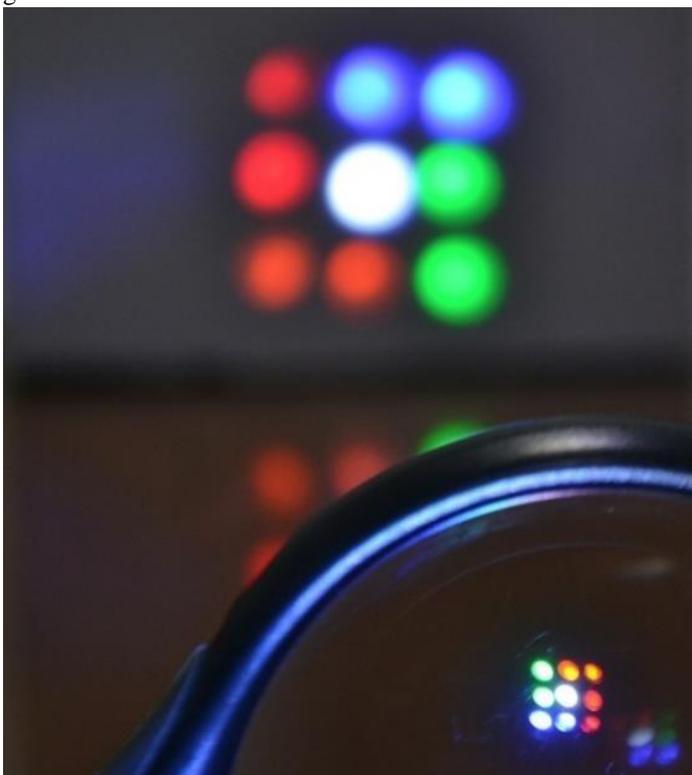
Comparando com a imagem do iluminador que está sendo refletida na superfície da lente (que funciona com um espelho), temos a imagem do led vermelho formada no lado esquerdo do anteparo enquanto que no iluminador ele está do lado direito. A disposição das cores dos led's no iluminador pode ser visualizada na fotografia 5. Fonte: Autor.

Fotografia 28 – Inversão vertical da imagem formada através de uma lente convergente.



Comparando com a imagem do iluminador que está sendo refletida na superfície da lente (que funciona com um espelho), temos a imagem do led vermelho no lado de cima enquanto na imagem formada no anteparo ele aparece do lado de baixo. Fonte: Autor.

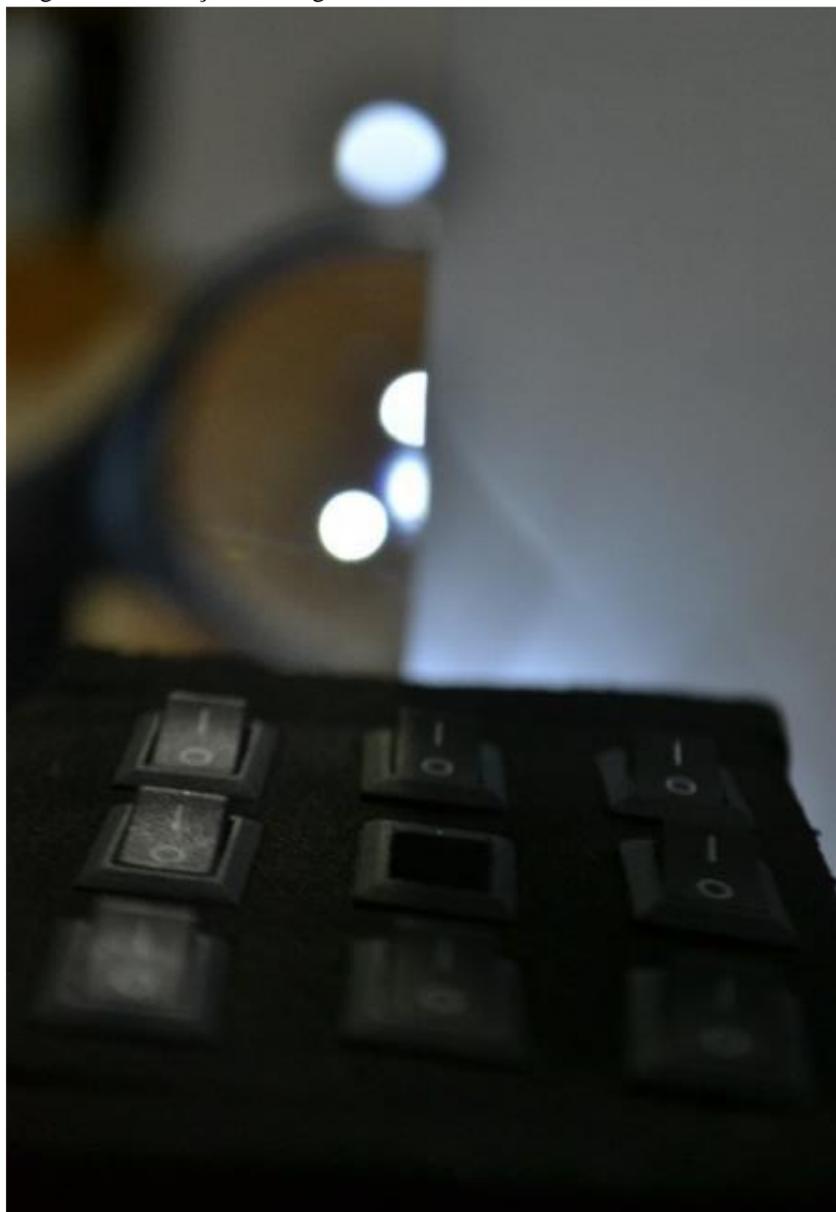
Fotografia 29 – Inversão vertical e horizontal da imagem formada através de uma lente convergente.



