

Universidade Estadual de Campinas

Instituto de Física Gleb Wataghin

F 609 - Tópicos de Ensino de Física

Segundo semestre de 2008

As Lentes e a Visão Humana

Relatório Final



Aluna: Luciene Oliveira Machado

lu_mmachado@yahoo.com.br

Orientador: Antonio Carlos da Costa

accosta@ifi.unicamp.br

Coordenador: José J. Lunazzi

Resumo

O presente trabalho é referente à atividade de aprimoramento e manutenção de um experimento didático. São nele expressas todas as etapas envolvidas, desde o projeto até a conclusão da montagem experimental, sendo também expostas as dificuldades encontradas – que culminaram na modificação do que previa o projeto inicial – bem como os conteúdos teóricos que podem ser abordados com base no experimento em questão. O ramo da física envolvido é a óptica, sendo tratados aspectos relacionados à propagação dos raios luminosos em meios distintos e lentes esféricas. O tema motivador do experimento é a visão humana e os problemas que nela podem ocorrer.

Introdução

É notável a dificuldade que muitos dos estudantes apresentam diante da aprendizagem da física, o que gera um grande desafio para os professores: vencer as dificuldades e o grande desinteresse que seus alunos demonstram diante dos conteúdos que compõem o currículo de física nos diversos níveis escolares. No intuito de vencer este desafio, diversas alternativas são buscadas levando ao uso de recursos dentre os quais podemos citar os experimentos didáticos.

Com base nisto é que foi planejado o trabalho cujo processo de montagem permitiu a elaboração do presente relatório. O experimento em questão envolverá conceitos de óptica, uma das áreas da física que muito gera dúvidas por, na maioria das vezes, ser apresentada como um conjunto de afirmativas nas quais se deve confiar, sem que seja possível a visualização das mesmas. Por esta razão foi proposta uma abordagem que estabelece como ponto de partida a demonstração dos fenômenos físicos que se deseja, em um segundo momento, explicar.

No entanto são válidas algumas considerações à cerca do presente trabalho. A primeira delas é referente ao termo ‘experimentos didáticos’. Ao falar em experimentos didáticos nos referimos a qualquer montagem que possa servir como instrumento atrativo ou esclarecedor para quem estiver diante dele. Portanto, neste

trabalho não nos referimos a um modelo de experimento que envolva uma montagem realizada pelos próprios estudantes, ou ainda coleta e estudo de dados – embora este seja um modelo também válido – e sim a uma montagem que será exposta a seus espectadores – que, inclusive, podem não ser estudantes – e, partindo do que é observado, trabalhado os conceitos da física, apropriados para cada tipo de público. O fato de poder ser aplicado a diferentes públicos, ou seja, a indivíduos de diferentes níveis de conhecimento em física, represente uma qualidade do experimento uma vez que a mesma montagem pode ser exposta em situações diferentes, para pessoas de variadas escolaridades.

Outra relevante consideração se relaciona com o fato do trabalho ser de aprimoramento e manutenção de um experimento, logo a motivação foi colocar uma montagem desativada em funcionamento e, se possível, promover na mesma, modificações que possibilitassem uma compreensão ainda melhor do conteúdo. Neste caso a intenção foi o máximo aproveitamento do material da montagem original evitando assim desperdícios do que já havia sido construído.

Para desenvolver os tópicos deste relatório, partiremos da montagem final alcançada, e então apresentaremos o que esteve envolvido em sua execução.

Experimento

Montagem Final

A montagem com leds possibilita a visualização dos raios em seus percursos antes e depois de terem passado pelas lentes. Com isto os espectadores podem visualizar a propagação retilínea da luz. Também a convergência dos raios pode ser vista e não apenas o ponto luminoso que demonstra esta convergência.

Para a situação que representa o olho normal, os cinco raios luminosos convergem para um ponto localizado exatamente no marco que simboliza a retina. Ao contrário disso, na representação dos olhos míope – convergência dos raios em um ponto antes da retina – e hipermetrope – convergência dos raios em um ponto atrás da retina – só é possível a presença do ponto de convergência sobre a retina

com a introdução das lentes corretivas que, com auxílio das hastes, são colocadas também no caminho dos raios.

