

Atividade 2

Ilusões de Óptica - Olho Humano¹

1) Problemática

Que melhor ponto de partida para uma discussão a respeito de Óptica do que tentarmos entender o funcionamento dos olhos, os instrumentos mais básicos com os quais enxergamos o mundo?

Pelo que se sabe, as noções mais precisas sobre seu funcionamento começaram com as experiências, em 1625, do jesuíta alemão Christopher Schneider e, independentemente por Descartes, cinco anos mais tarde. Schneider removeu a membrana da parte de trás do olho de um animal e, observando atentamente através da retina quase transparente, pôde ver uma imagem minimizada e invertida da cena que estava do outro lado do olho. A partir daí, os conhecimentos só aumentaram.

Uma boa teoria sobre a visão humana, além de descrever seu funcionamento, deve dar conta de suas sutilezas, como as famosas ilusões de óptica.

Atualmente, existem muitos instrumentos tecnológicos feitos para captar as imagens do mundo. Você já percebeu que alguns deles nada mais são do que mera imitação de nossos olhos?

2) Perguntas-Chave

- Como nossos olhos diferenciam as cores? Que mecanismos possuem para distingui-las?
- Quais os motivos de anomalias na percepção de cores?
- Qual a diferença entre miopia, hipermetropia e astigmatismo?
- Quem sofre de miopia pode ser doador de córnea?

3) Conceitos-Chave

Função dos componentes fundamentais do olho humano, definição de ilusão de óptica (assim como identificação de diferentes tipos de ilusão) e identificação dos elementos que constituem uma máquina fotográfica.

3.1) Componentes fundamentais dos olhos: estruturas básicas, presentes nos olhos, responsáveis pela captação de imagens externas ao observador.

3.1.1) Córnea: lente não-ajustável por onde passa a luz que entra no olho. Ajuda a focalizar as imagens captadas.

3.1.2) Humor aquoso: fluido aquoso contido na região entre a córnea e a íris, nutre a porção anterior do olho. Por possuir índice de refração muitíssimo parecido ao da córnea, não provoca desvio significativo dos raios de luz.

3.1.3) Pupila: orifício através do qual a luz captada de um objeto entra no olho.

¹ Adaptação de atividade elaborada pelos licenciandos Jônatas Ribeiro Eusébio e Samantha Philigret Santos da França na disciplina Produção de Material Didático e Estratégias para o Ensino de Física II, no 2º semestre letivo de 2004, no Instituto de Física da UFF.

3.1.4) Íris: parte colorida dos olhos. Controla a quantidade de luz que entra na pupila aumentando ou diminuindo sua abertura.

3.1.5) Cristalino: lente localizada atrás da pupila responsável pela focalização da imagem na retina, por ter forma ajustável.

3.1.6) Humor vítreo: gel grosso de proteínas que sustenta o globo ocular. Contém fibras celulares microscópicas flutuando livremente nessa região.

3.1.7) Retina: membrana sensível na parte posterior do olho onde as imagens captadas são focalizadas.

3.1.8) Fóvea: região da retina constituída unicamente por cones, permite a formação de imagens muito mais precisas por possuir maior densidade de receptores. Quando procuramos observar algo com detalhe, focamos nossa visão na fóvea. As imagens dos objetos aí formadas são decodificadas em detalhes pelo nosso sistema visual, com a vantagem da distribuição precisa de cores.

3.1.9) Cones: células receptoras de luz da retina, responsáveis por toda a sensação de cores. As interações desses receptores com a luz levam ao refinamento dos dados captados, compondo outras cores e regulando até ajustes de contraste.

3.1.10) Bastonetes: células receptoras de luz da retina que, embora mil vezes mais sensíveis à luz que os cones, não diferenciam o tipo de cor recebida.

3.1.11) Nervo óptico: região (ponto) do olho desprovida de cones e bastonetes, localizada na retina, que transmite as informações visuais da mesma para áreas específicas do córtex cerebral.