Comparando com a imagem do iluminador que está sendo refletida na superfície da lente (que funciona com um espelho), percebe-se uma rotação de  $180^\circ$  na imagem do iluminador em relação a imagem formada no anteparo. Fonte: Autor.

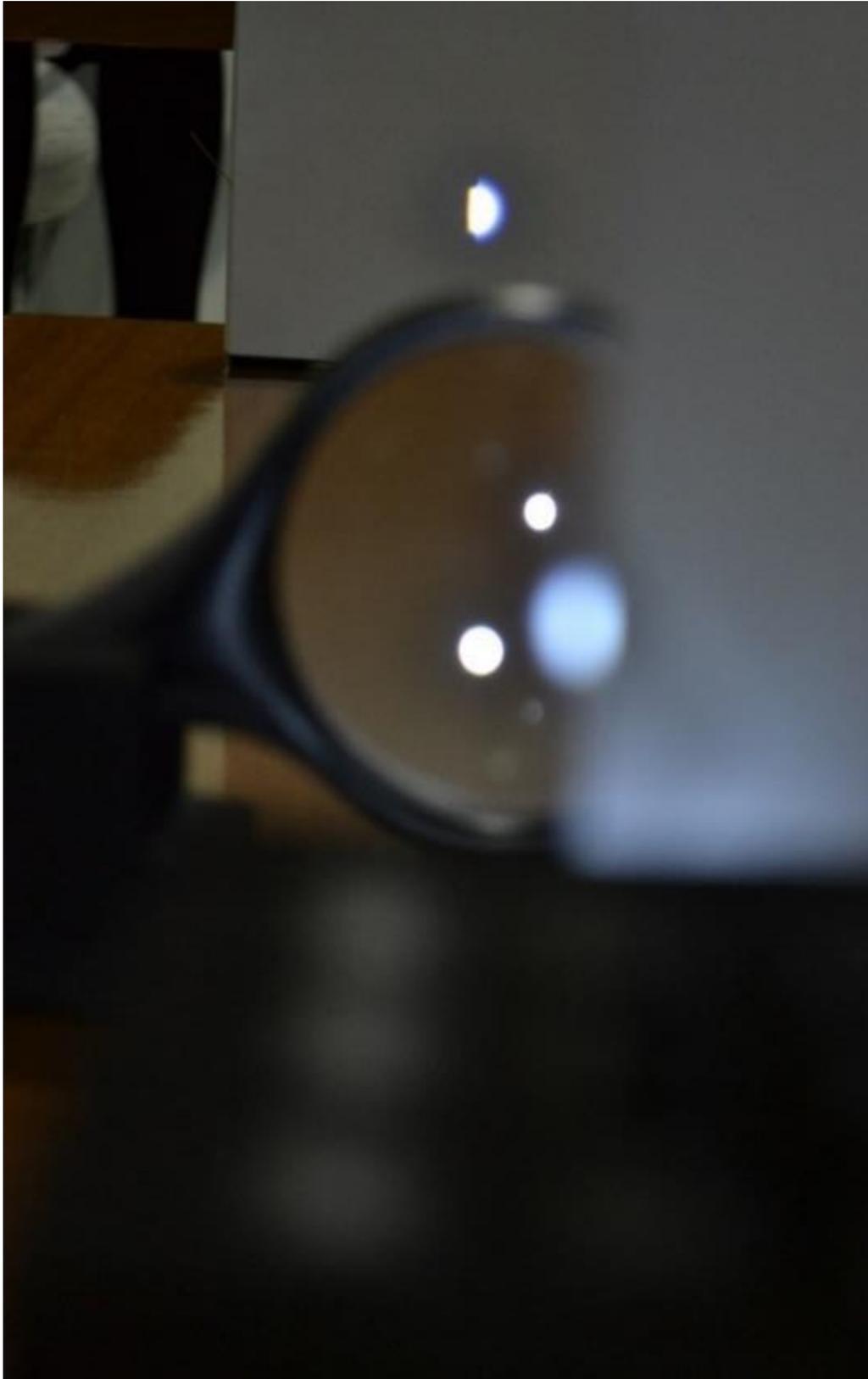
Por fim o professor posiciona o iluminador a uma distância um pouco maior do que a distância focal e ajusta a focalização do led central numa parede distante. O resultado é uma imagem circular. Agora ele questiona se aquela imagem é uma imagem invertida. Para demonstrar o resultado ele aproxima do led uma folha de papel da direita para a esquerda. O resultado é que a imagem começa a desaparecer da esquerda para a direita. Ele pode fazer o mesmo de cima para baixo e vice-versa.