Para correção da miopia é empregada uma lente divergente e para a hipermetropia, uma lente convergente[1].

Em todas as situações, a lente fixa à caixa simula o cristalino do olho humano.



Figura 1. Montagem final



Figura 2. Convergencia sobre a retina, devido a lentes corretivas.



Figura 3. Ausência de lentes corretivas; a convergência dos raios ocorre fora da retina.

Projeto executado

O passo inicial foi elaborar um projeto que direcionaria as atividades . No entanto, durante o período de execução do previsto, algumas novas idéias surgiram como forma de sanar dificuldades práticas da montagem ou ainda como modo de explicitar, de forma mais clara, o que se desejava mostrar aos espectadores. Assim

sendo, o projeto realmente executado mantém a caixa de madeira, a fonte e as lentes originais, enquanto os lasers são substituídos por leds. As razões das mudanças no projeto e os detalhes da execução são trabalhados no tópico Desenvolvimento do projeto final.

Materiais

Os materiais necessários à montagem podem ser divididos em dois grupos: Materiais da montagem original e Materiais para manutenção e reparo e são listados a seguir.

- Materiais da montagem original:
 - Caixa de madeira de 102 cm de altura, 82 cm de largura e 10 cm de espessura;
 - Porta de madeira de 100 cm altura, 15 cm de largura e aproximadamente 1 cm de espessura;
 - Porta de acrílico de 1,7 mm de espessura, 102 cm de altura e 65,5 cm de largura;
 - Lentes de acrílico, manualmente polidas (cinco unidades) de altura média 12 cm;
 - Hastes para lentes móveis,;
 - Fonte;

- Materiais para manutenção e reparo:
 - Peças de acrílico;
 - Leds de 15000 milicandelas e 5mm (45 unidades);
 - Placa universal;
 - Obstáculos de papelão, com cinco fendas de 2mm de largura.

Desenvolvimento do projeto final

Para que seja possível, não somente citar as atividades realizadas e sim apresentar todo o processo, incluindo dificuldades, este item será dividido de acordo com a atividade realizada ou o elemento envolvido.

Lentes

Após a avaliação do material da montagem original, foi decidido trabalhar com as mesmas cinco lentes já presentes.

Porta

A porta de acrílico, por servir como apoio para as hastes que promovem a movimentação das lentes de correção na representação dos olhos míope e hipermetrope, apresentava rachaduras na região destas hastes. Por ser o acrílico um material de custo alto – vale esclarecer aqui que nosso desejo era que o experimento não envolvesse grandes gastos, o que facilita sua reprodução por outras instituições – foi pensado no vidro como material para construção de uma nova porta, mas temendo uma incompatibilidade entre o peso deste material e a estrutura da moldura de madeira na qual este seria inserido ou ainda que este material dificultasse o transporte da montagem – deseja-se que o experimento fosse o mais versátil possível, podendo ser levado a apresentações fora do local onde é mantido – optou-se por instalar nas regiões danificadas peças que permitisse novamente o encaixe das hastes e a movimentação das mesmas. Ainda mantendo a idéia de minimizar gastos e aproveitar materiais já presentes em nosso meio, as peças foram conseguidas apenas por simples corte de sobras de acrílico. Após o corte as peças foram furadas de acordo com o diâmetro das hastes, 3.26mm, e coladas na porta.

