

	LADIF ROTEIRO DA EXPERIÊNCIA	UFRJ IF
Disciplina : Ótica		Tema : Lentes e formação de imagem
Código: 3A-09	Nome : Olho	
Onde encontrar : Sala de Ótica - Mesas 02 e 03		
<p> Potencialidade : Observar como a imagem de um objeto chega aos olhos, possibilitando que o ser vivo (pessoas ou animais enxergue e reconheça objetos. Análise de alguns defeitos de visão e como a ótica é capaz de corrigi-los. Palavras Chaves : Lentes, Olho, Ótica, imagem, objeto Ref. Bibliográficas : H.Moysés Nussenzeig - Física Básica 4 – Ótica e Ondas </p>		

1 Material utilizado

- (i) 1 aquário de vidro (olho);
- (ii) 1 óculos;
- (iii) 1 apoiador circular de madeira para o aquário;
- (iv) 1 trilho magnético;
- (v) 1 suporte magnético para lente;
- (vi) 2 suportes magnéticos que contém cartões colados;
- (vii) Lentes de foco +200 mm (1), +100mm (2), +150mm (2) e -100mm(1);
- (viii) 1 anteparo com folha de cor branca;
- (ix) Apoiador de lanterna.

2 Fundamentos teóricos

Em ótica geométrica, estudamos o comportamento da luz como um modelo simplificado. A luz é tratada como um conjunto de raios que se propaga em linha reta, cuja direção pode ser alterada por transmissão ou reflexão em superfícies como lentes e espelhos.

Formação de imagens em lentes delgadas

A equação que determina a posição em que se formará a imagem real de um objeto através de uma lente fina é descrita pela Equação 1:

$$\frac{1}{o} + \frac{1}{i} = \frac{1}{f} \quad (1)$$

onde **o** é a distância do objeto à lente, **f** é a distância focal da lente e **i** é a distância da imagem à lente.

Noções sobre o olho humano

Para termos um maior entendimento sobre o olho humano, apresentaremos conceitos básicos a respeito do mesmo. O olho é constituído de uma lente fixa, denominada córnea e outra móvel, denominada cristalino, cujo foco pode ser ajustado através dos músculos ciliares. A íris é um diafragma, cuja abertura, a pupila, controla o aumento ou diminuição de luminosidade. A retina faz papel de anteparo, onde a imagem real dos objetos é projetada e transmitida para o cérebro a partir dos nervos óticos.

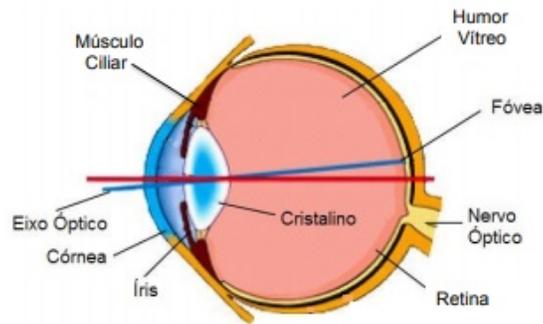


Figura 1: Olho humano.

Quando o olho está completamente relaxado, a posição O dos objetos que têm sua imagem focalizada na retina é chamada de ponto distante. Para um olho normal, o ponto distante está localizado no infinito. Por outro lado, com o músculo ciliar completamente contraído, a posição O dos objetos que têm sua imagem focalizada na retina é chamada de ponto próximo. Para um olho normal o ponto próximo é em torno de 25 cm.

Em um olho míope, o ponto distante não está localizado no infinito. Mesmo com o músculo ciliar completamente relaxado, a imagem de um objeto muito distante é focalizada antes da retina. Isto indica que qualquer objeto localizado em uma distância maior que este ponto distante parecerá desfocado. Este defeito é corrigido com uma lente divergente.

No caso da hipermetropia, o ponto próximo é consideravelmente maior que 25 cm. Isto significa que mesmo com o músculo todo contraído a imagem de objetos próximos é focalizada depois da retina. Isto indica que qualquer objeto localizado em uma distância menor que o ponto próximo parecerá desfocado. Este defeito pode ser corrigido com lentes convergentes. A causa mais comum desses defeitos é uma deformação do olho, que modifica a distância entre a retina e o cristalino, tornando-a maior, no caso da miopia, e menor, no caso da hipermetropia.