Fotografia 30 – Detalhe de obstrução da luz do objeto (iluminador) pela direita antes da lente convergente na condição de imagem real e invertida.



Fonte: Autor.

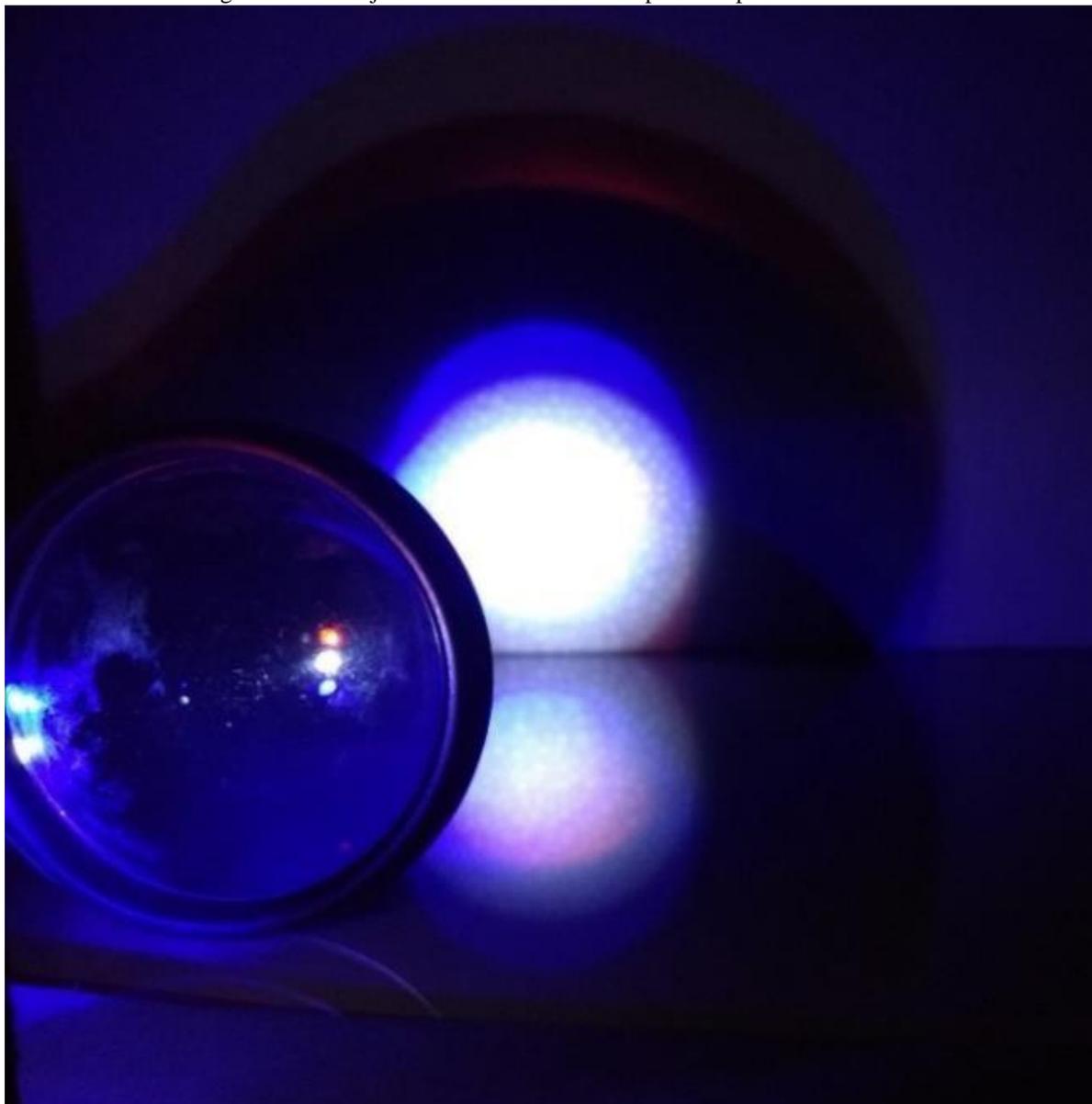
Fotografia 31 – Detalhe de obstrução da luz da imagem 30, com sua respectiva imagem invertida através da lente convergente.