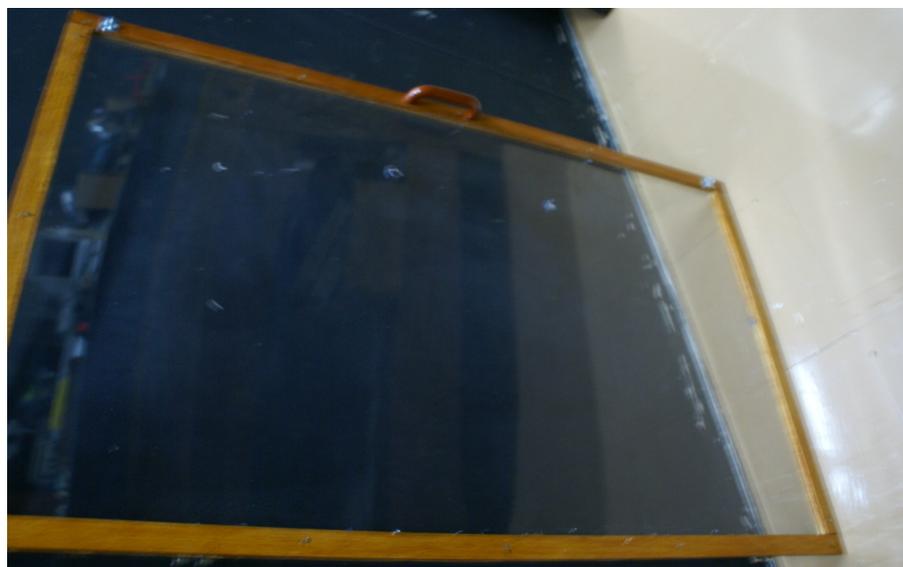


Figura 4. Porta danificada.



Figura 5. Peças para fixação das hastes.

Foram utilizadas para corte e furos máquinas da oficina mecânica central do IFGW.

Fonte

A fonte original foi mantida, mas necessitou ter sua tensão reduzida para aproximadamente 3.8V para que fosse compatível com os lasers. Os lasers precisam de uma tensão contínua e ajustada para não ultrapassar o máximo que podem receber, pois isto se relaciona com sua durabilidade. Mantidas estas condições, sabemos que qualquer alteração na intensidade da luz do laser será devida a sua durabilidade e não a condições do circuito do qual faz parte.

Em seguida veremos que os lasers foram substituídos por leds, e que foram ligados simultaneamente à fonte para que a tensão fornecida não superasse 3,1V, garantindo o funcionamento adequado do experimento.

Lasers

Quanto aos lasers, foi decidido que seriam substituídos por leds. A necessidade de realizar esta substituição foi devida ao fato dos lasers que se planejava utilizar – em substituição aos que se encontravam queimados na montagem original e que se revelaram de duração muito curta, não sendo suficientes nem mesmo para apresentações rápidas – terem deixado dúvida quanto a sua durabilidade, mesmo tendo sido a fonte ajustada. Quando em conexão com a fonte para observação de seu comportamento o laser, após algumas vezes acionado, apresentou uma redução na intensidade de seu feixe, fato que nos fez pensar em alternativas para que não retornássemos ao mesmo problema que levou a inativação do experimento em sua forma original. Uma alternativa estudada foi, de acordo com sugestão do orientador do projeto, o uso de leds, por apresentarem maior duração que os lasers, mesmo quando mantidos ligados por grandes períodos de tempo.

Leds

Para que fosse possível o mesmo efeito gerado pelos lasers era preciso conseguir, a partir da luz dos leds, raios luminosos. Para isto a montagem foi

planejada de modo que a luz oriunda dos leds passasse por fendas e cada fenda leva à visualização de um raio.



Figura 6. Raios obtidos com as fendas

Com isto visualizamos uma vantagem relacionada ao uso desta fonte de luz, o número de raios. Com o seu uso foi possível ampliar o número de raios que incidiam em cada uma das lentes, isto porque, devido ao custo dos lasers só seriam disponíveis para cada situação duas canetas de laser o que implicava em apenas dois raios; com os leds este número está relacionado à quantidade de fendas pelas quais passa a luz, ou seja, com uma mesma quantidade de leds podemos gerar quantos raios desejarmos. No entanto devemos estar atentos às características dos demais elementos do experimento para adotar o melhor número. Com base nas dimensões das lentes utilizadas foram adotadas cinco fendas para cada situação. Logo temos cinco raios incidindo sobre cada lente.