3.2) Ilusão de óptica: análise, decodificação e síntese de uma imagem, feita pelo cérebro, que não corresponde fielmente ao objeto a partir do qual foi formada.

3.2.1) Cores complementares: os cones captam quatro cores primárias que se dividem em dois tipos; cada tipo é responsável pela identificação de dois pares de cores complementares: amarelo - azul e verde - vermelho. Olhar muito tempo para uma cor primária ocasiona uma "*saturação*" dos sensores dessa cor, deixando-os momentaneamente inoperantes para ela. Ao desviar os olhos para uma superfície branca, como o sensor para uma dada cor está a nocaute (momentaneamente), não será completamente ativado e "vemos", mais vivamente, sua cor complementar.

3.2.2) Ponto cego: parte da retina onde se encontra o nervo óptico em que não há receptores de luz; assim não se vê a parte da imagem nela focalizada.

3.2.3) Anomalias na percepção de cores: deficiências na percepção de cores provocadas pela ausência ou anomalia dos cones. Podem ser detectadas por meio de testes visuais.

3.2.4) Bordas e molduras: as cores parecem mais fortes e vibrantes quando cercadas por bordas ou molduras.

3.2.5) Relação contexto - tamanho: variáveis estruturais e espaciais de uma cena que influenciam na aparência e percepção dos objetos.

3.2.6) Reconhecimento de padrões: o cérebro associa imagens de objetos visualizados a padrões previamente conhecidos.

3.2.7) Composição por pontos: um conjunto de pontos, dependendo da forma como estiver organizado, pode ser interpretado pelo cérebro como sendo um único objeto.

3.2.8) Diferença de brilho: variáveis estruturais podem alterar a percepção de brilho de uma mesma cor.

3.2.9) Fundo e padrões alterando cores e formas: o plano de fundo de um objeto influencia na distinção, percepção de cor e mesmo na dinâmica (movimento) do mesmo.

4) Atividades em Grupo

4.1) Introdução

As atividades têm início com uma discussão a respeito do estudo sobre os mecanismos da visão, durante a qual o professor deverá descrever os estágios iniciais de seu desenvolvimento histórico e apresentar as primeiras teorias da visão. Então, deverão ser comentados os experimentos de simulação do olho humano.

A partir daí, a turma será dividida em grupos, a fim de investigar, com o auxílio do professor, algumas figuras de ilusão de óptica. Com isso, será percebida a necessidade de novas teorias de visão que englobem tais “efeitos estranhos”. O professor então apresenta a teoria de Ewald Hering e as explicações modernas acerca desse intrigante instrumento que possuímos.

4.2) Seqüência das Atividades

- Discussão sobre o funcionamento do olho humano, destacando a evolução histórica das descobertas e teorias a respeito de seu funcionamento.
- Apresentação do experimento.
- Divisão da classe em grupos, ficando cada um com um tipo diferente de material² de ilusão de óptica.
- Discussão acerca das sutilezas da visão e suas possíveis explicações.
- Observação do modelo de olho humano: formação de imagens na retina e defeitos da visão.

4.3) Sugestões para a Exploração do Experimento

O estudante perceberá de forma mais clara a influência dos diferentes componentes do experimento, assim como os do olho, para a imagem final, e compreenderá os mecanismos essenciais para a reprodução do processo da visão, das ilusões de óptica e dos defeitos visuais.

5) Construção e Montagem do Kit Experimental

5.1) Material utilizado

- Fita adesiva

² Encontra-se no final do texto.