Fonte: Autor

O professor reposiciona o iluminador para uma distância menor que o ponto de foco da lente. Ele movimenta o anteparo na tentativa de focalizar a imagem formada conforme a fotografia 32.

Fotografia 32 – Tentativa de encontrar o plano de focalização de uma imagem (virtual) nas proximidades de uma lente convergente com o objeto situado entre o centro óptico e o ponto de foco da lente.



Fonte: Autor.

Em seguida o professor realiza discute que a imagem não se forma no lado oposto do iluminador em relação à lente, se formando agora do mesmo lado sem inversão de imagem conforme a fotografia 33.

Fotografia 33 – Imagem virtual visualizada atrás da lente convergente de um objeto que está entre o centro óptico da lente e o ponto de foco.



Para comparação do tamanho da imagem, observa-se na fotografia que a imagem formada no reflexo na mesa tem o mesmo tamanho do objeto (iluminador), enquanto a imagem virtual da lente apresenta-se maior que o objeto. Fonte: Autor.

Então o professor pede que os alunos olhem para dentro da lente para que consigam visualizar a imagem virtual.

Fotografia 34 – Imagem virtual visualizada atrás da lente convergente de um objeto que está entre o centro óptico da lente e o ponto de foco.



Tentativa de mostrar que a imagem virtual é maior, o paquímetro (pouco visível) a frente da lente que mantém travado o tamanho do objeto (iluminador).

Fonte: Autor.

Com a sequência experimental apresentada, fecha-se a etapa de aplicação do produto proposto, e os alunos realizam a segunda etapa com a escrita orientada (parte 2).

### 3.1.3 Aplicação às Anomalias da Visão - Terceira Etapa

Dando sequência às atividades o professor questiona os alunos sobre o que seria o “grau” de uma lente de óculos, demonstrando então aos alunos que o “grau” indica o nível de vergência de uma lente a partir do inverso do foco conforme a equação 12.

$$V = -\frac{1}{f} \quad (12)$$

Então os alunos são convidados a medirem o foco e calcularem a vergência de duas lentes convergentes, sendo uma de lupa e a outra de uma lente de óculos.

Após a realização das medidas e dos cálculos, o professor explica aos alunos as características de dois pontos de referência da visão, o Ponto Próximo (PP) e o Ponto Remoto (PR), sendo que, para um olho sem anomalias o ponto próximo deve ser de aproximadamente 25 cm do olho e o ponto remoto deve estar no infinito.

Em seguida o professor pede aos alunos que em duplas, realizem a medida de seus respectivos pontos próximos e pontos remotos de seus olhos com o auxílio de régua e trena.

Considera-se as equações 13 e 14 abaixo:

$$V = -\frac{1}{PR} \quad (13)$$

$$V = \frac{1}{0,25} - \frac{1}{PP} \quad (14)$$

O professor pede para que os alunos utilizem para verificar a vergência das lentes dos alunos que já possuem miopia ou hipermetropia diagnosticada assim como o cálculo de vergência da lente para uma possível miopia ou hipermetropia que os alunos possuam sem diagnóstico, atividade com intensão apenas de estimativa. O professor ressalta que qualquer diagnóstico oftalmológico deve ser realizado apenas pelo profissional da área (médico). E finaliza a terceira etapa com a escrita orientada (parte 3) realizada pelos alunos.

### 3.1.4 Aplicação da Avaliação Diagnóstica

Na semana seguinte a avaliação diagnóstica é realizada pelos alunos sem aviso prévio e sem consultas a nenhum material, finalizando assim a aplicação do produto educacional assim como a sua coleta de dados para análise.

#### **4 CONCLUSÃO**

Podemos concluir com esse trabalho que foi possível a obtenção de um produto educacional de alto padrão produzido a partir de materiais de baixo custo. Além disso o produto educacional possui a característica de poder ser produzido com facilidade pois sua base de fabricação é o E.V.A., um material de fácil manuseio, corte, colagem e processamento. Assim como sua aplicação pode ser feita em ambientes com baixa e com alta intensidade de luz, permitindo a sua utilização com boa efetividade em aulas diurnas e noturnas.

**REFERÊNCIAS**

FEYNMAN, R. P; LEIGHTON, R. B; SANDS, M. **Lições de Física**. Edição definitiva. Porto Alegre: Bookman, 2008.

HALLIDAY, D; RESNICK, R; WALKER, J. **Fundamentos de física: óptica e física moderna**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. 400 p.