Após a decisão de utilizar os leds – depois da realização de vários testes para ver se os objetivos seriam alcançados com este novo elemento – os mesmos foram soldados às placas e interligados por fios. Cada placa foi ligada à fonte alimentadora.

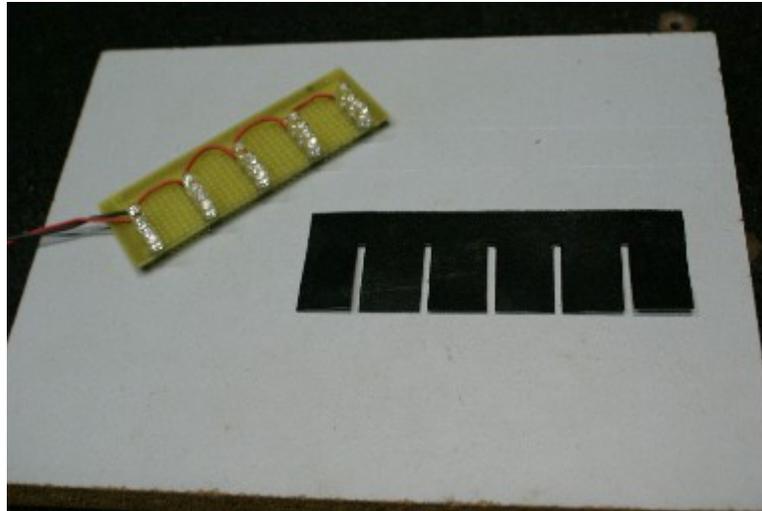


Figura 7. Obstáculo com fendas e placa com leds.

As placas com os leds foram fixadas a caixa em posição cuidadosamente escolhida, para que a iluminação fosse adequada.

Para que os raios tivessem incidência paralela nas lentes, convergindo no ponto desejado foram cuidadosamente determinadas as distâncias dos leds às fendas e a das fendas até as lentes.

Entre as colunas de leds foram introduzidas divisórias para que a luz proveniente de diferentes colunas não passasse por mais de uma fenda gerando uma situação saturada de raios em diferentes sentidos.

Fundo da caixa

Foi observado que a cor do fundo da caixa não era o ideal para a visualização dos raios, por esta razão este foi coberto por papel de coloração mais clara.

Objetivos alcançados

Apesar das dificuldades encontradas, todas foram solucionadas e o que se desejava como apresentação final foi conseguido.

Considerações Finais

A literatura já tem referido trabalhos desenvolvidos com base na mesma preocupação que o da montagem aqui descrita, a de tornar os conceitos da óptica mais visíveis facilitando a compreensão dos mesmos. Podemos citar trabalhos de demonstração de eventos ópticos para alunos de ensino médio, baseado nos mesmos princípios que o presente trabalho, isto é, uma fonte de luz com um obstáculo com fendas em sua frente gerando raios que podem ser visualizados [2]. A diferença entre as duas montagens está na fonte de luz. A primeira utiliza um projetor de slides, o que gera a necessidade de utilizar uma lente para que os raios obtidos saiam paralelos. A vantagem da montagem presente no experimento aqui descrito está na substituição do projetor por leds. Para raios paralelos apenas posicionamos cada coluna de leds para uma fenda e utilizamos divisórias entre estas colunas, dispensando o uso de mais uma lente.

O presente experimento ainda permite aperfeiçoamentos que visem facilitar sua montagem caso venha a ser reproduzido. Um deles envolveria as lentes que, no trabalho original, representaram uma dificuldade tendo em vista a necessidade de polimento das mesmas e o fato do acrílico ter se revelado de polimento difícil. Uma alternativa a ser estudada consiste na produção de lentes de resina cujo os métodos já são descritos em literaturas. Trata-se de modelos de resina de poliéster que permitem a visualização das trajetórias luminosas em seu interior. Pode-se utilizar moldes, de vidro, plástico ou outro material que não sejam atacados pela resina, cuidadosamente vedados nos quais é colocada a resina e após a polimerização a lente estará formada [3].

