

PRODUTO DE MESTRADO



PPGENFIS
IFES

**PRODUTO DE MESTRADO: UNIDADE DE
INTERVENÇÃO – ÓPTICA DO OLHO HUMANO**

**Wenderson R. Caus
Fernando Leal**

DEDICATÓRIA

Ao PPGEnFis (IFES), aos familiares, aos amigos, aos jovens e adultos que participaram dessa construção e principalmente.... Aos professores e professoras.

APRESENTAÇÃO

Olá Caro (a) professor (a),

Este material instrucional foi pensado e elaborado para trabalharem-se junto aos alunos da EJA, conceitos básicos no domínio da óptica geométrica relacionados à formação e, a qualidade das imagens formadas no aparelho ocular humano, dando ênfase no desenvolvimento das dimensões, conceitual, procedimental e atitudinal [1], sendo, sua sequência de atividades desenvolvidas, a partir de um trabalho de Mestrado Profissional. A construção dessas atividades de investigação, cujo interesse didático, e levar para esse público alvo, uma nova perspectiva de ensino, que possa ser capaz de responder às necessidades e anseios de professores e alunos nas aulas de física, passara pela utilização de vários materiais de apoio – curriculares [1]. Trazemos ainda para o professor, textos de apoio, para o aprofundamento teórico dos pontos específicos trabalhados dentro da temática trabalhada.

Boa leitura!

I. INTRODUÇÃO

As atividades presentes, nesta unidade de ensino, estão organizadas a partir da exibição de vídeos motivacionais, passando por uma Sequência de Ensino Investigativa - SEI [2], modelada na forma de laboratório a aberto [3] e, um momento de reconciliação das inconsistências [4], proporcionando um mínimo de quatro aulas, onde, o uso da linguagem [2], será ferramenta importante para a resolução dos problemas propostos ao longo das aplicações.

A presente Unidade de Ensino é dividida nos seguintes tópicos:

- Introdução ao estudo da Óptica da visão;
- Inversão e, nitidez das imagens no aparelho ocular humano;
- Ametropias.

A confecção da nossa Unidade de Ensino Investigativo voltou-se, para três aspectos estruturais importantes, que observam: Planejamento, Implementação [5] e Avaliação. Diante das dificuldades que foram se tornando recorrentes e, virando um obstáculo quase intransponível - ao se tentar levar a informação científica traduzida na sua forma algébrica mais particular para os alunos da EJA – foi necessário buscar novas alternativas que pudessem envolver os alunos, nas aulas de física, portanto, o planejamento da SEI vislumbrou grau de liberdade considerável para as ações dos alunos nas aulas, assim, estruturamos atividades que pudessem nos auxiliar nesse sentido, nos preocupando com sua contribuição no desenvolvimento total do aluno da EJA, para tanto, optamos por uma proposta pedagógica onde a aprendizagem seja construída de forma coletiva, sociointeracionista [6].

Destacamos o baixo custo dos materiais utilizados, e da fácil acessibilidade para alunos da EJA, assim como o kit de óptica utilizado pelo professor no momento de reconciliação da informação [6], que se faz presente nas escolas da Rede Estadual de Ensino do Espírito Santo, fazendo com que a aplicabilidade das atividades seja facilitada.

Nossa unidade dará suporte ao professor, por meio da orientação a partir de conteúdo teórico, e no detalhamento das indicações metodológicas [7], que possam o auxiliar a promover o desenvolvimento dos conteúdos a nível teórico e experimental. As indicações serão pautadas em três momentos pedagógicos.

II. OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

Cada atividade proposta foi pensada segundo os Três Momentos Pedagógicos [7], a seguir:

- 1) **Problematização Inicial** – Nesse primeiro momento pedagógico, apresentamos o conteúdo a ser estudado pelo aluno, num contexto de situações reais e, conhecidas, para que possam presenciar e serem envolvidos por determinado tópico.
- 2) **Organização do Conhecimento** – O segundo momento pedagógico, perpassa pelo estudo sistematizado dos conhecimentos necessários para a compreensão da problematização inicial, sob orientação do professor.
- 3) **Aplicação do Conhecimento** – No último momento pedagógico busca-se abordar sistematicamente, o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno, objetivando a análise e interpretação da situação inicial, ou outra que surja, ao longo do processo.

III. OBJETIVO

Utilizar práticas em laboratório aberto e, demonstrações, através de uma abordagem investigativa, no estudo do tema gerador: Óptica da Visão.

TÓPICO 01

Introdução ao estudo da óptica da visão

ATIVIDADE 01

INTRODUÇÃO À ÓPTICA DA VISÃO

CONTEXTUALIZAÇÃO DA TEMÁTICA

1. OBJETIVO DA ATIVIDADE

Objetiva-se apresentar a proposta do estudo da Óptica da Visão a partir do filme: Coisas que as Moléculas Fazem – Série Cosmos.



2. CONTEXTUALIZAÇÃO E PRÁTICA

Nesta seção, serão trabalhadas práticas, geradas, após a visualização do filme: Coisas que as moléculas fazem.

Problematização Inicial – Vídeo: Através da visualização do vídeo, é feito um primeiro contato, com a proposta do Estudo da óptica da Visão, bem como, poder entrar em contato, com a evolução e mutação de espécies por meio da seleção natural, e de como organismos microscópicos desenvolveram proteínas capazes de absorção da luz.

Organização do Conhecimento – Socialização: Ao final da exibição do vídeo, é proposta a cada grupo, a construção de uma resenha, onde, se possa analisar, o nível de entendimento do aluno quanto aos aspectos naturais, relacionados a evolução do aparelho ocular. Essa etapa é caracterizada por uma socialização em grupo, buscando a interação e argumentação acerca da temática abordada.

TEXTO DE APOIO AO PROFESSOR DE FÍSICA

LEITURA PARA REFORÇO

EVOLUÇÃO DO APARELHO OCULAR

Buscou-se no vídeo – Coisas que as moléculas fazem – uma abordagem que apresentasse a evolução¹, do que conhecemos hoje, que é a estrutura do aparelho ocular humano. O vídeo quando aborda a temática da visão, inicia sua narrativa a partir de um sistema visual muito simples e, que aos poucos, vai se tornando mais complexo, quando novas estruturas a ele são integradas, na necessidade de novas adaptações, buscou-se em: HELENE, O.; HELENE, A.F. (2011), informações referentes a esse tema.

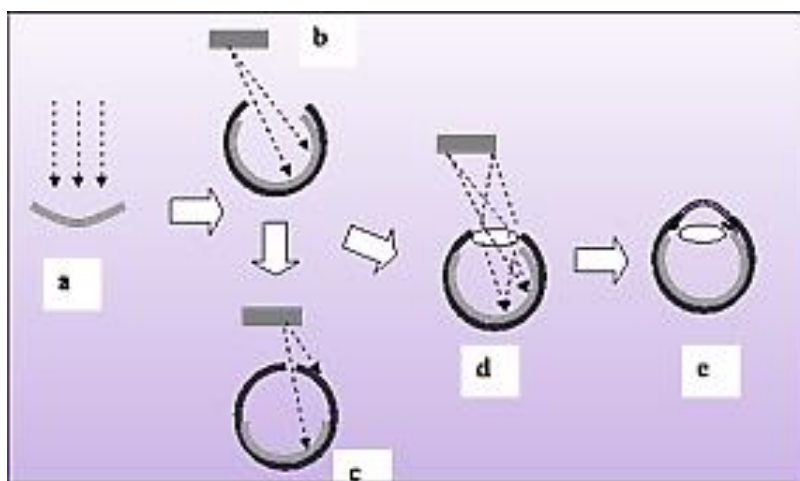


Figura 1: Tipos de Órgãos sensíveis à luz

As primeiras estruturas biológicas de captação da luz, precursoras do olho, surgiram há cerca de meio bilhão de anos. O sistema mais primitivo consiste apenas de uma superfície sensível à luz, incapaz de sequer fornecer informação sobre a origem da fonte luminosa (Fig. 1a). As estruturas mais simples e que têm alguma similaridade com os olhos mais sofisticados são concavidades em cujas paredes internas, oposta a uma abertura, há células sensíveis à luz (Fig. 1b). Nessas estruturas simples, a luz proveniente de um único ponto luminoso atinge várias regiões da superfície fotossensível, não havendo formação de imagens definidas. Esse sistema apenas fornece algumas informações sobre a origem da fonte luminosa.

Ao longo do tempo, os processos evolutivos propiciaram o surgimento de órgãos visuais mais adequados. Um desses é um olho no qual a luz penetra por um pequeno orifício (Fig. 1c), permitindo a formação de imagens pelo efeito “câmara escura”: desde que o orifício pelo qual a luz penetra seja suficientemente pequeno, cada ponto luminoso ilumina apenas uma pequena região da superfície fotossensível. Sistemas visuais que se beneficiam do efeito câmara escura são encontrados em alguns moluscos. Entretanto, o efeito câmara escura só permite a formação de imagens nítidas quando a abertura por onde entra a luz, a

¹ Indicação de leitura a respeito da evolução do aparelho ocular: *The Feynman lectures on Physics, Vol 2* ; Richard Feynman, R.Leighton, M.Sands (http://en.wikipedia.org/wiki/The_Feynman_Lectures_on_Physics)

pupila do nosso olho, é muito pequena. Mas quanto menor a abertura, menos luz penetra no olho, prejudicando a acuidade visual, em especial em situações de pouca luminosidade. Portanto, pupilas bem pequenas resolveriam um problema, o da qualidade da imagem, mas criariam outro: o comprometimento da visão em ambientes com pouca luz.

Alguns poucos animais apresentam olhos que usam apenas o efeito câmara escura para a formação de imagens. Entretanto, o processo evolutivo seguiu outros caminhos: um deles envolve a presença de algum tipo de lente, como ilustrado na Fig. (1d). Nesse caso, a lente faz com que um ponto luminoso ilumine apenas um ponto da região fotossensível. Isso permitiria a formação de imagens bem definidas mesmo quando a abertura por onde entra a luz é grande.

