

Simulador Didático do Cristalino Ocular

(Didactic simulator of the ocular crystalline)

André F. Guedes, Luci F. M. Braun e Mara R. Rizzatti

Faculdade de Física - PUCRS

Av. Ipiranga 6681

Caixa Postal 1429

90619-900 Porto Alegre, RS marar@pucls.br

Recebido em 14 de julho, 1999

Neste trabalho apresentamos a construção e aplicação de um dispositivo que simula o conjunto cristalino-músculos ciliares no olho permitindo reproduzir o mecanismo de acomodação responsável pelo ajuste fino na focalização da imagem na retina.

We show the construction and application of a device that simulates the crystalline-ciliary muscle in the eye, allowing the reproduction of the accommodation mechanism, which is responsible for the fine adjustment of the focus of the image at the retina.

I Introdução

O olho humano é um dispositivo ótico de grande potencial didático e o estudo do seu funcionamento pode ajudar a fortalecer os conceitos básicos da ótica geométrica, além de ilustrar a aplicação de lentes. O olho humano tem seis funções físicas fundamentais [1]. Duas em particular ocasionam o desvio dos raios luminosos que por ele penetram: a refração, cujos elementos envolvidos são a córnea, o cristalino e os humores aquoso e vítreo e, a acomodação (autofocalização), realizada pelo cristalino e pelos músculos ciliares.

Para um objeto ser visto com nitidez, sua imagem deve se formar exatamente sobre a retina [2,3]. Os olhos se ajustam às diferentes distâncias dos objetos variando a distância focal do cristalino, pois a distância cristalino-retina é fixa. Para um olho normal, um objeto no infinito é focalizado quando os músculos ciliares que envolvem o cristalino estão relaxados. Nesta situação o cristalino tem sua espessura mínima e a sua distância focal máxima. Quando o objeto está mais próximo do olho, a tensão nos músculos ciliares aumenta, engrossando o cristalino e diminuindo a sua distância focal. Este processo de ajuste da distância focal através da variação da espessura do cristalino é a acomodação.

A montagem usualmente utilizada na demonstração da focalização da imagem de um objeto em um olho normal envolve o uso de lentes convergentes de distâncias focais fixas para simular a córnea e o cristalino. Nesta montagem estática, o mecanismo de autofocalização do

cristalino não pode ser reproduzido. Com o objetivo de reproduzir a dinâmica do conjunto cristalino-músculos ciliares, desenvolvemos um dispositivo que permite simular a acomodação do cristalino.

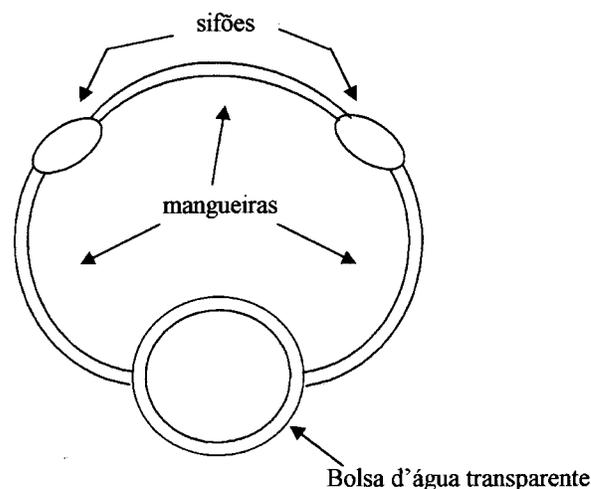


Figura 1. Vista superior do Simulador Didático do Cristalino (SDCO).

No nosso dispositivo, simulador didático do cristalino ocular (SDCO)¹, uma bolsa transparente com água é conectada a dois sifões de borracha por meio de mangueiras plásticas (Fig. 1). A bolsa com água representa o cristalino e os sifões e as mangueiras plásticas representam os músculos ciliares. A variação na tensão dos músculos ciliares é simulada pela compressão dos sifões.

¹ Este trabalho foi parcialmente apresentado no XII SNEF, que realizou-se de 27 a 31 de janeiro de 1997, em Belo Horizonte, MG.

A luz que atinge a bolsa d'água sofre um desvio em função da constituição e da forma da bolsa. A alteração na concavidade da bolsa (acomodação do cristalino) é ocasionada pela injeção de maior ou menor volume de água através da compressão dos sifões.

II Construção do SDCO

Na construção do SDCO utilizam-se os seguintes materiais:

- 1 mangueira plástica flexível 5/16 x 1,5 mm com 24 cm de comprimento;
- 3 mangueiras plásticas flexíveis 5/16 x 1,5 mm com 12 cm de comprimento;
- 2 sifões de borracha;
- 2 hastes para servir de suporte para o SDCO;
- 2 discos de filme PVC transparente com 9 cm de diâmetro (tipo usado em forno de microondas);
- água ou outro líquido transparente;
- cola vedante para fixar material plástico.