Uma segunda alternativa para as lentes seriam as lentes preenchidas por líquidos. Pode ser construída com uma placa de acrílico, formando uma lente oca, que será então preenchida por água[2]. Uma proposta interessante para o preenchimento deste modelo de lentes seria a glicerina – idéia exposta pelo coordenador da disciplina. Sua vantagem em relação à água está na conservação, já que a água constitui ambiente propício ao desenvolvimento de microorganismos. Caso seja possível, durante a exposição, o esvaziamento e preenchimento da lente

com um ou mais líquidos, pode ser demonstrado que, para diferentes líquidos, ocorrem diferenças no ponto de convergência dos raios, devido aos diferentes índices de refração[2].

Referências Bibliográficas

[1]SEARS, F.W.; ZEMANSKY, M. W. Física. Vol 2. Ed. Universidade de Brasília, 1973.

[2]MISOGUTI,C. R. MENDONÇA, A. M. TUBOY, R. HABESCH, V. S. BAGNATO, I. Lentes Esféricas: Uma Demonstração para Alunos do Segundo Grau. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 19, nº 4, dezembro, 1997.

[3]VUOLO, J. H. FURUKAWA, C.H. Modelos de componentes óticos em resina.

Teoria

Como já citado na introdução as abordagens de conteúdos teóricos realizadas com base neste experimento podem ser apropriadas para cada tipo de público, ou seja, estamos diante de uma montagem que pode ser utilizada para exposições de diferentes naturezas. Isto representa uma vantagem. É por este motivo que este tópico, que trabalha a teoria envolvida, se divide de acordo com níveis, demonstrando o que seria mais apropriado para cada apresentação.

Nível Básico

O que se observa neste experimento são alguns dos comportamentos da luz. Primeiramente a demonstração de que seus raios se propagam em linha reta, seguida do fato de que pode ter modificado seu caminho ao passar por mudança de meios o que fica evidente quando os raios encontram e transpassam as lentes.

Nossos olhos, por possuírem estruturas como a córnea e o cristalino que funcionam como lentes, é capaz de modificar o trajeto de raios que por eles passam canalizando-os em um ponto, o que permite a formação de imagens.

Essas imagens, formadas em regiões onde há presença de fibras nervosas, são então transmitidas ao cérebro.

Dessa forma, quando a luz refletida por um objeto penetra em nossos olhos, esta passa pela córnea e pelo cristalino convergindo – tendo seus raios direcionados para um único ponto – na retina. Caso, por alguma deficiência das estruturas do globo ocular, a convergência não ocorra na retina, a visão do objeto fica comprometida e dizemos que a pessoa apresenta um problema de visão.

Referências Bibliográficas

www.ifi.unicamp.br/~accosta/olhohumano.html, acesso em 28/08/2008.

<http://efisica.if.usp.br/optica/basico/visao/olho/>, acesso em 28/08/2008.

<http://efisica.if.usp.br/optica/basico/visao/anomalias/>, acesso em 28/08/2008.

http://efisica.if.usp.br/optica/basico/visao/formacao_imagem/, acesso em 28/08/2008.

Nível de ensino médio e de graduação em física

(a forma de abordar o assunto, por meio do experimento, não apresenta grandes modificações entre estes dois níveis)

A definição do que vem a ser a luz passou por diversas mudanças e adaptações.

A primeira idéia a cerca deste fenômeno da física, idéia esta que perdurou até meados do século XVII, era a de que a luz consistia de um feixe de corpúsculos – emitidos por fontes luminosas – que se propagavam em linhas retas. Acreditava-se que tais corpúsculos fossem capazes de penetrar materiais transparentes, e os opacos os refletiam.

É nesta época que começa a ganhar espaço o pensamento de que a luz poderia ser um movimento ondulatório. Atualmente é entendida como tendo caráter dual. Sua propagação pode ser explicada pela teoria ondulatória, enquanto sua interação com a matéria é melhor compreendida se pensada como fenômeno corpuscular - esta parte da teoria é mais apropriada para nível de graduação em física, no entanto pode ser apresentada a título de curiosidade para estudantes do ensino médio.