A Fig. (1e) ilustra um olho dotado de uma córnea e uma lente interna, como são os nossos. Se essa lente interna pode ter sua curvatura ajustável, então esse sistema permite focar objetos a distâncias diferentes.

O olho é uma estrutura que surgiu várias vezes ao longo do processo evolutivo, de maneira independente. Há diversos tipos de órgãos visuais na natureza: alguns têm sistemas de múltiplas lentes; outros combinam o efeito câmara escura com lentes; alguns são tão simples que apenas conseguem perceber a presença de luz.

Tabela 1: Alguns tipos de olhos encontrados na natureza

Tipo de olho da Fig. 1	Animal
(a) Olho em lâmina	São encontrados em gastrópodes da espécie <i>Patella vulgata</i> , mas são mais frequentes em formas larvais de diversos grupos e como olhos acessórios nas formas adultas de muitos animais
(b) Olhos em forma de cálice	São olhos comuns a inúmeros tipos de invertebrados, incluindo planárias
(c) Olhos tipo câmara escura	Encontrado em moluscos, como o gastrópode <i>Haliotis</i> ou o cefalópode <i>Nautilus</i>
(d) e (c) Olhos com uma ou mais lentes	Olho em câmara, com em humanos. Encontrado em vertebrados terrestres e aquáticos e alguns poucos invertebrados, como moluscos cefalópodes (entre eles, os polvos)

ATIVIDADE 02

CONSTRUÇÃO DO APARATO EXPERIMENTAL

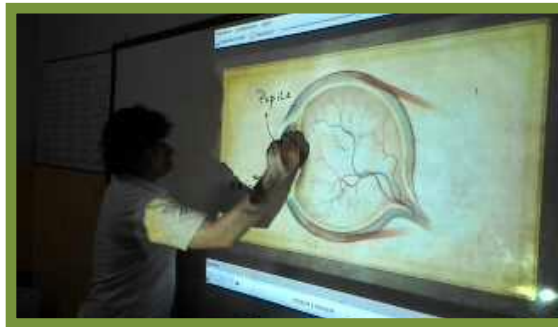
PROTÓTIPO DO APARELHO OCULAR HUMANO

1. OBJETIVO DA ATIVIDADE

Construção do aparato experimental a ser utilizado nas atividades de investigação, seguindo modelo de um laboratório aberto.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO E PRÁTICA

Para a construção do protótipo, é apresentada a visualização das estruturas do olho humano a partir de uma imagem projetada no quadro.



Problematização – Visualização da Imagem Aparelho Ocular Humano: Montagem do protótipo a partir dos materiais disponíveis em sala de aula.

Materiais necessários:

- Esfera de isopor (diâmetros variados)
- Cartolina
- Papel manteiga ou Papel vegetal
- Tinta guache (preto)
- Lente de lupa

Ilustração das etapas da construção:



FIGURA 01. Utilizar a lente, como um gabarito, delimitando na primeira semiesfera seu diâmetro na parte interior.

FIGURA 02. Realizar a retirada da porção interior de isopor da região delimitada, assim criando uma primeira abertura no protótipo. Seguindo com o mesmo gabarito, criar uma segunda abertura, diametralmente oposta à primeira, na outra semiesfera do isopor.

FIGURA 03. Fixar a lente na parte interior do protótipo, logo atrás da primeira abertura.

FIGURA 04. Na cartolina, recortar um pedaço em forma de círculo com um furo no seu centro, fixando-a logo após, na parte da frente relativo à primeira abertura.

FIGURA 05. Recortar no papel vegetal, um círculo, fixando-o a frente do furo na segunda semiesfera.

FIGURA 06. Com tinta guache e, auxílio de um pincel, cobrir toda a área interna da esfera de isopor.

Organização do Conhecimento – Estruturas Biológicas do Aparelho Ocular Humano: Ao final da construção do protótipo, o professor pode optar, para que o grupo preencha um documento, onde conste uma tabela com as estruturas biológicas a serem comparadas com as partes constituintes do protótipo criado para fins de assimilação.

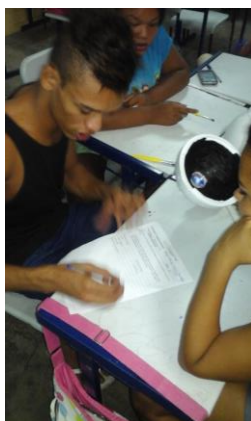


FIGURA 07: PREENCHIMENTO DO QUADRO COMPARATIVO.

TEXTO DE APOIO AO PROFESSOR DE FÍSICA

LEITURA PARA REFORÇO

PRINCIPAIS ELEMENTOS ÓPTICOS DO OLHO HUMANO

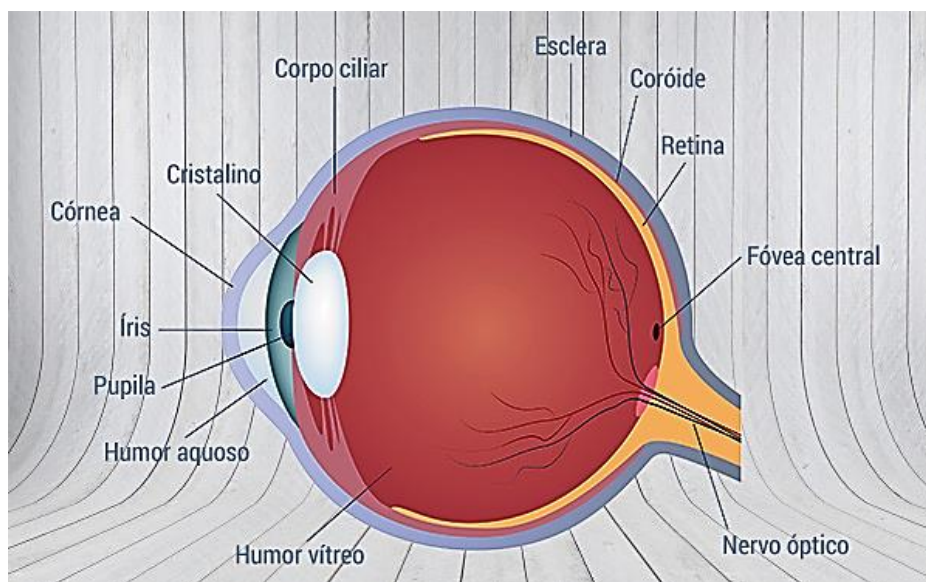


Figura 2: Principais componentes ópticos do olho humano

O globo ocular é aproximadamente esférico. Em sua maior parte, é opaco, correspondente à região em tom azul na Fig. 2, com exceção de uma região frontal, onde está a córnea, que é transparente. Após a córnea, há uma lente interna, antigamente chamada de cristalino. A região interna do globo ocular é preenchida por materiais transparentes: entre a córnea e a lente há um líquido, o humor aquoso; depois da lente, o globo ocular é preenchido pelo humor vítreo. Ambos os humores têm índices de refração 1,34, muito próximos ao da água (que é igual a 1,33).

Na parte interna do olho, logo após a córnea, há uma pequena abertura por onde penetra a luz, a pupila, cujo diâmetro é variável. Diâmetros entre 2 mm e 6 mm, dependendo da iluminação, são bastante típicos.

A abertura da pupila é controlada pelos músculos da íris, uma estrutura circular cuja cor da parte externa pode variar (marrom, azul ou verde são as cores mais comuns).

A focalização da imagem, ou seja, a imagem conjugada formada pelo sistema óptico do olho, deve estar sobre a retina, desenhada em tom claro de cinza na figura, em especial em uma região muito densa de células sensíveis à luz, a fóvea, a qual fica na direção frontal do olho, ao longo de seu eixo principal.

Algumas características do olho humano aparecem na Tabela 2. O globo ocular em um olho normal é quase esférico, com raio da ordem de 1,2 cm. A córnea é a parte transparente, cujo índice de refração é da ordem de 1,38, tem um raio de curvatura de aproximadamente 0,80 cm na sua parte anterior e de cerca de 0,65 cm na parte posterior. Sua espessura é de cerca de 0,06 cm na parte central (o polo, sobre o eixo principal) e um pouco maior na parte lateral.

Tabela 2: Algumas características típicas do olho humano

	Raio de curvatura		Espessura	Índice de refração
Córnea	Anterior 0,80 cm	Posterior 0,65 cm	0,06 cm	1,38
Lente (cristalino)	Anterior 0,80 cm	Posterior 0,60 cm	0,40 cm	1,42
Humor vítreo e humor aquoso	-		-	1,34
Globo ocular	1,2 cm			

A lente interna, também chamada de cristalino, tem raios de curvatura que podem variar, permitindo focar imagens mais próximas ou mais distantes. Embora no desenho da Fig. 2 as superfícies anterior e posterior da lente tenham raios iguais, na realidade o raio de curvatura no centro da superfície anterior é de cerca de 0,8 cm e da posterior da ordem de 0,6 cm. A espessura da lente é de aproximadamente 0,4 cm. A distância entre a superfície anterior da lente e a córnea é de cerca de 0,35 cm. O índice de refração da lente não é uniforme, variando do centro para a borda. Entretanto, o aproximaremos por 1,42.

As dimensões geométricas variam de pessoa para pessoa. Por exemplo, olhos míopes são mais longos e hipermetropes mais curtos ao longo da direção do eixo principal. Há, também, variações da distância entre a lente e a córnea; os raios da córnea também podem variar de pessoa para pessoa. Os valores adotados aqui servem apenas para fornecer aproximações adequadas para os propósitos deste texto.