## APÊNDICE A – ESCRITA ORIENTADA (PARTE 1)



Nome: \_\_\_\_\_ N° \_\_\_\_\_ Série: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**ESCRITA ORIENTADA (PARTE 1)**

01. Quais são os problemas de visão mais comuns em humanos?

---

---

02. Qual seria a dificuldade óptica de uma pessoa com miopia?

---

---

03. Qual seria a dificuldade óptica de uma pessoa com hipermetropia?

---

---

04. Qual seria a dificuldade óptica de uma pessoa com astigmatismo?

---

---

05. Qual seria a dificuldade óptica de uma pessoa com presbiopia?

---

---

06. O que é uma lente?

---

---

07. Quais são as principais características de uma lente?

---

---

08. O que é uma lente divergente?

---

---

09. O que é uma lente convergente?

---

---

10. O que é uma lente cilíndrica?

---

---

## APÊNDICE B – ESCRITA ORIENTADA (PARTE 2)



Nome: \_\_\_\_\_ N° \_\_\_\_ Série: \_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**ESCRITA ORIENTADA (PARTE 2)**

**11.** Quais são os problemas de visão mais comuns em humanos?

---

**12.** Qual seria a dificuldade óptica de uma pessoa com miopia?

- a) Dificuldade em focalizar objetos que estão mais distantes.
- b) Dificuldade em focalizar objetos que estão mais próximos.
- c) Dificuldade em focalizar a qualquer distância.
- d) Dificuldade de focalizar objetos por completo.

**13.** Qual seria a dificuldade óptica de uma pessoa com hipermetropia?

- a) Dificuldade em focalizar objetos que estão mais distantes.
- b) Dificuldade em focalizar objetos que estão mais próximos.
- c) Dificuldade em focalizar a qualquer distância.
- d) Dificuldade de focalizar objetos por completo.

**14.** Qual seria a dificuldade óptica de uma pessoa com astigmatismo?

- a) Dificuldade em focalizar objetos que estão mais distantes.
- b) Dificuldade em focalizar objetos que estão mais próximos.
- c) Dificuldade em focalizar a qualquer distância.
- d) Dificuldade de focalizar objetos por completo.

**15.** Qual seria a dificuldade óptica de uma pessoa com presbiopia?

- a) Dificuldade em focalizar objetos que estão mais distantes.

- b) Dificuldade em focalizar objetos que estão mais próximos em geral.
- c) Dificuldade em focalizar a qualquer distância.
- d) Dificuldade de focalizar objetos por completo.

**16. O que é uma lente?**

- a) Material com índice de refração diferente do meio em que está inserido e que desvia a luz por meio da refração.
- b) Material com índice de refração idêntico do meio em que está inserido e que desvia a luz por meio da refração.
- c) Material com índice de refração diferente do meio em que está inserido e que desvia a luz por meio da difração.
- d) Material com índice de refração diferente do meio em que está inserido e que desvia a luz por meio da reflexão.

**17. Quais são as principais características de uma lente?**

---

**18. O que é uma lente divergente?**

- a) Material que desvia a luz que incide paralela ao eixo principal de forma a convergir em um único ponto, o foco da lente (imagem real).
- b) Material que desvia a luz que incide paralela ao eixo principal de forma a divergir em relação em um único ponto, o foco da lente (imagem virtual).
- c) Material que desvia a luz que incide paralela ao eixo principal de forma a convergir ou divergir em relação em uma linha, refratando a luz em um único eixo de direção.
- d) Material que não desvia a luz que incide paralela ao eixo principal de forma que permanece sem a ocorrência de refração.

**19. O que é uma lente convergente?**

- a) Material que desvia a luz que incide paralela ao eixo principal de forma a convergir em um único ponto, o foco da lente (imagem real).
- b) Material que desvia a luz que incide paralela ao eixo principal de forma a divergir em relação em um único ponto, o foco da lente (imagem virtual).

- c) Material que desvia a luz que incide paralela ao eixo principal de forma a convergir ou divergir em relação em uma linha, refratando a luz em um único eixo de direção.
- d) Material que não desvia a luz que incide paralela ao eixo principal de forma que permanece sem a ocorrência de refração.

**20.** O que é uma lente cilíndrica?

- a) Material que desvia a luz que incide paralela ao eixo principal de forma a convergir em um único ponto, o foco da lente (imagem real).
- b) Material que desvia a luz que incide paralela ao eixo principal de forma a divergir em relação em um único ponto, o foco da lente (imagem virtual).
- c) Material que desvia a luz que incide paralela ao eixo principal de forma a convergir ou divergir em relação em uma linha, refratando a luz em um único eixo de direção.
- d) Material que não desvia a luz que incide paralela ao eixo principal de forma que permanece sem a ocorrência de refração.