Hoje sabemos que a luz corresponde a uma onda eletromagnética. Tais ondas têm como característica comum a velocidade c que apresentam no vácuo, se diferenciando apenas pelo comprimento de onda, o que indica apresentarem diferentes frequências e conseqüentemente diferentes fontes de origem. Dessa forma uma possível definição para a luz é a radiação que é perceptível aos órgãos visuais.

Um importante comportamento da luz é a modificação sofrida por seus raios quando atravessam de um meio para um outro. Meios de índices de refração diferentes provocam mudança no comprimento de onda dos raios luminosos que os

atravessam, provocando o chamado fenômeno de refração dos raios. É isto que explica a mudança nos percursos dos raios ao passarem por estruturas como lentes, por exemplo. As lentes podem ser entendidas como um sistema óptico limitado por duas superfícies refratoras, logo os raios passam por duas refrações pois são duas as mudanças de meios – do ar para o meio constituinte da lente e deste novamente para o ar, se considerarmos lentes imersas no ar.

Uma lente pode ter definidos alguns elementos, que podem ser de grande utilidade para caracterizá-las ou ainda para prever o comportamento de raios que as atravessem o que pode culminar na determinação do ponto de formação de uma imagem. Os elementos de uma lente são o raio de curvatura, a distância focal e o foco.

Por meio de um método gráfico simples pode ser determinado o tamanho e a posição da imagem de um objeto. O método se baseia na interseção de três raios fundamentais, após terem passado pela lente. São eles:

- Raios de incidência paralela ao eixo da lente emergem passando pelo foco, ou têm seus prolongamentos passando pelo foco;
- Raios que incidem sobre o centro da lente praticamente não sofrem desvio por ser o centro da lente como uma lamina de superfícies paralelas.
- Raios que incidem passando pelo foco da lente emergem paralelamente ao eixo da lente ou têm prolongamentos paralelos.

Outro fator de influência para o percurso dos raios é o tipo de lente, que podem ser convergentes ou divergentes.

Quando um feixe de raios paralelos converge para um ponto, acarretando formação de uma imagem real – formada pelos próprios raios e não por seus prolongamentos, temos uma lente convergente cuja distância focal é positiva. Se raios de mesma característica incidem em uma segunda lente e divergem é

automático pensar na lente como divergente, de distancia focal negativa. As posições dos focos destes dois tipos de lente são invertidas se comparados.

Muitos dos princípios ópticos vistos acima são responsáveis pelo funcionamento do olho humano. A forma do globo ocular é aproximadamente esférica, sendo sua região frontal mais curvada e coberta pela córnea – membrana rígida e transparente. Em seguida esta o cristalino – espécie de cápsula preenchida de material gelatinoso e fibroso –, que desempenha papel semelhante ao de uma lente. As regiões se seguem à córnea e ao cristalino são preenchidas por líquidos de índices de refração próximos ao índice de refração médio do cristalino – pois este não é homogêneo – a córnea é a responsável principal pela refração dos raios de luz que incidem nos olhos. A retina, membrana revestida por fibras nervosas, recobre o interior do olho. As fibras nervosas são prolongamentos do nervo ótico responsáveis pela transmissão da informação ou imagem ótica ao cérebro.

Se algo não está correto com os elementos do olho, podem ocorrer os defeitos da visão. No olho normal os raios convergem para a retina, local correto da formação de imagens. Em casos como a miopia o globo ocular é longo em relação a curvatura da córnea e os raios convergem para um ponto anterior a retina. Já na hipermetropia, o globo ocular é curto em relação a curvatura da córnea e os raios convergem para um ponto atrás da retina.