DISSECAÇÃO DO OLHO BOVINO

ESTRUTURAS DO APARELHO OCULAR

Com a dissecação do olho de um bovino, é possível visualizarmos algumas das estruturas existentes no aparelho ocular humano, Fig. 2.



Figura 3: Corte sobre a esclera. Tecido escuro "vascularizado" – coroide

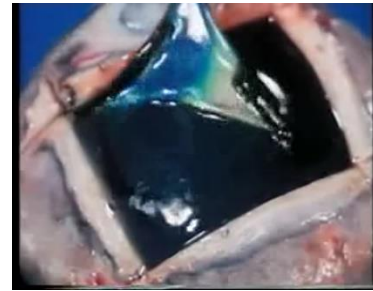


Figura 4: Retina – membrana "pigmentada"



Figura 5: Humor Vítreo, interior aparelho ocular



Figura 6: Lente - Cristalino

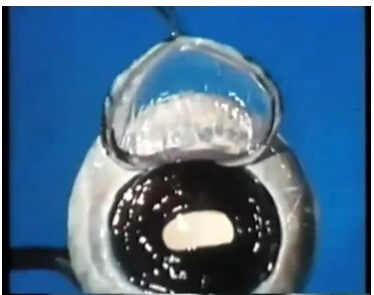


Figura 7: Membrana transparente - Córnea. Região pigmentada - Iris. Abertura frontal - pupila.

ANÁLISE PROGRESSIVA, DA QUALIDADE DAS IMAGENS, A PARTIR DOS EFEITOS CAUSADOS COM A ADIÇÃO DE NOVOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS AO SISTEMA ÓPTICO

A análise da contribuição de cada um dos elementos: globo ocular, córnea, cristalino, humor vítreo e, aquoso, na qualidade e, nitidez das imagens conjugadas, vai ser inspirada nos trabalhos de HELENE, O.; HELENE, A.F. (2011), HELENE, O. (2010) e MARQUES, G. C.; NOBUKO, U. (2007).

I - Uma simples esfera

a) Uma aproximação útil

Antes de começar a estudar a óptica do olho humano, se faz necessário uma aproximação que será bastante útil. Em geral, estamos interessados na formação de imagens de objetos que estão a cerca de 30 cm ou mais do nosso olho. Como o diâmetro de uma pupila não excede alguns poucos milímetros, a abertura angular máxima entre raios luminosos, provenientes de uma fonte luminosa puntiforme, que incidem sobre ela será muito pequena, não mais do que uma fração de grau. Portanto, como é feito em muitos estudos da óptica de lentes, a primeira aproximação será considerar os raios de luz incidentes no olho e provenientes de um ponto luminoso como sendo paralelos. (A figura 8 ilustra essa aproximação.) Isso corresponde a um ponto luminoso no infinito.

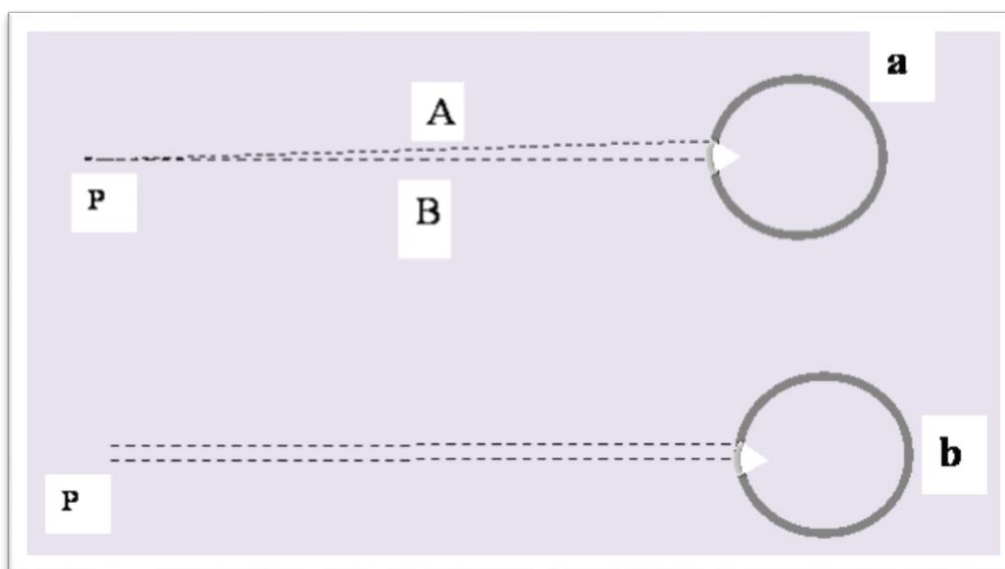


Figura 8: Dois raios de luz emitidos por um ponto luminoso e que incidem na pupila serão considerados paralelos.

b) Um olho oco

Como um primeiro modelo, vamos considerar o olho humano como uma simples esfera oca, quase totalmente opaca, com exceção de uma pequena região, a pupila, por onde entra a luz. (A parte oposta à pupila, até um pouco além do equador do olho, é revestida por uma camada com células sensíveis à luz, os cones e bastonetes.) Com esse

modelo, é fácil perceber que um ponto luminoso bem distante do olho iluminaria uma região circular da retina (a superfície interna do olho populada por células sensíveis à luz) de raio igual ao da pupila. Para fins de comparações posteriores, vamos supor que o raio da pupila seja de 2 mm; esse seria, então, o raio do borrão formado pelo ponto luminoso. Com um olho assim tão simples, apenas poderíamos perceber de onde vem a luz.

É interessante vermos qual seria a resolução angular de um olho oco. Para isso, vamos fazer referência à Fig. 9. Considere dois pontos luminosos, P₁ e P₂. Cada um desses pontos daria origem a um borrão na retina com um raio de 2 mm. Assim, para que fossem percebidos como duas fontes distintas de luz, os centros de suas imagens na retina precisariam estar pelo menos a cerca de 4 mm um do outro. Considerando o diâmetro do olho como sendo aproximadamente 2,4 cm, o ângulo θ indicado na figura deve ser tal que

$$\theta \geq \frac{4mm}{2,4cm} \cong 0,17 \cong 10^\circ \quad (1)$$

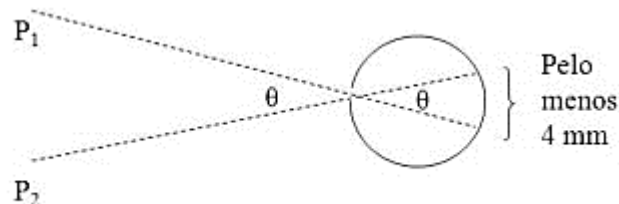


Figura 9: Para que dois raios luminosos seja, distinguíveis, a distância entre suas projeções da retina deve ser de 4 mm ou mais. Assim, a abertura angular, θ , deve ser da ordem de 10° ou mais.

para que as imagens dos dois pontos não se superponham. Ou seja, com um olho simplesmente oco e uma pupila de raio 2 mm, não conseguiríamos perceber que uma pessoa com a qual conversamos tem dois olhos.

Ao olharmos um fogão doméstico, não saberíamos quais nem quantos bicos de gás estariam acesos, não teríamos acuidade visual suficiente para encontrar um copo ou um prato sobre uma mesa e só conseguiríamos distinguir os dois faróis de um carro a menos do que 5 m de distância.

O passo seguinte é preencher esse olho, inicialmente oco, com um material de índice de refração igual a 1,34, o índice de refração dos humores vítreo e aquoso que preenchem nosso olho. Como veremos, isso melhorará a qualidade da visão, mas ainda será insuficiente para o nosso dia-a-dia.

c) O olho sem córnea e sem lente

A Fig. 5 ilustra o que ocorre com dois raios luminosos paralelos, A e B, que incidem na pupila de um olho esférico. (Lembre-se que esses dois raios são provenientes de um único ponto luminoso bem distante.) Um dos raios incide no centro da pupila e o outro em sua borda. Os ângulos α e β da Fig. 5 são suficientemente pequenos para que possamos aproximar seus senos e cossenos pelos próprios valores dos ângulos

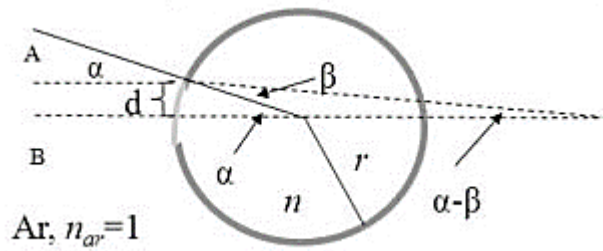


Figura 10: Formação de imagem no caso de uma esfera preenchida por um material de índice de refração n .

(Desde que estes sejam expressos em radianos); considerando as dimensões típicas envolvidas, podemos verificar que o erro dessa aproximação é desprezível em comparação com as precisões dos cálculos que faremos. Podemos também aproximar o comprimento do arco definido pelas interseções de A e B com o círculo que define o contorno do olho pela distância d indicada na Fig. 10.

O passo seguinte é descobrir onde os raios A e B se encontrariam. Para isso, vamos usar a lei de Snell

$$\text{sen}\alpha = n \cdot \text{sen}\beta. \quad (2)$$

Usando a aproximação dos senos pelos próprios ângulos, temos

$$\alpha \cong n \cdot \beta. \quad (3)$$

Usando argumentos geométricos, é fácil deduzir a relação entre os ângulos na Fig. 5. Considerando as aproximações dos senos e das tangentes por seus argumentos e observando a Fig. 5, vemos que a distância d é dada por

$$d \cong r \cdot \alpha, \quad (4)$$

Onde r é o raio do olho. A distância d também é dada por

$$d \cong F(\alpha - \beta), \quad (5)$$

Onde F é a distância entre a superfície anterior desse olho esférico simples e o ponto em que os prolongamentos dos dois raios se encontrariam.