3 Montagem do olho

- 1- Coloque o olho em cima do apoiador, como mostrado na Figura 2;
- 2- Posicione o olho e o apoiador após o trilho magnético (após a posição 56 cm);
- 3- Certificar-se de que o anteparo está bem rente do fundo do olho;

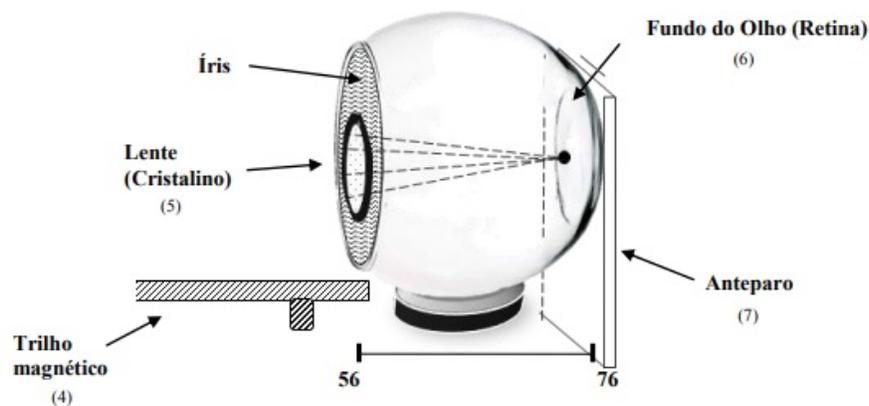


Figura 2: Esquema de montagem do olho.

4 Montagem do experimento

4.1 Olho normal

- 1- Posicionar o trilho magnético horizontalmente em relação a quem vê.
- 2- Prender a lanterna ao apoiador antes do trilho, fazendo com que o início da lanterna seja o início do trilho, segundo a Figura 3;
- 3- Colocar o suporte com cartão de sua escolha(2) na marcação 20 cm do trilho;

- 4- Encaixar a lente de +200mm na região do cristalino(5). iii. Posicionar um suporte com lente de +100mm (3) na marcação 30 do trilho;
- 5- Observar como a imagem se forma na retina(6).

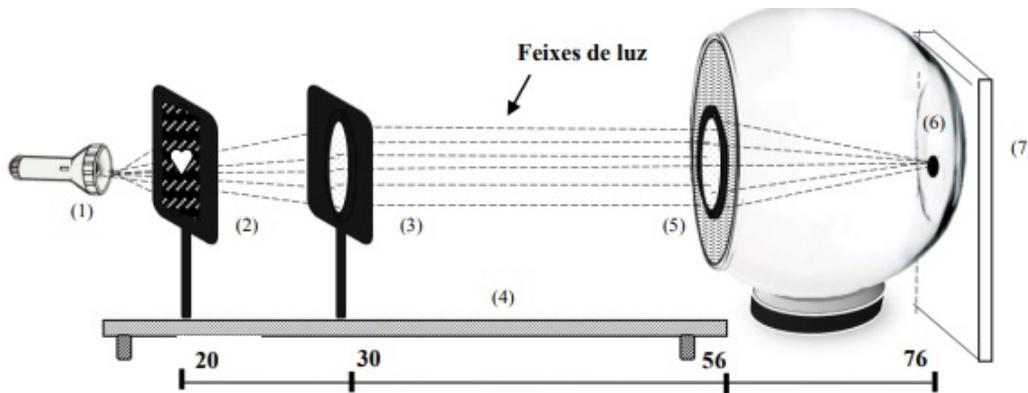


Figura 3: Esquema de montagem do experimento.

Nesse caso, utilizamos uma lanterna (1) para emitir feixes luminosos que ao atravessarem o objeto (2), passam por uma lente convergente (3) cujo foco está no objeto (2).

Ao passar pela lente, os feixes que saíram divergentes do objeto passam a ter direcionamento paralelo ao trilho (4). O fenômeno observado decorre da regra: todo feixe que sai do foco, ao passar pela lente, sai paralelo. Da mesma forma o processo inverso: todo feixe que entra paralelo sai em direção ao foco da lente.

A utilização da lente convergente (3) simula um objeto distante sem estar de fato distante porque a definição de distante baseia-se no foco tendendo ao infinito, logo feixes paralelos. O feixe paralelo chega ao cristalino (5) (outra lente convergente) que o converge para seu foco como definido pela regra acima. A partir daí surge a imagem na retina (6), que é vista invertida no anteparo (7).

A imagem aparece invertida no foco pois o foco é o ponto de encontro dos feixes, quando eles trocam de posições. Com o prolongamento dos feixes, será graficamente possível provar que eles se invertem.