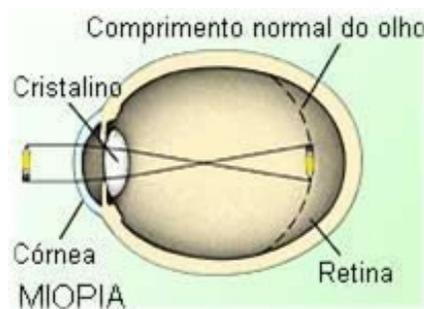


Figura 8. Miopia

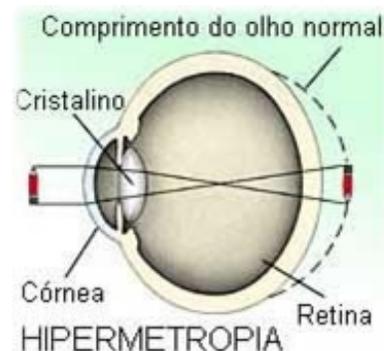


Figura 9 . hipermetropia

A solução encontrada para resolver distúrbios de visão como a miopia e a hipermetropia foi o uso de lentes – óculos ou lentes de contato – que provocam novas refrações, além das ocorridas no globo ocular. Com a escolha correta do tipo de lente é possível gerar a convergência dos raios que estão sendo formados em regiões fora da retina, novamente para a superfície desta.

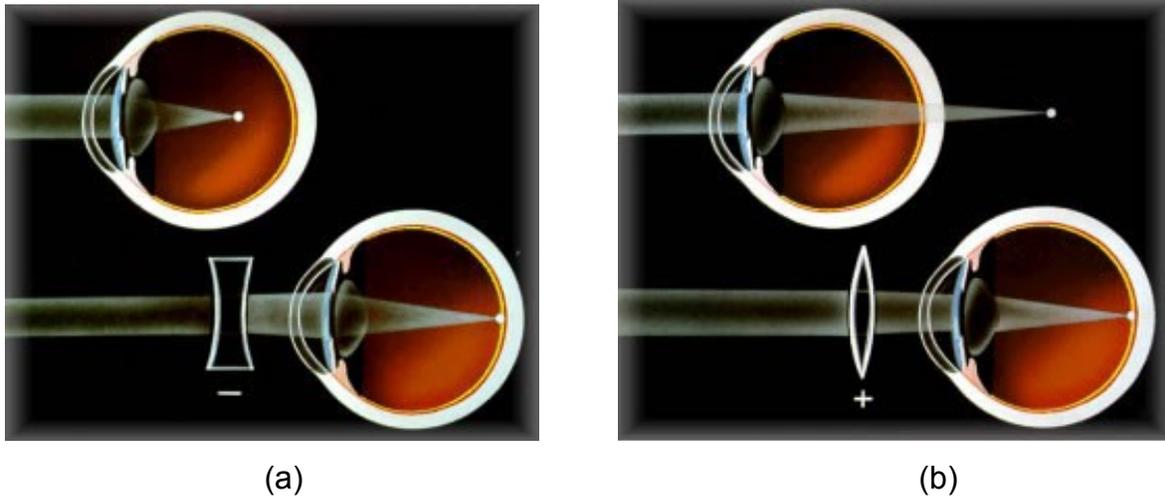


Figura 10. Representação de lentes na correção de miopia(a) e hipermetropia(b).

Estes conceitos serão aplicados pelo experimento em desenvolvimento.

Referências Bibliográficas

SEARS, F.W.; ZEMANSKY, M. W. Física. Vol 2. Ed. Universidade de Brasília, 1973.

GUYTON, M. D.; HALL, J. E. Fisiologia Médica. Ed. Guanabara Koogan. Décima edição. Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2002.

BERNE, R. M.; LEVY, M. N. Fisiologia. Quarta edição. Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2000.

Formação de Imagens; Instituto de Física da UFBA – Departamento de física do estado sólido.

O meu orientador, engenheiro responsável pelo laboratório de óptica Antonio Carlos da Costa, realizou os seguintes comentários:

A aluna desenvolveu o trabalho como previsto, inovando na fonte de luz através de diodos LED. Tem bastante iniciativa e capacidade de concentração. A reforma do experimento ficará muito didática e de fácil construção.