Combinando as Eqs. (3), (4) e (5), obtemos

$$F \cong \frac{n}{n-1} r. \quad (6)$$

(Note que r é o raio de curvatura da superfície na qual a luz incide, no caso, o raio do olho.)

Para que a imagem de um ponto na retina fosse nítida, F deveria ser igual a $2-r$, ou seja, os dois raios provenientes de um único ponto luminoso bem distante deveriam se encontrar exatamente na superfície da retina. Mas isso só ocorreria se o índice de refração

do globo ocular fosse igual a 2. Entretanto, substâncias transparentes produzidas por seres vivos não têm índices de refração assim tão elevados, sendo, usualmente, bastante próximos do índice de refração da água ($n = 1,33$). No caso dos humores vítreo e aquoso, o valor médio do índice de refração é da ordem de 1,34. Assim, temos

$$F \cong 3,9r \approx 4,7 \text{ cm}, \quad (7)$$

Onde foi usado $r = 1,2 \text{ cm}$, uma boa aproximação para o olho humano. Ou seja, os raios A e B se encontrariam muito além da retina. Portanto, um ponto luminoso distante não daria origem a um único ponto iluminado na retina, mas, sim, a uma mancha luminosa, um borrão.

Pela geometria indicada na Fig. 10 vemos que o raio do borrão, r_b , é dado por

$$(F - 2r)(\alpha - \beta) \cong r_b. \quad (8)$$

Combinando esse resultado com as Eqs. (5) e (6) e lembrando que $d = r_p$, onde r_p é o raio da pupila, obtemos

$$r_b = \frac{2 - n}{n} r_p. \quad (9)$$

Se, o índice de refração dos humores, fossem iguais a 2, o borrão teria um raio nulo, o que significaria que a imagem de um ponto no infinito seria um ponto na retina. Entretanto, como $n = 1,34$, uma pupila com raio 2 mm daria origem a um borrão com raio de aproximadamente 1 mm de raio. Essa imagem é melhor do que aquela formada apenas por um olho oco; entretanto, é ainda um borrão.

Um aspecto interessante da Eq. (9) é que quanto menor o raio da pupila, menor o tamanho do borrão. Esse fato ilustra como o efeito câmara escura contribui, paralelamente ao sistema de lentes do olho, para a qualidade da imagem formada. Embora a Eq. (9) corresponde apenas a um olho sem córnea e sem lente, é fácil mostrar que a regra é geral: se a correção óptica for feita pela córnea e a lente não é perfeita, quanto menor a pupila melhor a definição da imagem.

II – A Córnea

Para poder analisar a contribuição da córnea, parte-se do estudo analítico do processo de formação das imagens numa lente, onde um objeto puntiforme é posicionado diante de um dioptra² esférico.

Os dois meios transparentes serão assumidos possuindo índices de refração n_1 e n_2 e separados por uma superfície esférica de raio R . O objeto está no ponto O e a imagem se formará no ponto I o qual se encontra no eixo passando pelo centro de curvatura C e o objeto O . As coordenadas da imagem I e do objeto são p e p' .

² Dioptra : sistema óptico constituído por dois meios transparentes homogêneos, separados por uma superfície bem definida. Se a superfície de separação é plana, chamasse-lhe dioptra plano; se é esférica, constitui um dioptra esférico que (visto do lado da luz incidente) pode ser côncavo ou convexo é.

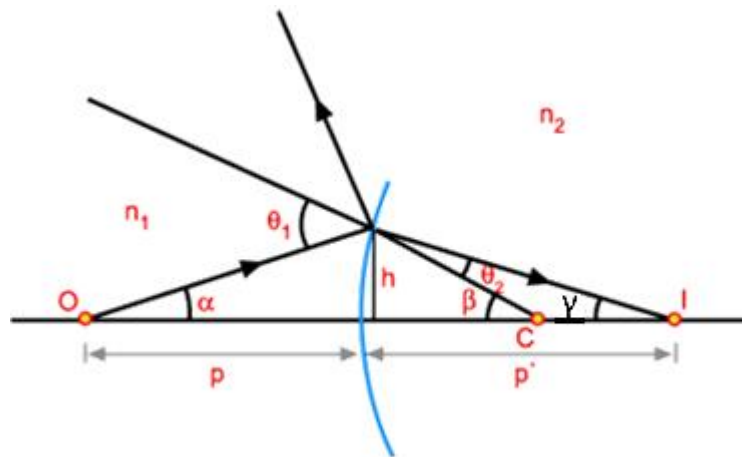
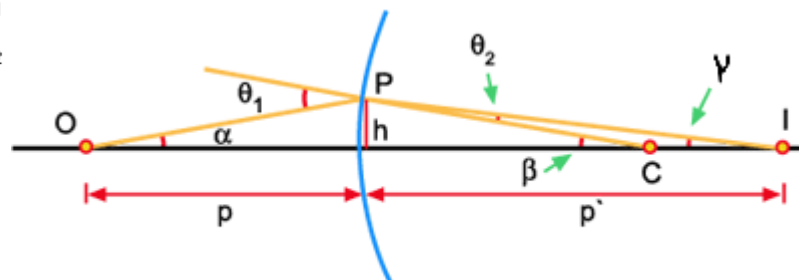


Figura 11: Dioptro esférico

Consideremos primeiramente um raio incidente proveniente de O formando um ângulo α com a horizontal e θ_1 com a normal à superfície. Este raio é refratado formando um ângulo θ_2 com a normal e um ângulo γ com a horizontal. O conjunto de raios refratados formará a imagem em I do objeto.

Admitiremos que todos os ângulos são pequenos e que, portanto, as seguintes aproximações são válidas:

$$\begin{aligned} \text{sen } \theta_1 &\cong \theta_1 \\ \text{sen } \theta_2 &\cong \theta_2 \\ \alpha &\cong \frac{h}{p} \\ \beta &\cong \frac{h}{R} \\ \gamma &\cong \frac{h}{p'} \end{aligned}$$



De acordo com a Lei de Snell, temos:

$$n_1 \cdot \text{sen} \theta_1 = n_2 \cdot \text{sen} \theta_2$$

Admitindo que os ângulos são pequenos e, aplicando a lei de Snell, teremos:

$$n_1 \cdot \theta_1 = n_2 \cdot \theta_2$$

Sendo o ângulo exterior, igual à soma dos ângulos interiores não adjacentes. Aplicando esse resultado para os triângulos OPC e IPC, temos as seguintes relações:

$$\theta_1 = \alpha + \beta$$

$$\theta_2 = \beta - \gamma$$

Usando a lei de Snell para ângulos pequenos e substituindo θ_1 e θ_2 por esses valores temos:

$$n_1 \alpha + n_2 \gamma = (n_2 - n_1) \beta$$

Utilizando a seguir as aproximações mostradas acima para α , β e γ teremos

$$\frac{n_1}{p} + \frac{n_2}{p'} = \frac{n_2 - n_1}{R} \quad (10)$$

Figura 12: Equação básica de um dioptra esférico

Através das características descritas sobre a córnea, é possível ver que suas bordas são mais espessas nas bordas do que no centro. Com os meios nos quais ela está imersa, ar de um lado e humor aquoso do outro, têm índices de refração menores do que o dela, seu papel é de uma lente divergente. Essa característica divergente da córnea contribuiria para piorar a qualidade da imagem formada, pois faria com que o foco se afastasse ainda mais da retina. Entretanto, observe que a Eq. (6), que relaciona a posição em que a imagem está focada com o raio de curvatura da superfície na qual a luz incide, indica que quanto menor este último, menor o valor de F. Assim, o papel fundamental da córnea é dar à superfície do olho pela qual a luz penetra um raio de curvatura menor do que aquele que adotamos quando aproximamos o olho por uma simples esfera. A capacidade de convergência da córnea, por causa de seu raio de curvatura menor do que o raio do globo ocular, compensa o efeito de lente divergente que ela também tem.

Para determinar a trajetória de um raio luminoso considerando a córnea, vamos usar a equação básica do dioptra esférico Fig.12, aplicada na representação Fig. 13, com as restrições sobre os ângulos α e β respeitadas, ou seja, que sejam pequenos.

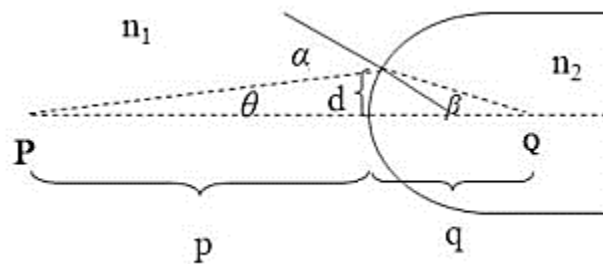


Figura 13: Esquema de raios de luz incidindo em um dioptra esférico

A Eq. (10) tem validade bastante geral desde que definamos adequadamente os sinais das grandezas envolvidas. Considerando incidência da luz da esquerda para a direita na Fig. 13: se o ponto P estiver à direita da superfície, então a distância p será negativa; se a superfície de separação entre os dois meios, considerando a direção de incidência da luz, for côncava, o raio R será negativo; se $q < 0$, então a imagem estará à esquerda da superfície que separa os dois meios.