**21.** Descreva o que é o foco de uma lente:

---

**22.** Descreva o que é o ponto p medido no experimento:

---

**23.** Descreva o que é o ponto q medido no experimento:

---

**24.** Descreva o que é o plano de focalização:

---

**25.** Descreva qual é a característica centro de curvatura:

---

**26.** O que é uma imagem invertida em uma lente?

---

**27.** O que é uma imagem no infinito?

---

**28.** Descreva a diferença entre uma imagem real e uma imagem virtual:

---

## APÊNDICE C – ESCRITA ORIENTADA (PARTE 3)



Nome: \_\_\_\_\_ N° \_\_\_\_\_ Série: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**ESCRITA ORIENTADA (PARTE 3)****29.** Quais são os problemas de visão mais comuns em humanos?  
\_\_\_\_\_**30.** Qual seria a dificuldade óptica de uma pessoa com miopia?  
\_\_\_\_\_**31.** Qual seria a dificuldade óptica de uma pessoa com hipermetropia?  
\_\_\_\_\_**32.** Qual seria a dificuldade óptica de uma pessoa com astigmatismo?  
\_\_\_\_\_**33.** Qual seria a dificuldade óptica de uma pessoa com presbiopia?  
\_\_\_\_\_**34.** O que é uma lente?  
\_\_\_\_\_**35.** Quais são as principais características de uma lente?  
\_\_\_\_\_**36.** O que é uma lente divergente?  
\_\_\_\_\_

**37.** O que é uma lente convergente?

---

**38.** O que é uma lente cilíndrica?

---

**39.** O foco de uma lente:

- a) é o prolongamento dos raios luminosos que divergem de um ponto virtual.
- b) é convergência dos raios luminosos em um ponto real.
- c) é a distância entre o centro óptico e o ponto onde os raios convergem ou divergem em um ponto.
- d) é a distância entre o centro óptico de uma lente e seu centro de curvatura.

**40.** O ponto  $p$  medido no experimento é:

- a) a distância entre o objeto e a lente.
- b) a distância entre a imagem e a lente.
- c) a distância entre o foco e a lente.
- d) a região do espaço em que é possível visualizar a imagem formada, estando à distância  $q$  do centro óptico.
- e) a distância que corresponde ao dobro da distância focal.

**41.** O ponto  $q$  medido no experimento é:

- a) a distância entre o objeto e a lente.
- b) a distância entre a imagem e a lente.
- c) a distância entre o foco e a lente.
- d) a região do espaço em que é possível visualizar a imagem formada, estando à distância  $q$  do centro óptico.
- e) a distância que corresponde ao dobro da distância focal.

**42.** O plano de focalização é:

- a) a distância entre o objeto e a lente.
- b) a distância entre a imagem e a lente.

- c) a distância entre o foco e a lente.
- d) a região do espaço em que é possível visualizar a imagem formada, estando à distância  $q$  do centro ótico.
- e) a distância que corresponde ao dobro da distância focal.

**43. O centro de curvatura é:**

- a) a distância entre o objeto e a lente.
- b) a distância entre a imagem e a lente.
- c) a distância entre o foco e a lente.
- d) a região do espaço em que é possível visualizar a imagem formada, estando à distância  $q$  do centro ótico.
- e) a distância que corresponde ao dobro da distância focal.

**44. A imagem invertida em uma lente por uma lente convergente:**

- a) corresponde à rotação de  $180^\circ$  na imagem em relação ao objeto.
- b) corresponde a uma imagem com distância superior à aproximadamente 10 metros.
- c) corresponde a uma imagem que pode ser projetada.
- d) corresponde a uma imagem formada por prolongamentos de raios luminosos.

**45. Um objeto no infinito:**

- a) corresponde à rotação de  $180^\circ$  na imagem em relação ao objeto.
- b) corresponde a um objeto com distância superior à aproximadamente 10 metros.
- c) corresponde a uma imagem que pode ser projetada.
- d) corresponde a uma imagem formada por prolongamentos de raios luminosos.

**46. Uma imagem virtual:**

- a) corresponde à rotação de  $180^\circ$  na imagem em relação ao objeto.
- b) corresponde a uma imagem com distância superior à aproximadamente 10 metros.
- c) corresponde a uma imagem que pode ser projetada.
- d) corresponde a uma imagem formada por prolongamentos de raios luminosos.

**47.** Qual é a relação matemática ao considerar-se que  $p=\infty$  na equação de Gauss? O que significa isso?

---

**48.** Considerando que a distância focal de uma determinada lente é igual a 10 cm:

a) Qual será a distância do plano de focalização em relação ao centro óptico para um objeto à 50 cm de distância?

---

b) Qual será a distância do plano de focalização em relação ao centro óptico para um objeto à 1,2 m de distância?

---

c) O ponto q será igual à distância focal em alguma das situações acima?

---

d) Qual será o valor do centro de curvatura dessa lente?

---

e) Qual será a vergência dessa lente?