4.2 Olho míope

- 1- Colocar o suporte com cartão (3) de sua escolha na marcação 20 cm do trilho (4);
- 2- Encaixar a lente de +100mm na região do cristalino (5);
- 3- Posicionar um suporte com lente de +100mm (2) na marcação 30 do trilho;
- 4- Observar se a imagem formada na retina (6) é nítida. (Comparar com a imagem formada na situação do olho normal);

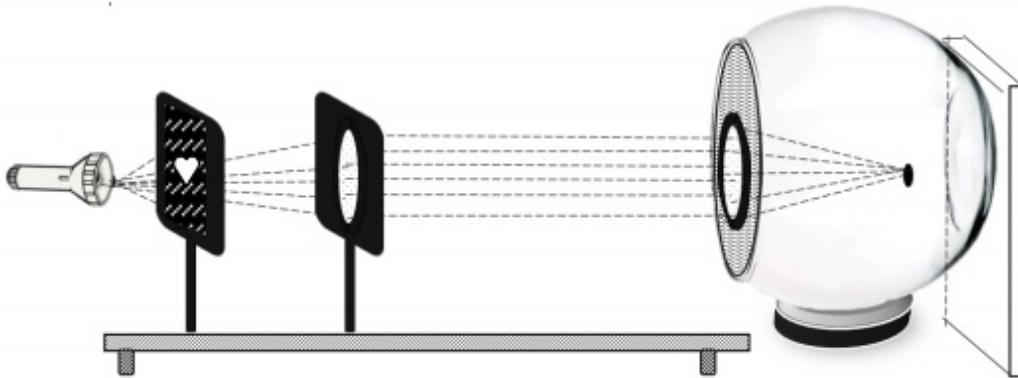


Figura 4: Esquema de montagem para simular miopia.

- 5- Posicionar o óculos (8) aproximadamente na marcação 46 cm do trilho;
- 6- Encaixar a lente de -100mm na parte frontal do óculos;
- 7- Observar a mudança de nitidez da imagem. (**Assemelha-se com a imagem no olho normal?**)

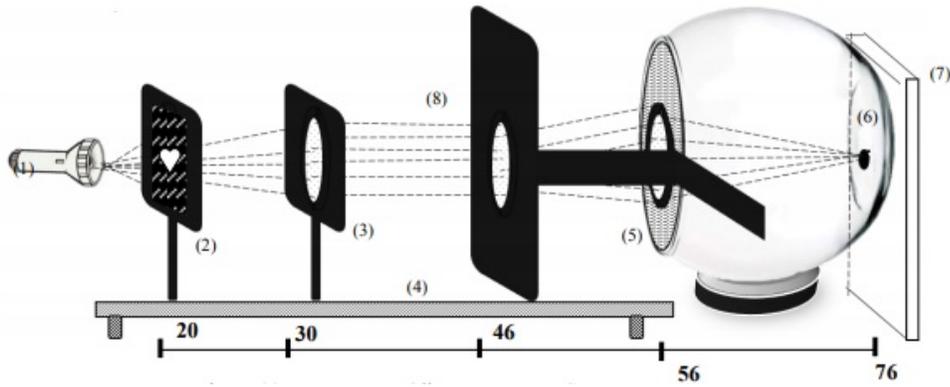


Figura 5: Esquema de montagem para corrigir a miopia.

A distância focal da lente que simula o cristalino em sua posição mais relaxada para o olho míope é $f = 10$ cm. A distância da imagem à lente é dada por $i = 20$ cm. Utilizando a Equação (1)

$$\frac{1}{pd} + \frac{1}{20} = \frac{1}{10}, \quad (2)$$

temos que $pd = 20$ cm.

Como visto anteriormente, a lente que realiza a correção do defeito é uma lente divergente. Para determinar o foco da lente divergente, consideramos que a imagem de um objeto no infinito é virtual e se localiza no foco da lente. Além disto, a lente deve ser posicionada no foco da lente que desempenha o papel de cristalino, de modo a não alterar o tamanho da imagem. Com efeito, temos que satisfazer a seguinte relação, cujo efeito é trazer a imagem de um objeto no infinito para o ponto distante:

$$p_d = F_d + F_c \quad (3)$$

$$F_d = -(p_d - F_c) \quad (4)$$

Vemos que o foco da lente corretora deve ser de $F_d = -10$ cm. O sinal negativo confirma o caráter divergente.

4.3 Olho hipermetrope

- 1- Colocar o suporte com cartão (3) de sua escolha na marcação 33,5 cm do trilho;
- 2- Encaixar a lente de +150mm na região do cristalino (5).
- 3- Observar se a imagem formada na retina (6) é nítida. (Comparar com a imagem formada na situação do olho normal)
- 4- Afastar o suporte e observar a imagem formada. **(Ela em algum momento se torna nítida?)**
- 5- Posicionar o óculos(8) aproximadamente na posição 41 do trilho;
- 5- Encaixar a lente de +150 mm na parte da frente do óculos.
- 6- Observar a mudança de nitidez.

OBS: Nesse momento não utilizamos o suporte da lente de +100mm como nos casos anteriores. Melhor resultado aproximando mais a lanterna do objeto.