Vamos aplicar essa última equação considerando o ponto P infinitamente distante da superfície do olho. Acharemos, inicialmente, o ponto imagem para o qual a luz de um ponto

objeto muito distante convergiria considerando apenas a primeira superfície da córnea (a superfície anterior); esse é o ponto imagem. A seguir, usa-se a posição desse ponto imagem como sendo o objeto para a segunda superfície da córnea e a partir dele localizou-se o ponto imagem formado por essa superfície. A equação que obtemos para a distância entre a imagem formada por ambas as superfícies da córnea até sua superfície posterior, q , é

$$\frac{n_h}{q} = \frac{n_h - n_c}{R_p} - \frac{n_c}{e - \frac{n_c}{n_c - 1} R_a} \quad (11)$$

Onde n_h e n_c são, respectivamente, os índices de refração dos humores (1,34) e da córnea (1,38) e $e = 0,06$ cm é a espessura da córnea em seu polo e, R_p e R_a são os raios posterior e inferior respectivamente da córnea. Substituindo os valores numéricos na equação 11, se obtém, $q = 3,16$ cm. Ou seja, a imagem de um ponto estaria focada a essa distância da superfície posterior da córnea. Como a superfície posterior da córnea coincide, muito aproximadamente, à superfície do globo ocular (raio de curvatura 1,2 cm), conclui-se que o ponto no qual a imagem estará focada ainda está além da retina, entretanto, mais perto dela do que estaria sem a córnea (veja Eq. (7)) e, portanto, dando origem a um borrão menor.

Como exemplo, o tamanho de um borrão formado por um ponto luminoso infinitamente distante do olho: ele teria, no caso de uma pupila de 2mm, um raio de aproximadamente 0,5mm. Sem a córnea o raio do borrão seria da ordem de 1mm.

Para efeito de comparação, a tabela abaixo compara o tamanho do borrão, para cada um dos três casos verificados nessa seção: apenas um orifício de raio 2 mm; um olho preenchido com um material de índice de refração igual a 1,34; e o mesmo olho com uma córnea.

Tabela 3: Raios aproximados do "borrão" formado na retina por um ponto luminoso infinitamente distante considerando uma pupila com raio 2mm.

	Olho oco (do tipo câmara escura)	Olho esférico preenchido pelos humores	Olho com córnea	Olho com córnea e lente
Raio do "borrão"	2 mm	1 mm	0,5 mm	É um ponto

As Figuras abaixo ilustram, de forma qualitativa, como seriam vistos os faróis de um veículo a cerca de 100m de distância em vários casos.

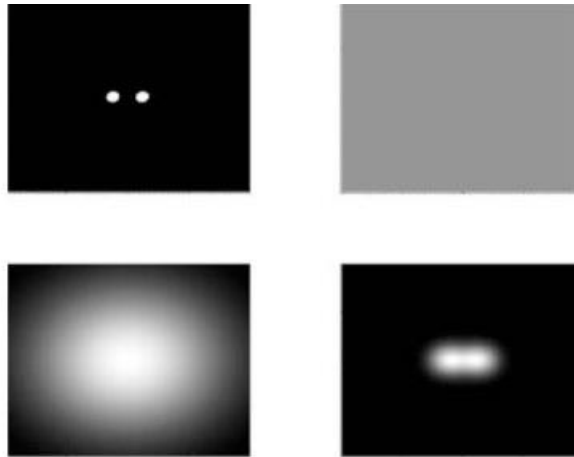


Figura 14: Da esquerda para a direita e de cima para baixo: Visão perfeita; se o globo ocular fosse oco; globo ocular preenchido por material de índice de refração 1,34; olho com córnea, mas sem lente.

A visão normal acima, possui a capacidade de conjugar uma imagem de um ponto objeto, sobre a retina, na forma de um ponto, para tal, necessita de uma lente adicional, o cristalino.

ESTUDO DO CRISTALINO

Como descrito anteriormente, o cristalino é uma das lentes, que compõem o sistema ocular humano, tendo papel dos feixes de luz que serão Podemos determinar sua vergência (C), a partir dos raios R_1 e R_2 e, do seu índice de refração observado, em uma lente



importante, na convergência projetados sobre a retina. distância focal (f) e sua de curvatura de suas faces (R_1 e R_2) e do meio que o envolve. Seu dos raios luminosos, é típico ao biconvexa (fig.8).

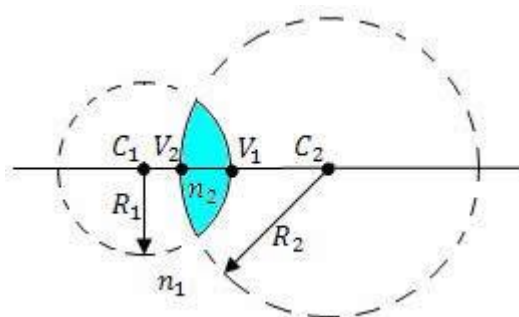


Figura 15: Lente Biconvexa e, seus raios de curvatura R_1 e R_2

A curvatura do cristalino, nos expressa, sua capacidade de refração dos feixes luminosos que o penetram, ou seja, sua capacidade de desvia-los em direção ao seu foco. Considerando, $n_1 < n_2$, concluímos que, quanto menor o raio de curvatura das faces que o compõem, maior será sua vergência (grau), implicando numa menor distância focal, que será inversamente proporcional à curvatura da lente (espessura).

É possível acompanhar, as relações acima citadas e, que tratam, dos raios de curvatura, da vergência e, distancia focal, a partir da equação abaixo, denominada: Equação dos fabricantes de lentes.

$$\frac{1}{f} = C = \left[\frac{n_2}{n_1} - 1 \right] \cdot \left[\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right]$$

f ▶ distância focal da lente de vergência $C = \frac{1}{f}$ com f em metros (m)
 n_2 ▶ índice de refração da lente
 n_1 ▶ índice de refração do meio que envolve a lente (normalmente o ar de $n=1$)
 R_1 e R_2 ▶ raios de curvatura de cada uma das faces da lente

Figura 16: Equação dos fabricantes de lentes

Para a dedução da equação (fig. 16), parte-se de uma imagem conjugada por um sistema óptico, a partir de um dioptro esférico, com a aplicação da Eq. (10).

A parte central da retina é uma região especial: ela é densamente populada por células sensíveis à luz e capazes de distinguir cores, os cones (essa região da retina é caracterizada por um abaulamento, uma espécie de buraco e, por causa disso, chamada de fóvea). Embora essa parte da nossa retina corresponda a bem menos do que a centésima parte de sua superfície, cerca de metade das fibras do nervo óptico estão ligados às células dessa região.

A fóvea se diferencia do restante da retina por três razões: ela é populada apenas por cones (não possui bastonetes), o que confere uma alta capacidade para identificação de cores. Além disso, nesta região, cada célula ganglionar, formadora do nervo óptico, se liga a uma única célula fotossensível (no caso, um cone), o que confere uma alta resolução para a imagem que será enviada ao córtex visual. E, por fim, há um deslocamento lateral das células não fotossensíveis da retina, não havendo formação de sombras sobre os cones, aumentando sua sensibilidade e conferindo o formato abaulado da retina nessa região.

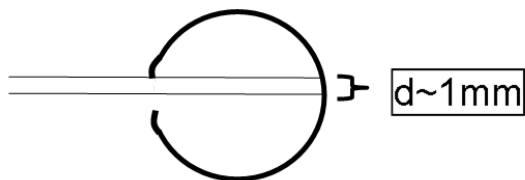
Um interessante exemplo da importância da projeção da imagem sobre a fóvea ocorre quando aproximamos o dedo centralmente de nosso rosto. Neste caso, vemos que para a acomodação visual ocorrer ambos os olhos convergem para o centro, para seguir o dedo, e a isso nos referimos como sendo, erroneamente, uma focalização da imagem. Na verdade, o que está ocorrendo é a manutenção da imagem do dedo sobre a fóvea em ambos os olhos, ou seja, estamos "foveando" o objeto e não focalizando. De outra forma, a imagem formada não teria acurácia, por não ser projetada na fóvea.

O diâmetro da fóvea é da ordem de 1 mm e é nela que são projetadas as imagens que somos capazes de distinguir com precisão, como as letras deste texto ou os detalhes da fisionomia de uma pessoa. Por exemplo, a imagem superior esquerda da Fig. 14 mostra a

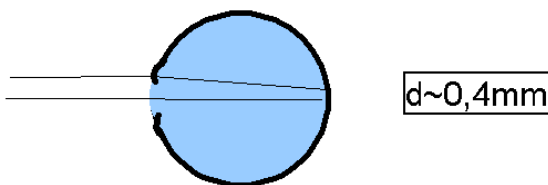
imagem projetada na retina de dois faróis de um veículo a cerca de cem metros de distância; a distância entre as imagens dos dois faróis é da ordem de meio milímetro e, portanto, se é para eles que estamos olhando, essa imagem é formada inteiramente na fóvea. Sem a lente, dispendo apenas do globo ocular, preenchido por um líquido, e da córnea, as imagens dos dois faróis estariam superpostas e, além disso, parte delas poderia estar fora da fóvea. Por essas duas razões não conseguiríamos distinguir claramente os dois faróis. Uma das funções da lente é colocar ordem nas coisas e deixar a imagem no foco. A outra função da lente é adaptar a distância focal para objetos a distâncias diferentes.

RESUMO DA CONTRIBUIÇÃO DE CADA COMPONENTE (PUPILA, GLOBO OCULAR, CÓRNEA E CRISTALINO) PARA A QUALIDADE DA IMAGEM

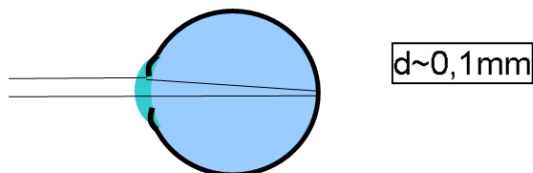
1) Se nosso olho fosse apenas um “buraco”, a imagem de um ponto na retina seria do tamanho da pupila.



2) O GLOBO OCULAR REDUZ A IMAGEM PARA: $r_{\text{PUPILA}} = \frac{(2-n)}{n}$



3) A CÓRNEA MELHORA AINDA MAIS A IMAGEM: AGORA UM “BORRÃO” DE APENAS 0,1MM.



4) FINALMENTE, O CRISTALINO TRANSFORMA-A EM UM PONTO.