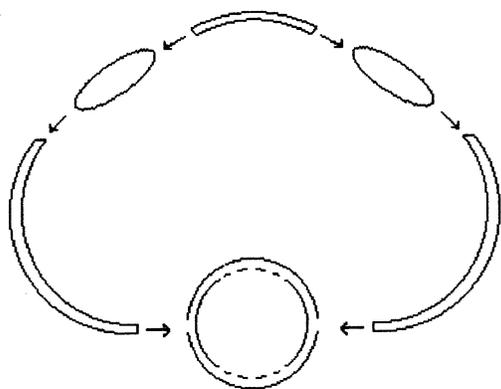


Figura 2. Construção do SDCO.

Com a mangueira de 24 cm de comprimento, constrói-se um anel unindo suas extremidades com cola (Fig. 2). Este anel servirá de armação para a bolsa transparente. Faz-se dois orifícios no perímetro externo do anel, em locais antípodas, com uma ponteira aquecida. O diâmetro destes orifícios deve ser um pouco maior que o diâmetro externo da mangueira. Em cada orifício, introduz-se uma mangueira de 12 cm de comprimento, fixando-a com a cola. Ao longo do perímetro interno do anel, faz-se furos igualmente distribuídos. Cola-se em cada face do anel os discos de filme transparente, recortando-se os excessos. Os sifões são fixados com cola nas extremidades das mangueiras. Fixa-se uma das extremidade da mangueira restante em um dos sifões, vedando com cola. Enche-se as mangueiras e a bolsa com água. Encaixa-se a extremidade livre da

mangueira no outro sifão. Por fim, monta-se o dispositivo sobre as hastes. Deve-se evitar a presença de bolhas no interior da bolsa pois estas interferem no caminho percorrido pela luz. Todas as junções devem estar bem vedadas para evitar vazamentos.

III Aplicação do SDCO

A utilização do SDCO para demonstrar o ajuste na forma do cristalino quando o foco de visão varia de perto para longe envolve a montagem dos esquemas representados na Fig. 3. A montagem 3(a) simula a visão de longo alcance. Os raios paralelos provenientes de três canetas-laser alinhadas representam os raios vindos de um objeto puntiforme colocado longe do olho. Estes raios após atravessarem a bolsa d'água (cristalino) são focalizados num anteparo que representa a retina². A visão de curto alcance, montagem 3(b), é obtida tornando os raios levemente divergentes e engrossando-se a bolsa. Como já foi explicado anteriormente, a variação na espessura da bolsa (acomodação) é obtida pressionando-se os sifões, o que acarreta uma maior injeção de água no seu interior. Esta montagem deve ser feita na vertical para minimizar deformações na concavidade da bolsa devido a força gravitacional.

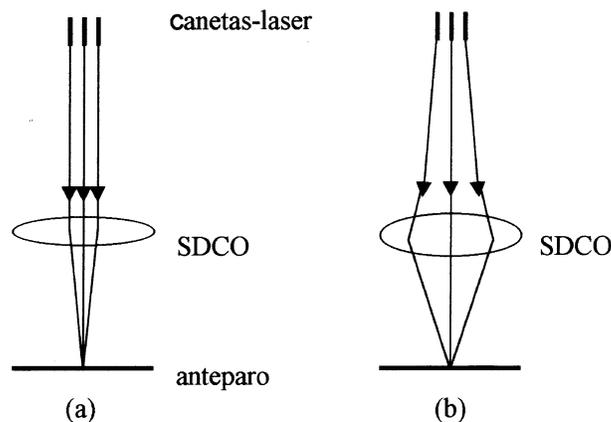


Figura 3. Representação esquemática para demonstrar a focalização da imagem na retina de objetos (a) afastados e (b) próximos do olho.

IV Conclusões

Para fins didáticos desenvolveu-se um dispositivo que ilustra a dinâmica do conjunto cristalino-músculos ciliares, baseado no processo de focalização do olho. O dispositivo além de ser um aparelho de fácil construção e de baixo custo, reproduz o mecanismo de autofocalização (acomodação), auxiliando o professor na demonstração da simulação da visão de curto e longo alcance. Sugere-se a utilização do SDCO nas feiras

²Lembre-se que a luz é refratada primeiramente pela córnea. O cristalino é responsável pelo ajuste fino na focalização da imagem sobre a retina.

de ciências, pois a sua construção e manipulação são acessíveis a alunos de todos os níveis.

References

[1] VENTURA, L. e NETO, J.C.C. Ametropias Oculares,

Rev. Bras. de Ensino de Física, vol. 17, 305 (1995).

[2] HECHT, E. *Optics*, Addison-Wesley Publishing Company, 1974.

[3] TIPLER, P. *Física*, vol. 4, Editora Guanabara Koogan. 1995.