- Cola epóxi
- 2 barras finas de madeira (palitos de picolé ou churrasco)
- Canaleta de PVC com dimensões: 2000x40x10 mm
- Tesoura
- 3 garrafas pet de 500 ml com tampa
- Papel vegetal (10 cm x 10 cm)
- Cartolina (10 cm x 10 cm)
- Lanterna
- Lente de aumento
- Globo de vidro de base chata com água (diâmetro de aproximadamente 6 cm) ou bulbo de lâmpada de 60 W transparente sem o filamento e o lacre
- Globo de isopor de diâmetro pouco maior que o globo de vidro. Deve ser isopor de encaixe (separado em duas metades que se encaixam)
- 1 pedaço de placa de isopor de 0,5 mm de espessura, 10 cm de largura e 10 cm de comprimento
- Alicate de bico
- Chave de fenda
- 4 tampas de garrafa PET
- Adesivo instantâneo universal

5.2) Montagem do equipamento

Com adesivo instantâneo universal, cole o globo de vidro na tampa da garrafa. O gargalo deverá ser cortado de modo que o centro do globo de vidro fique na mesma altura da lente de aumento, que deve estar presa à mesa com massa de modelar (Figura 1).

O globo de isopor deverá envolver o globo de vidro. Para isso, corte cada metade do isopor da forma mostrada a seguir: um furo no centro e um furo na parte inferior. Em uma das metades, na parte interna, cole o papel vegetal (com fita adesiva), e envolva o globo de vidro com o de isopor.

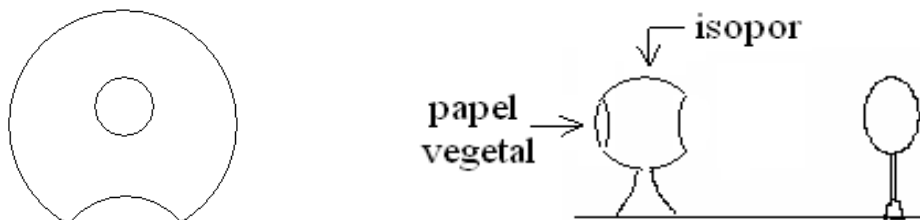
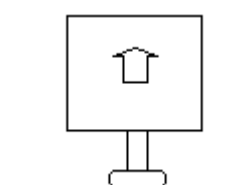
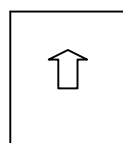


Figura 1

Recorte uma figura no pedaço de cartolina (uma seta para cima, por exemplo). Em cada lateral da cartolina cole (fita adesiva) uma pequena barra de madeira e prenda-as na mesa (em frente à lente) com massa de modelar, ajustando a altura da figura de modo que seja igual à da lente.



Segure a lanterna na frente da figura da cartolina e acenda-a. A imagem invertida da figura vai aparecer no papel vegetal. Arraste a lente de aumento para frente e para trás até a imagem ficar nítida.

Corte a canaleta de PVC em pedaços: um de 1000 mm, que servirá de base para a montagem; dois de 10 cm, que servirão de base para o globo de vidro e para a lente, respectivamente; dois de 30 cm, que servirão para equilibrar toda a montagem e deverão ser encaixados em cada extremidade do pedaço de 1000 mm, ficando com o formato aproximado da Figura 2 a seguir:

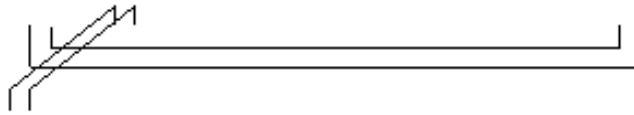
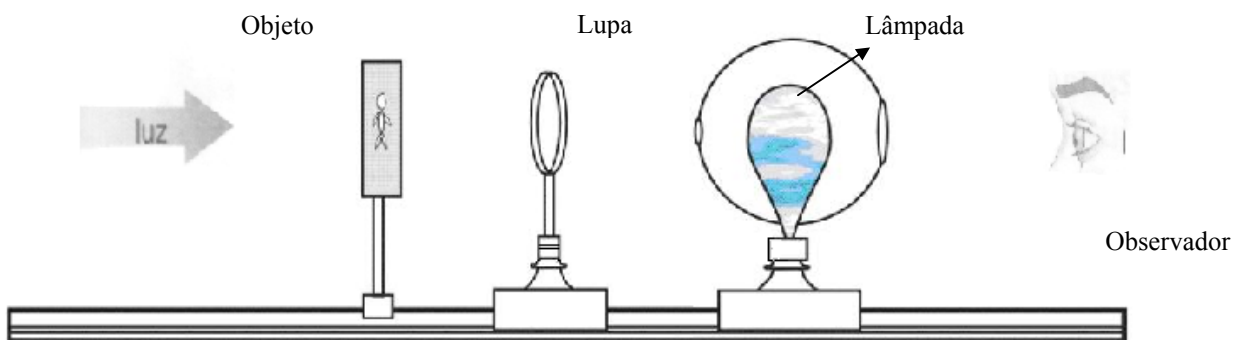