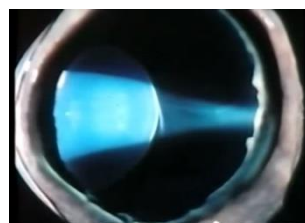
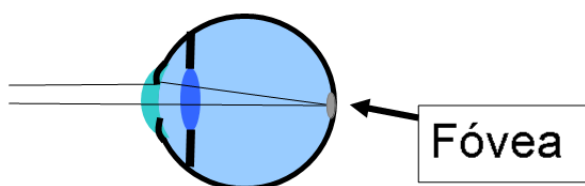


Figura 17: Corte lateral olho de boi

PARA O PROFESSOR

SUGESTÃO PARA UMA PRÁTICA, QUE PODE SER ADAPTADA, QUE SIMULE O FUNCIONAMENTO DO CRISTALINO

Uma característica presente no cristalino, é a de possuir grande elasticidade, pode-se utilizar uma lente artificial (fig:18) para simular o seu mecanismo de acomodação (capacidade de variar sua distância focal), variando assim, sua curvatura.

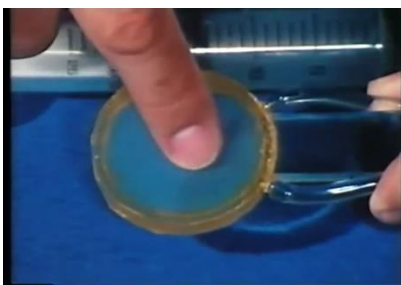


Figura 18: Lente a base de silicone

1. OBJETIVO DA ATIVIDADE

A importância dessa prática, será fazer com que o aluno se atente para a existência da distância focal do cristalino e, que a nitidez das imagens está condicionada à posição relativa desse elemento geométrico em relação à retina do aparelho ocular humano.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO E PRÁTICA

Apresentaremos o sistema de acomodação visual do olho humano e, os conceitos de: raio de curvatura, curvatura da lente e distância focal.

PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL – A partir de uma demonstração investigativa, explorar o funcionamento dos músculos ciliares e, discutir o sistema de acomodação visual.

ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO – É apresentado aos estudantes um modelo experimental de lente artificial, com a qual permitirá uma discussão sobre elementos importantes para o ajuste e, nitidez das imagens projetadas sobre a retina.

APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO – QUESTÕES: Através de questões discursivas, explorar os conceitos trabalhados.

3. SEQUÊNCIA DE IMAGENS QUE ILUSTRAM O MECANISMO DE VARIAÇÃO DA CURVATURA DALENTE ARTIFICIAL.

Para alterar a vergência da lente artificial, variamos a quantidade de líquido em seu interior, para esse procedimento, pode ser utilizado uma seringa (fig:19), tornando fácil o controle do fluxo de entrada e saída do fluido em seu interior, importante para a variação da distância focal.



Figura 19: Mecanismo de regulagem da vergência da lente artificial

3.1 OPÇÃO PARA MONTAGEM DO EXPERIMENTO

A montagem do experimento³, pode ser inspirada nas figuras abaixo.

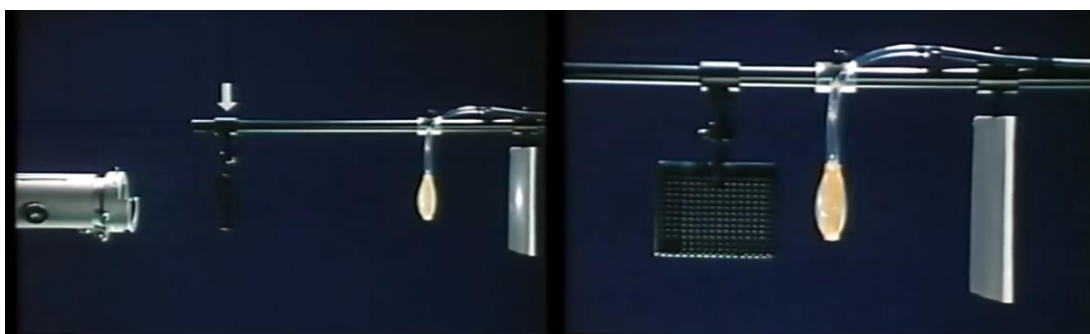


Figura 20: Fonte luz monocromática, anteparo, lente artificial e grade com furos.

4. PERSPECTIVAS PARA O TRABALHO EXPERIMENTAL

4.1 VARIAÇÃO DA DISTÂNCIA DO OBJETO À LENTE ARTIFICIAL

Num primeiro momento, pode-se trabalhar na construção do conceito de distância focal, variando a posição da grade em relação à lente mantendo-se fixa a sua curvatura, como ilustra a Fig. (21).

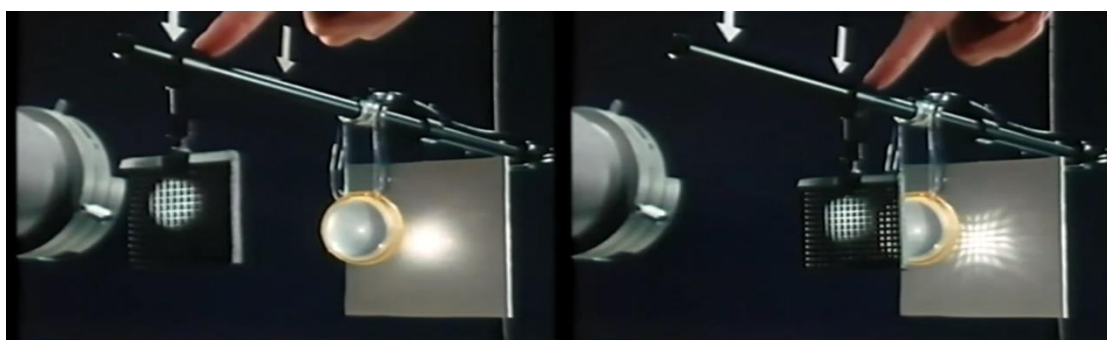


Figura 21: Determinando o tipo de feixe luminoso que chega à lente: paralelo (afastado), espalhados (perto).

O procedimento permite, que o feixe de luz proveniente da fonte luminosa, ao difratar dos furos da grade (sendo a espessura dos furos da grade muito maior que o comprimento de onda da luz), produza raios de luz, que cheguem à lente de forma paralela e, ou espalhados, sendo possível assim, esse ajuste para que se encontre a distância focal.

4.2 VARIAÇÃO DA CURVATURA DA LENTE ARTIFICIAL

³ Fonte: < <https://www.youtube.com/watch?v=kbqYQe-G4YQ>>. Acesso em: 14 de abril de 2017.

Outro viés, para que se possa introduzir o conceito de distância focal, surge do procedimento, onde, se mantém fixa a posição da grade em relação à lente, variando agora sua curvatura através do mecanismo adaptado a partir da seringa inoculando o fluido em seu interior. Nessa abordagem, pode-se discutir, além da distância focal, a função fisiológica dos músculos ciliares que contribuem para o mecanismo de acomodação visual, aspecto importante para uma melhor nitidez das imagens focadas.



Figura 22: Na sequência, a imagem dos raios de luz, sendo focadas com o aumento da curvatura da lente artificial.

MATERIAL INSTRUCIONAL PARA O ALUNO

TURMA	GRUPO	INTEGRANTES

FUNIONAMENTO DOS MUSCULOS CILIARES, SISTEMA DE ACOMODAÇÃO VISUAL, RAIOS DE CURVATURA E CURVATURA DO CRISTALINO

1. INTRODUÇÃO

O músculo ciliar é de extrema importância na visão das pessoas, ele é responsável por controlar o sistema de acomodação visual, em virtude desse trabalho podemos enxergar objetos em diferentes distancias com boa nitidez. Para realizar tal tarefa, ele consegue alterar a curvatura do cristalino, adaptando-o a necessidade de conjugar as imagens na retina após a refração de raios de luz que chegam a ele, com mais ou menos abertura.

Exercício 01: Com base nas imagens abaixo, situações 01 e 02, discuta em grupo o funcionamento do cristalino, assim como, as alterações acarretadas na curvatura e na distância focal em cada um dos três casos ilustrados. Discorram no espaço delimitado, sobre as possíveis alterações nos elementos geométricos, construindo também, para cada caso o comportamento de cada feixe luminoso após ser refratados no cristalino.

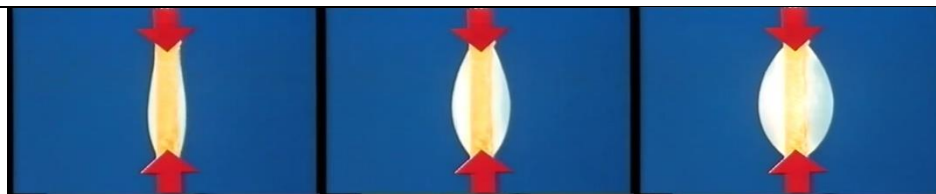


Figura 23: Situação 01

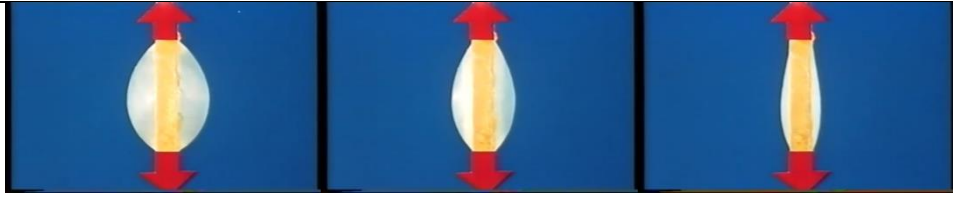


Figura 24: Situação 02

TÓPICO 02

ESTUDO COM O PROTÓTIPO DO OLHO

INVERSÃO E, NITIDEZ DAS IMAGENS NO APARELHO OCULAR HUMANO

ATIVIDADES

INVESTIGAÇÃO E CONSTRUÇÃO DO PLANO DE INVESTIGAÇÃO

1. OBJETIVO DA ATIVIDADE

Investigar, os fatores que estão relacionados, com a inversão e a nitidez das imagens, que estão sendo formadas sob o anteparo do protótipo do aparelho ocular humano.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO E PRÁTICA

Nesta seção, a partir do ensino por investigação, os grupos desenvolverão um trabalho de pesquisa com características científicas, modelado a partir do laboratório aberto, na resolução de problemas presentes no cotidiano do dia a dia.