---

**49.** Qual é a distância do ponto próximo (PP) e do ponto remoto (PR) dos seus olhos.

---

**50.** Caso fosse necessária uma lente para corrigir um suposto problema de sua visão:

a) Qual seria a dioptria da lente para o caso de miopia?

---

b) Qual seria a dioptria da lente para o caso de hipermetropia?

---

## APÊNDICE D – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA



Nome: \_\_\_\_\_ N° \_\_\_\_\_ Série: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA**

**01.** Quais são os problemas de visão mais comuns em humanos?

---

**02.** Qual seria a dificuldade óptica de uma pessoa com miopia?

---

**03.** Qual seria a dificuldade óptica de uma pessoa com hipermetropia

---

**04.** Qual seria a dificuldade óptica de uma pessoa com astigmatismo?

---

**05.** Qual seria a dificuldade óptica de uma pessoa com presbiopia?

---

**06.** O que é uma lente?

---

**07.** Quais são as principais características de uma lente?

---

**08.** O que é uma lente divergente?

---

---

**09.** O que é uma lente convergente

---

**10.** O que é uma lente cilíndrica?

---

**11.** Descreva o que é o foco de uma lente:

---

**12.** Descreva o que é o ponto p medido no experimento:

---

**13.** Descreva o que é o ponto q medido no experimento:

---

**14.** Descreva o que é o plano de focalização:

---

**15.** Descreva qual é a característica centro de curvatura:

---

**16.** O que é uma imagem invertida em uma lente?

---

**17.** O que é uma imagem no infinito?

---

**18.** Descreva a diferença entre uma imagem real e uma imagem virtual:

---

19. Qual é a relação matemática ao considerar-se que  $p=\infty$  na equação de Gauss? O que significa isso?

---

20. Considerando que a distância focal de uma determinada lente é igual a 20 cm:

a) Qual será a distância do plano de focalização em relação ao centro óptico para um objeto à 40 cm de distância?

---

b) Qual será a distância do plano de focalização em relação ao centro óptico para um objeto à 2,1 m de distância?

---

c) O ponto  $q$  será igual à distância focal em alguma das situações acima?

---

d) Qual será o valor do centro de curvatura dessa lente?

---

e) Qual será a vergência dessa lente?

---

**SÉRIE**  
**PRODUTOS EDUCACIONAIS EM ENSINO DE FÍSICA**

VOLUME 1 – **Automatização de Experimentos de Física Moderna com o Kit Lego NXT Mindstorms**  
Wanderley Marcílio Veronez, Gelson Biscaia de Souza, Luiz Américo Alves Pereira,

VOLUME 2 – **O Arduino na Programação de Experiências em Termodinâmica e em Física Moderna**  
Marilene Probst Novacoski, Luiz Américo Alves Pereira, Gelson Biscaia de Souza

VOLUME 3 – **Do Magnetismo à Lei da Indução Eletromagnética de Faraday** Marlon Labas, Fábio Augusto Meira Cássaro

VOLUME 4 – **Estudando Astronomia, Aprendendo Física: Atividades Práticas de Observação do Sol**  
Ana Caroline Pscheidt, Marcelo Emílio

VOLUME 5 – **Simulador Didático de Acomodação do Olho Humano**  
Gustavo Trierveiler Anselmo, Júlio Flemming Neto, Antônio Sérgio Magalhães de Castro

VOLUME 6 – **Ensino dos Conceitos de Movimento e Inércia na Mecânica, a partir de uma Concepção de Ciência que não Utiliza a Lógica Binária**  
Luiz Alberto Clabonde, Luiz Antônio Bastos Bernardes, Jeremias Borges da Silva

VOLUME 7 – **Uma Proposta de Utilização de Mídias Sociais no Ensino de Física com Ênfase à Dinâmica de Newton**  
Heterson Luiz De Lara, Alexandre Camilo Junior, Jeremias Borges da Silva

VOLUME 8 – **O Eletromagnetismo e a Física Moderna através de Atividades Experimentais**  
Ademir Kreпки Henisch, Jeremias Borges da Silva

VOLUME 9 – **Física Nuclear e Sociedade**  
Tomo I – **Caderno do Professor**  
Tomo II – **Caderno do Aluno**  
Josicarlos Peron, André Vitor Chaves de Andrade

VOLUME 10 – **Conceituação e Simulação na Dinâmica do Movimento**  
Tomo I – **Caderno do Professor**  
Tomo II – **Caderno do Aluno**  
Leandro Antonio dos Santos, Antônio Sérgio Magalhães de Castro

VOLUME 11 – **Montagem de um Painel Didático e Atividades Experimentais em Circuitos de Corrente Contínua**  
Renato Dalzotto, Sérgio da Costa Saab, André Maurício Brinatti

VOLUME 12 – **Nas Cordas dos Instrumentos Musicais**  
Luís Alexandre Rauch, André Maurício Brinatti, Luiz Fernando Pires