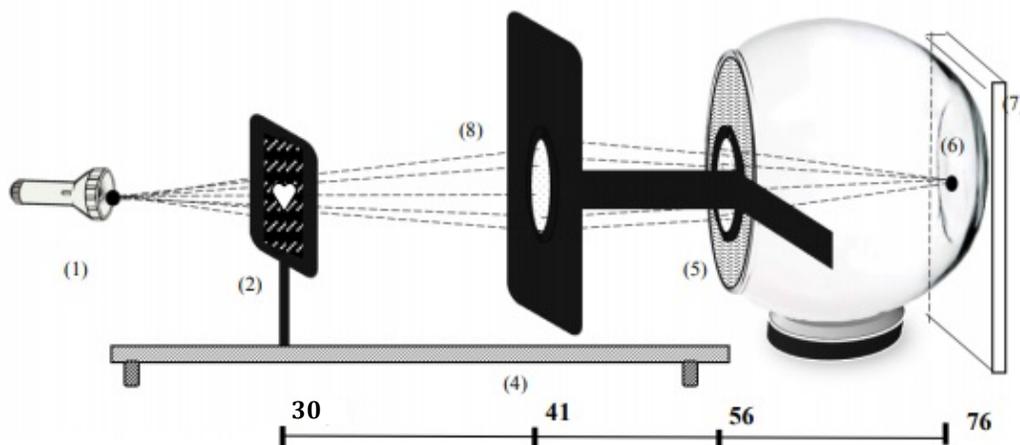


Figura 6: Esquema de montagem para simular correção da hipermetropia.

A distância focal da lente que simula o defeito da visão para hipermetropia em sua posição mais contraída é $f = 15$ cm. A distância da imagem à lente é dada por $i = 20$ cm. Utilizando a Equação (1), temos que p_p (ponto próximo) = 60 cm.

Como visto anteriormente, a lente que realiza a correção da hipermetropia é de natureza convergente. A ideia é formar a imagem de um objeto que esteja a 25 cm (ponto próximo do olho normal) na posição do ponto próximo do olho hipermetrope. Lembrando que a lente corretora convergente deve estar posicionada no foco da lente que desempenha o papel de cristalino, temos, de acordo com a Fig. 7:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{10} - \frac{1}{45}, \quad (5)$$

logo $f = 12.9$ cm. Cabe lembrar que a imagem tem sinal negativo por estar à esquerda da lente corretora.

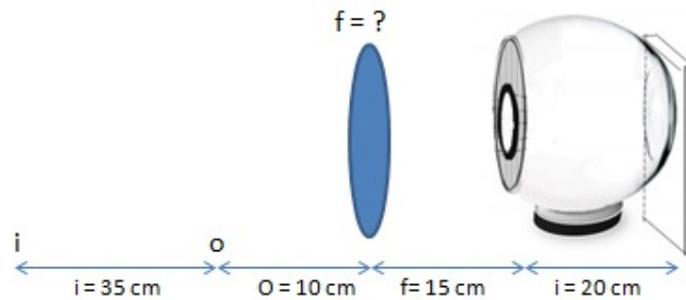


Figura 7: Cálculo do foco da lente corretora.

Por conta da viabilidade de material no laboratório, aproximamos o foco da lente corretora

para $f = 15$ cm. Logo, devemos recalculer a distância x considerada como o ponto próximo para o olho normal (anteriormente 25 cm), como mostra a Fig. 8:

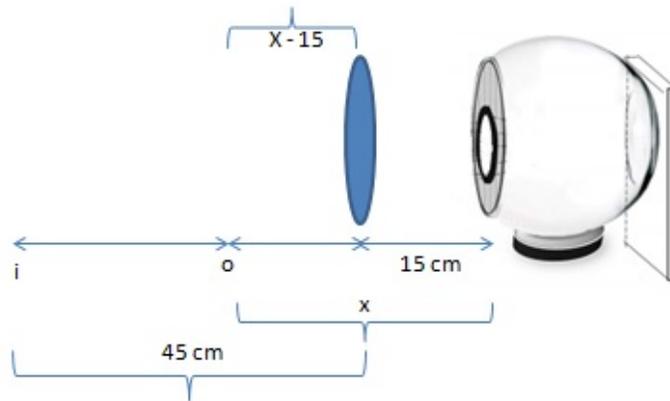


Figura 8: Esquema para recalculer o ponto próximo efetivo x para o experimento.

Com efeito, temos:

$$\frac{1}{15} = \frac{1}{x - 15} - \frac{1}{45}, \quad (6)$$

que resulta $x \approx 26$ cm.

Tabelas

Tabela 1: Marcação das posições dos acessórios no trilho.

1	Olho (aquário) + suporte do olho
2	Suporte com lente "infinito"
3-M	Suporte com o objeto (caso míope e normal)
3-H	Suporte com o objeto (caso hipermetrope)
4-M	Óculos (caso míope)
4-H	Óculos (caso hipermetrope)