NOTA: A montagem do plano de investigação possui papel importante na investigação, pois expõem as ações do grupo ao longo desse processo, assim como, proporcionar ao professor, um mecanismo de avaliação dos conteúdos conceitual, atitudinal e procedimental.

Problematização Inicial – Visualização de objetos com o protótipo do aparelho ocular humano: Posição da imagem no anteparo

PROBLEMA 1 – A imagem formada no fundo do protótipo está direita ou invertida? Discutam a questão acima e, através da exploração do experimento, formulem hipóteses que o grupo considera possíveis soluções para o problema. O mecanismo acima de formação da imagem faz referência, a algum equipamento do nosso cotidiano?

Problematização Inicial – Visualização de objetos com o protótipo do aparelho ocular humano: Nitidez das imagens

PROBLEMA 2 – Como as imagens estão se formando no fundo do protótipo? Elas estão nítidas?

Sigam o procedimento da situação 1 e, após discutirem e analisarem o experimento, formulem hipóteses que possam explicar esse fato.

De acordo com as hipóteses formuladas, discuta o funcionamento da lente no interior do protótipo.

MATERIAL INSTRUCIONAL PARA OS ALUNOS

ROTEIRO DO PLANO DE INVESTIGAÇÃO

TURMA	GRUPO	INTEGRANTES

Analistem calmamente o problema. / Registre todas as hipóteses levantadas pelo grupo em uma folha separada anexa. / Releiam seus textos antes de entregá-los ao professor. / Deixe todos os argumentos no plano do grupo.

Sigam o roteiro abaixo respeitando todas as situações. Tentem formular suas próprias hipóteses para explicar o problema levantado.

A cada situação, descreva no plano de investigação quais estratégias o grupo tomou para testar suas hipóteses utilizando o aparato experimental. Importante, lembrar:

- (i) De cada passo realizado, cada arranjo organizado com o protótipo;
- (ii) De discutir e registrar se as hipóteses iniciais do grupo foram confirmadas durante a exploração do experimento. Se as hipóteses iniciais não foram confirmadas, explicar qual foi a atitude do grupo diante dessa situação de conflito.

➤ **Importante que contenha no plano de investigação:**

- a) O objetivo;
- b) O material necessário;
- c) Como será montada a investigação;
- d) Os dados que serão coletados;
- e) Como os dados serão coletados;
- f) O que será feito com esses dados.

TÓPICO 03

AMETROPIAS

ATIVIDADE

INVESTIGAÇÃO E CONSTRUÇÃO DO PLANO DE INVESTIGAÇÃO

1. OBJETIVO DA ATIVIDADE

Investigar, os fatores físicos que estão relacionados, com perda de nitidez das imagens, que estão sendo formadas sob o anteparo do protótipo do aparelho ocular humano.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO E PRÁTICA

Nesta seção, a partir do ensino por investigação, os grupos desenvolverão um trabalho de pesquisa com características científicas, modelado a partir do laboratório aberto, na resolução de problemas presentes no cotidiano do dia a dia.

Problematização Inicial – Comparação entre os protótipos: Implicações quanto à nitidez das imagens.

Nesta seção, a partir do ensino por investigação, os grupos testarão os diferentes protótipos criados, os comparado entre si, na busca por respostas que possam indicar ou não a dependência da nitidez das imagens com suas dimensões.

PROBLEMA – Sabemos que muitas pessoas apresentam problemas de visão devido a vários fatores. Comparando o protótipo do grupo com o de seus colegas, vocês diriam que são todos idênticos? Caso negativo, no que eles diferem?

Baseado na questão acima existe, aspectos de formato do olho humano que podem interferir na formação da imagem? Caso positivo, de que forma o grupo acha que eles interferem?

NOTA: Nessa atividade, o professor pode combinar com os grupos formados, que tragam lentes iguais, e confeccionem os protótipos a partir de esferas de isopor com tamanhos variados, mantendo-se fixa a abertura frontal para todos eles.

TEXTO DE APOIO AO PROFESSOR DE FÍSICA

AMETROPIAS E LENTES COMPENSADORAS

O FUNCIONAMENTO DO OLHO

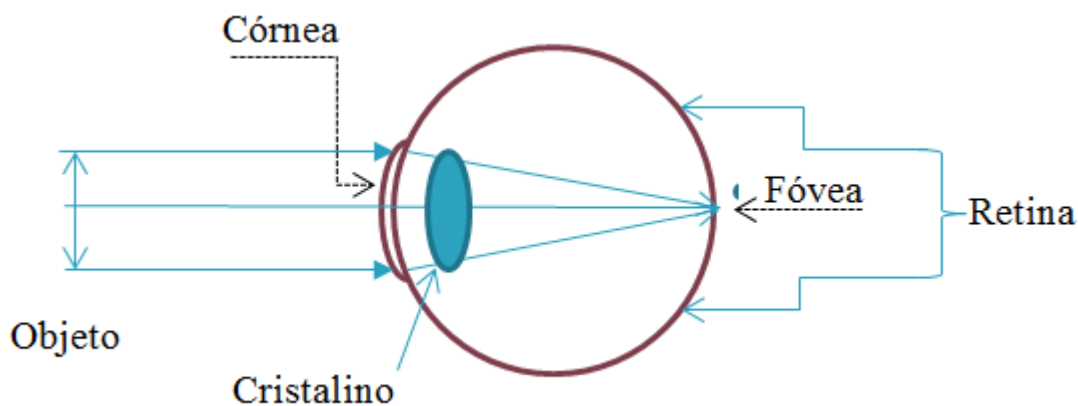
Quando o olho não apresenta nenhuma deficiência visual, a imagem dos objetos, próximos ou distantes, forma-se sobre a retina, mais precisamente na fóvea central, onde a qualidade da visão chega a 90%. O cristalino tem suas curvas e poderes dióptricos modificados em função das distâncias de longe e perto, a fim de reproduzir uma imagem nítida: é o chamado “poder de acomodação”. A acomodação funciona quando o olho se posiciona para ver de perto, fazendo com que o poder dióptrico do cristalino se torne mais convergente, ou seja, com seu poder dióptrico mais positivo (forte) ou se torne dioptricamente variável para desde uma distância de uma dezena de centímetros até ao infinito. Quando a imagem não se forma sobre a retina, a visão é desfocada, então se caracteriza uma ametropia.

EMETROPIA

Emetropia é a normalidade da visão.

OLHO EMÉTROPE (NORMAL)

Quando o encontro focal de objetos visualizados em diversas distâncias, ocorre na fóvea (retina) o olho é emétrope (com visão normal). Desenho abaixo.



OLHO MÍOPE

Quando o encontro focal ocorre antes da fóvea está caracterizada uma miopia.

A MIOPIA é uma deficiência visual que impede a visão nítida em distâncias maiores, muito embora em alguns casos, a visão de perto seja próxima da normal.

Ela é corrigida com lentes negativas designada pelo sinal menos. Estas lentes divergem os raios, antes de penetrarem no olho, fazendo com que as cerca de +58,00 dioptrias do olho desviem os raios refratados, convergindo-os e fazendo com que o encontro focal passe a ocorrer exatamente na fóvea. Este é o princípio da correção dos míopes. A miopia pode ser de dois tipos: De ‘campo’,

quando é causada por olho mais alongado e de 'curva' quando é causada pela excessiva curvatura da córnea.

CAUSAS

Olho maior no sentido ântero-posterior, curva muito acentuada da córnea ou a somatória destes casos. A miopia pode ser proveniente de fator hereditário ou adquirida, neste último caso, por uso excessivo, na adolescência, em leituras e trabalhos que exijam proximidade excessiva dos objetos aos olhos.

SINTOMAS

Falta de visão nítida em distâncias maiores, por exemplo: proximidade exagerada dos livros ao olho ou proximidade exagerada de visão em TV. O míope franze os olhos para ver com nitidez ao longe. Cruza-se com os seus amigos na rua sem os reconhecer. O seu filho, ainda criança, escreve com o nariz colado ao caderno. Estes podem ser indícios de miopia.

COMPENSAÇÃO

É feita com lentes negativas (divergentes) ou lentes de contato. Estas lentes tem o centro mais fino que as bordas. Objetos vistos através destas lentes, deslocam-se no mesmo sentido do seu movimento e sua curva côncava é mais acentuada que a convexa.

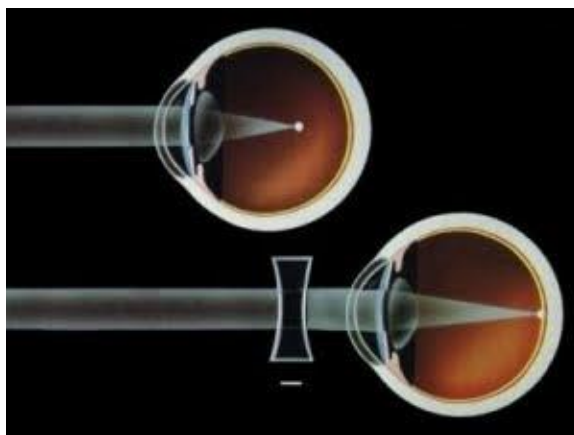


Figura 25: Encontro focal antes da fóvea e, correção com uma lente divergente (negativa)

HIPERMETROPIA

OLHO HIPERMETROPE

Quando o encontro focal dos raios paralelos que penetram no olho ocorre atrás da retina (fóvea), está caracterizada a hipermetropia.