VOLUME 13 – **O Fóton em Foco: Relações entre Cor, Frequência e Energia de Radiações Eletromagnéticas**  
Romeu Nunes de Freitas, André Maurício Brinatti, Jeremias Borges da Silva

VOLUME 14 –  
Tomo I - **Iniciação em Robótica e Programação com Algumas Aplicações em Física**  
Tomo II – **Tutorial: Tela Interativa com Controle do Nintendo Wii**  
Hernani Batista da Cruz, Luiz Antônio Bastos Bernardes, Silvio Luiz Rutz da Silva

VOLUME 15 – **O Uso do Software Tracker no Ensino de Física dos Movimentos**  
Edenilson Orkiel, Silvio Luiz Rutz da Silva

VOLUME 16 – **Acústica: Uma Nova Melódia de Ensino**  
Elano Gustavo Rein, Luiz Antônio Bastos Bernardes

VOLUME 17 – **Caderno de Orientação a Educadores para a Transformação da Horta como Eixo Norteador de Ensino e Aprendizagem**  
Roberto Pereira Strapazzon Bastos, Silvio Luiz Rutz da Silva

VOLUME 18 – **Proposta de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas para o Ensino de MRU e MRUV Utilizando Experimentos Visuais**  
Gustavo Miguel Bittencourt Morski, André Vitor Chaves de Andrade

VOLUME 19 – **Cor à Luz da Física Moderna e Contemporânea**  
Marcos Damian Simão, André Maurício Brinatti

VOLUME 20 – **Aplicação do Experimento de Hertz Atualizado no Ensino de Ondas Eletromagnéticas**  
Luís Carlos Menezes Almeida Júnior, Luiz Américo Alves Pereira

VOLUME 21 – **Uma Proposta de Aplicação do Ensino de Termodinâmica no Ensino Fundamental I**  
Cláudio Cordeiro Messias, Paulo César Facin

VOLUME 22 – **Uma Proposta de Ensino dos Conceitos Fundamentais da Mecânica Quântica no Ensino Médio: Espectroscopia com Lâmpadas**  
Evandro Luiz De Queiroz, Antônio Sérgio Magalhães de Castro, Jeremias Borges da Silva

VOLUME 23 – **Produção de um Aparato Experimental para Medição de Campo Magnético Usando Arduino**  
Ivonei Almeida, Luiz Américo Alves Pereira

VOLUME 24 – **Um Pouco Sobre a Natureza das Coisas**

*Robson Lima Oliveira, André Maurício Brinatti*

VOLUME 25 – **Equilibrium: Uma Abordagem Experimental e Contextualizada do Conceito de Equilíbrio dos Corpos**

*Osni Daniel De Almeida, André Vitor Chaves de Andrade*

VOLUME 26 – **Como Medir a Temperatura do Sol? Inserindo Conceitos de Física Moderna no Ensino Médio**

*Wilson Finta, Jeremias Borges da Silva*

VOLUME 27 – **Elaboração de um Produto Educacional para a Materialização de Conceitos no Aprendizado de Óptica Geométrica Aplicada às Anomalias da Visão**

*Danilo Flügel Lucas, Gérson Kniphoff da Cruz*

VOLUME 28 – **Entendendo as Fases da Lua a Partir de um Material Instrucional Baseado no Método de Orientação Indireta**

*Pâmela Sofia Krzysynski, Gérson Kniphoff da Cruz*

VOLUME 29 – **“PEPPER’S GHOST”: Como Ensinar/Aprender Conceitos de Física Através de uma Simples Ilusão de Óptica**

Tomo I - **Caderno do Professor**

Tomo II - **Caderno do Aluno**

*Gilvan Chaves Filho, Luiz Antônio Bastos Bernardes*

VOLUME 30 – **O Movimento: do Clássico ao Relativístico**

*Josué Duda, André Maurício Brinatti*

VOLUME 31 – **Uma Sequência Didática Abordando a Eficiência Energética: Economizando Energia na Cozinha.**

Tomo I - **Caderno de Ensino**

Tomo II - **Caderno de Aprendizagem**

*Rosivete Dos Santos Romaniuk, Julio Flemming Neto*

VOLUME 32 – **Armazenamento e Produção de Energia Elétrica: Uma Abordagem para seu Estudo no Ensino Médio**

*Jairo Rodrigo Corrêa*

VOLUME 33 – **Palestras de Astronomia para a Educação Básica**

*Sergio Freitas, Silvio Luiz Rutz da Silva*

Atribuição-NãoComercial-  
Compartilha Igual 4.0 Internacional



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

**UEPG**  
Universidade Estadual  
de Ponta Grossa

**PPG**  **F**  
ensino de física

**SÉRIE**  
**Produtos Educacionais em Ensino de Física**

**UEPG - PROEX**