Figura 2

ATENÇÃO:

- deverão ser feitos cortes na canaleta de 1000 mm para que as menores encaixem nas extremidades;
- os suportes da lente e do globo de vidro são gargalos de garrafa PET, cortados na altura conveniente, “moldados” para encaixar na canaleta de 10 cm e nela colados com a cola de secagem rápida;
- o suporte do objeto poderá ser feito também com gargalo de garrafa PET, mas fica mais simples usar os palitos de churrasco e a massa de modelar. Contudo, a altura dos palitos também deverá ser compatível com a altura do globo de vidro e da lente;
- a altura da lente é ajustada usando-se um pedaço de isopor de cerca de 0,5 mm de espessura, 20 mm de comprimento e 10 mm de largura.

O esquema da montagem final para a observação da formação da imagem do objeto (seta) na retina (papel vegetal) do olho (conjunto lente-globo de isopor-globo de vidro) fica com a seguinte forma:



6) Como Funciona

O experimento objetiva simular o olho humano.

A lente de aumento funciona como a córnea do olho, e o globo de isopor como o globo ocular. O globo de vidro simula o cristalino do olho, mas o ajuste focal, que no olho é função do cristalino, é feito pela lente de aumento no experimento. No entanto, o conjunto lente e globo de vidro de fato simula o conjunto córnea e cristalino. O papel vegetal funciona como a retina, sendo o local onde se dá a formação da imagem.

7) Sugestões para a Avaliação da Aprendizagem

7.1) Considerando o que foi estudado, explique o que é o daltonismo e diga em que condições ele pode ocorrer em algumas pessoas.

7.2) Responda uma das indagações feitas no início da aula e que ainda não foi respondida: Quem sofre de miopia pode ser doador de córnea?

Dica: Pense na diferença entre miopia, hipermetropia e astigmatismo.

7.3) Você já deve ter notado que à noite, com pouca luminosidade, é possível enxergar, porém quase que em preto-e-branco e com uma acuidade muito menor. Por que isso ocorre?

Dica: Pense no componente do olho responsável pela definição precisa da imagem.

7.4) Cite quatro exemplos das sutilezas da visão que levam às conhecidas ilusões de óptica.

8) Bibliografia

- Figueiredo, Aníbal & Pietrocola, Mauricio. *Física, um outro lado – Luz e cores*, São Paulo: FTD, 2000.
- Walpole, Brenda. *Ciência divertida – Luz*, 4 ed. São Paulo: Ed. Melhoramentos, 2000.
- *Coleção jovem cientista – Sentidos*, Rio de Janeiro: Ed. Globo. 1996.
- *Revista Galileu*, Rio de Janeiro: Ed. Globo. Abril 2002.
- *Revista Galileu*, Rio de Janeiro: Ed. Globo. Setembro 2002.
- *Revista Galileu*, Rio de Janeiro: Ed. Globo. Dezembro 2002.
- *Revista Galileu*, Rio de Janeiro: Ed. Globo. Março 2004.
- *Revista Galileu*, Rio de Janeiro: Ed. Globo. Agosto 2004.

Nota:

A adaptação da atividade, incluindo o aprimoramento do *kit* experimental, foi elaborada pelos licenciandos do Curso de Graduação em Física da UFF Carlos Eduardo Silva Bandeira e Fernando Castro de Sá, bolsistas do Projeto “Construindo Práticas Interdisciplinares na Formação do Professor”, da Pró-Reitoria de Assuntos Acadêmicos, em 2005.

Material de Ilusão de Óptica