Hipermetropia é um vício de refração em que os raios luminosos que entram no olho, paralelamente ao eixo óptico, são levados a um foco além da retina (fóvea).

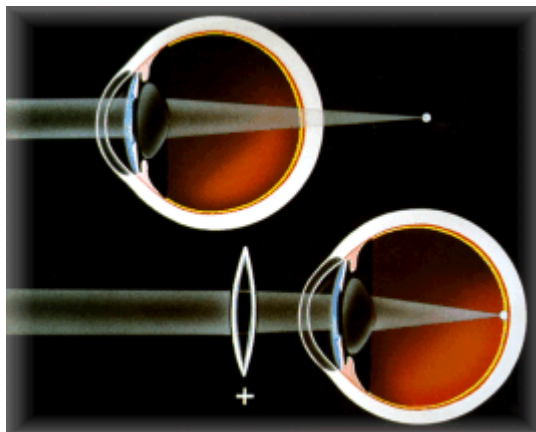


Figura 26: Encontro focal atrás da fóvea e, correção com lente convergente (positiva)

LENTE POSITIVAS

As lentes positivas possuem sua espessura central maior que as das bordas. Estas lentes convergem os raios antes de entrarem na córnea. O movimento da lente fora do olho faz com que os objetos vistos através dela se desloquem em sentido contrário. Sua curva convexa é mais acentuada do que a côncava. São designadas pelo sinal positivo.

CAUSAS

A principal causa da hipermetropia é o encurtamento do olho, ou quando o olho é menor que o normal, fazendo com que as imagens vistas se focalizem atrás da fóvea (retina). A outra causa é quando a curvatura externa da córnea é muito baixa (exemplo de 35,00/36,00 dioptrias).

SINTOMAS

O hipermetrope vê mal ao perto e ao longe. Se conseguir ver bem ao longe, será à custa de esforço e fadiga, pois o olho não é suficientemente potente.

ASTIGMATISMO

Não se trata de doença.

O astigmatismo simples, por si próprio é uma dificuldade de visão de se ver nitidamente apenas em uma direção (meridiano). Veja a figura abaixo:



Figura 27: Visão de um alto astigmata



Figura 28: Astigmatismo miópico simples

Vejam no desenho acima que o encontro focal, na direção vertical, ocorre antes da retina e na direção oposta, horizontal, ocorre exatamente na retina. Esta é uma demonstração gráfica do astigmatismo miópico simples, dentro do olho. Neste caso a curva externa vertical da córnea é mais acentuada do que a horizontal e sendo assim converge mais nesta direção fazendo com que o encontro focal ocorra antes da fóvea.

Tipos

O astigmatismo pode se apresentar juntamente com outras deficiências de visão, tais como miopia, presbiopia e hipermetropia.

Os tipos de astigmatismo baseado na estrutura assimétrica são:

- Astigmatismo corneal - devido a córnea de formato tórico e irregular.
- Astigmatismo cristalino - devido ao cristalino ter formato irregular, na verdade é bem mais raro.

Baseado no foco dos meridianos principais pode ser:

- Astigmatismo hipermetrope simples.
- Astigmatismo miópico simples.
- Astigmatismo composto com miopia.
- Astigmatismo composto com hipermetropia.
- Astigmatismo misto.
- Astigmatismo residual (causado por irregulares das partes internas do olho).
- De posição descentrada do cristalino no (caso de implante intraocular).
- De posição inclinada do cristalino, também causado por implante intraocular.

CAUSAS

A principal causa do astigmatismo é a diferença entre as curvas da córnea, que é a parte externa do olho. Uma curva externa da córnea de um olho de visão normal é aproximadamente a curva de uma

esfera. Entretanto, no astigmata, esta curva se apresenta como se fora a curva externa de uma câmara de ar ou a superfície externa de um barril, guardadas as devidas proporções.

SINTOMAS

O astigmata costuma sentir dores de cabeça, fadiga ocular, sensação de esforço visual, náuseas e cansaço visual durante a leitura. Algumas vezes os sintomas se apresentam com dores nas têmporas. Muitas vezes troca as letras ou linhas durante a leitura.

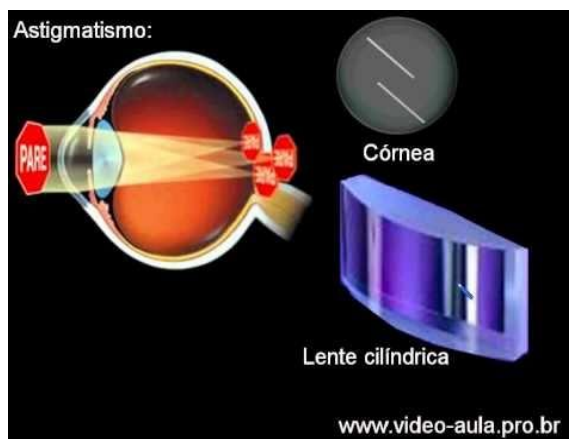
A visão desfocada em determinadas direções e distâncias faz com que se sinta impedido de atividades, especialmente em leitura e, dependendo do grau da dioptria astigmática, até mesmo há o desinteresse da leitura.

A visão desfocada, dificulta ver objetos próximos e distantes

A visão indistinta pode ser sintoma de astigmatismo. Podem também ocorrer cansaço e dor ocular, dificuldades de concentração e incapacidade de leitura prolongada. É frequente que as linhas em uma só direção (exemplo: na horizontal) pareçam menos nítidas.

TRATAMENTOS

Pode ser corrigida com o uso de óculos (lentes cilíndricas), lentes de contato ou cirurgia.



Fonte: <https://sites.google.com/site/neydiasopticaoftalmica/ametropias-e-lentes-compensadoras>, acessado em: 21 de abril de 2017.

MATERIAL INSTRUCIONAL PARA O ALUNO



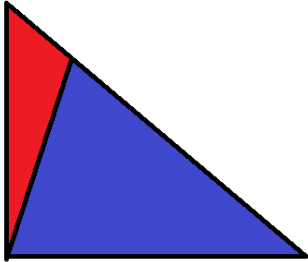
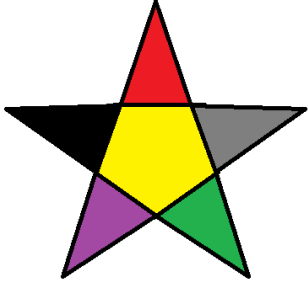
TURMA	GRUPO	INTEGRANTES

1. OBJETIVO DA ATIVIDADE

Contribuir na formação dos conceitos abordados nas situações problemas I, II e III.

ATIVIDADE 01 – IMAGENS FORMADAS NA RETINA

Representem nos espaços em branco do quadro abaixo, como as imagens ilustradas estariam formadas na retina do olho humano.

OBJETO	IMAGEM FORMADA
	
	
	
	

ATIVIDADE 02 – CORREÇÃO PARA FALTA DE NITIDEZ DAS IMAGENS

São disponibilizados cinco protótipos: I, II, III, IV e V. Análise a imagem formada na parte posterior, e elabora hipóteses que possam ser possíveis correções para o problema da falta de nitidez nas imagens se for necessário.



FIGURA 08: PROTÓTIPOS ESCOLHIDOS PELO PROFESSOR PARA ANÁLISE

NOTA: SÃO DISPONIBILIZADAS CINCO LENTES COM DIFERENTES TAMANHOS E ESPESSURAS QUE PODEM TAMBÉM SEREM EXPLORADAS.

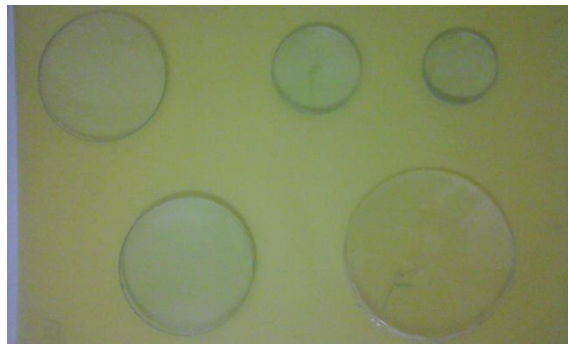


FIGURA 9: LENTES FORNECIDAS PELO PROFESSOR

REFERÊNCIAS

- [1] ZABALA, A. **A Prática Educativa: Como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- [2] CARVALHO, A. M. P. **O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas**. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). **Ensino de Ciências por Investigação: Condições para Implementação em Sala de Aula**. São Paulo: Cengage Learning, p. 1-20. 2013.
- [3] AZEVEDO, M. C. P. S. **Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). São Paulo: Pioneira Thomson Learning, p.19-33, 2004.
- [4] MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa crítica**. Versão revisada e estendida de conferência proferida no III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Lisboa (Peniche), 11 a 15 de setembro de 2000.
- [5] SASSERON, L. H. . **Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor**. In: Anna Maria Pessoa de Carvalho. (Org.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. 1 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013, v. 1, p. 41-62.
- [6] VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1987. 157 p.
- [7] DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André Peres; colaboração PIERSON, Alice Campos. – São Paulo: Cortez, 1992. – 2. Ed. Ver. – (Coleção magistério – 2º grau. Série formação geral).
- MARQUES, G. C.; NOBUKO, U. (2007). In: **Ensino de física on-line**. Disponível em: <http://efisica.if.usp.br/optica/basico/>. Acesso em: 09 de abril de 2017.
- HELENE, O.; HELENE, A.F. (2011). **Alguns aspectos da óptica do olho humano**. Rev. Bras. Ensino Fís. vol.33 no.3 São Paulo July/Sept. 2011
- Instituto de Física – USP. **Física interessante**. Disponível em: < <http://axpfep1.if.usp.br/~otaviano/>>. Acesso em: 08 de abril de 2017.