

Material de Apoio ao Professor de Ciências

SENTIDO: VISÃO

LECIANI EUFRÁSIO COELHO VARELA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC
2016

SUMÁRIO

Apresentação para o Professor	2
Visão e Luz	3
Luz	3
Saiba Mais: Interferência.....	4
Ler e Refletir.....	5
Fontes de Luz	6
Princípios da Óptica Geométrica.....	7
Experimento 1: Pulverizando a luz.....	9
Experimento 2: Propagação da luz	10
Experimento 3: Raios Luminosos.....	11
Olho Humano	12
Maquete do Olho Humano	15
Ler e Refletir.....	17
Experimento 4: Alvo	18
Experimento 5: Pontaria	19
Experimento 6: Câmara escura com furo	19
Experimento 7: Dentro do olho	22
Experimento 8: Câmara escura com lente	24
Experimento 9: Focalizando imagens.....	26
Reflexão e Refração da Luz.....	26
Aprofundamento: Leis da Reflexão e Refração da Luz	28
Experimento 10: Vendo Dobrado.....	30
Experimento 11: Mágica	31
Cores dos Corpos.....	32
Experimento 12: Disco de Newton.....	33
Daltonismo	35
A Retina e o Cérebro	37
Problemas de Visão	38
Ler e Refletir.....	40
Lentes	42
Elementos Geométricos de uma Lente	43
Propriedades	43
Experimento 13: Ampliando os objetos	46
Experimento 14: Desviando a luz.....	47
Experimento 15: Tipos de lentes	48
Perspectivas Futuras	5249
Considerações Finais	49
Referências	52

Apresentação para o Professor

Cada indivíduo possui seu jeito de ser e aprender, e esses fatores estão relacionados com experiências vividas em casa, no clube, na escola, na rua, em todo lugar. São milhares de experiências que desenvolvem os sentidos, possibilitando uma aprendizagem mais fácil.

Pensando assim, é necessário fazer um esforço para que os estudantes descubram que as Ciências da Natureza ultrapassam os muros da escola. Na tentativa de possibilitar um ensino de Ciências mais dinâmico e integrado, foi elaborado um material de apoio para o professor que atua nessa área de ensino sobre o estudo da visão. Acredita-se que este material proporcione ao educador a elaboração de aulas com foco interdisciplinar entre a Biologia e a Física.

O material pedagógico consta com textos, sugestões de vídeos e simulações e experimentos para auxiliar o educador da área na execução do seu trabalho, podendo ser utilizado também em qualquer outro nível de ensino, desde que se façam modificações caso julgue necessário.

Visão e Luz

É em virtude dos questionamentos feitos no passado, na tentativa de compreender a visão, que os cientistas atuais entendem que esse fenômeno está relacionado a dois fatores: luz e olho.

Quando se observa um objeto, há necessidade que esse seja iluminado por uma fonte de luz ou emita luz própria. Tal feito proporciona a observação da cor, do tamanho e da forma do objeto. Além disso, é necessário que este esteja dentro do campo visual do indivíduo que o observa. As pessoas estão acostumadas a enxergar os objetos por essas fontes e acabam não percebendo que a visão está diretamente ligada a elas, ou seja, se consegue observar um objeto em consequência da luz chegar até ele o iluminando, e posteriormente sendo refletido até os olhos (GASPAR, 2013).

Luz

A maioria das informações que nos rodeiam são transmitidas através da visão. Isso acontece devido os olhos serem sensibilizados por meio da luz proveniente dos objetos, ou seja, para que se possa ver é necessário que o objeto emita ou reflita luz.

Desde a antiguidade a luz é considerada um fenômeno intrigante por muitos cientistas. Os gregos indagavam se os olhos eram responsáveis por emitir raios que permitiam enxergar os objetos. Aristóteles (384-322 a.C.) foi a primeira pessoa que se tem notícia a adotar a natureza ondulatória da luz. Para ele a luz era uma espécie de fluido imaterial que chegava aos nossos olhos, vindo dos objetos, através de ondas (CARVALHO, 2005).

A maior parte dos cientistas da época acreditava que a luz era uma onda que se propagava num meio material chamado éter. Da mesma maneira como ondas na praia se propagam na água e ondas sonoras se propagam no ar, as ondas de luz precisariam de um meio material para propagarem-se. O éter tinha de ser transparente, sem massa e mesmo assim existir por todo universo, preenchendo-o completamente. Essa discussão chegou ao fim quando Isaac Newton defendeu a ideia de vácuo absoluto, expulsando o éter. Para Newton a luz era constituída por partículas e sua propagação pelo vácuo não teria nenhum problema. A maior parte dos cientistas aceitou o modelo corpuscular da luz. Entretanto, um outro modelo foi proposto pelo holandês Christiaan Huygens (1629 – 1695), onde propôs a luz como tendo propriedades ondulatórias. Esse modelo não foi imediatamente aceito, até que em 1801 Thomas Young (1773 – 1829) mostrou em um

experimento que a luz apresentava um comportamento ondulatório através dos fenômenos da difração e interferência. Nesse experimento as ondas luminosas são emitidas de uma única fonte passando por um anteparo com duas fendas, sendo recombinadas e conseqüentemente se anulando por interferência destrutiva e se intensificando por interferência construtiva (CARVALHO, 2005).

Atualmente é sabido que dependendo da situação a luz possui comportamento ondulatório ou corpuscular, manifestando seu caráter dual (onda-partícula). O fato de possuir um caráter dual não implica que em um experimento apareça os dois comportamentos, pelo contrário, ambos os aspectos não podem ser identificados simultaneamente num mesmo experimento.

Apesar do modelo da onda eletromagnética explicar a maioria das propriedades da luz, existem experimentos que não são esclarecidos considerando a luz como onda. Dessa forma, a luz deve ser considerada como tendo uma natureza dupla: em algumas situações a luz se comporta como onda e em outras como partícula.

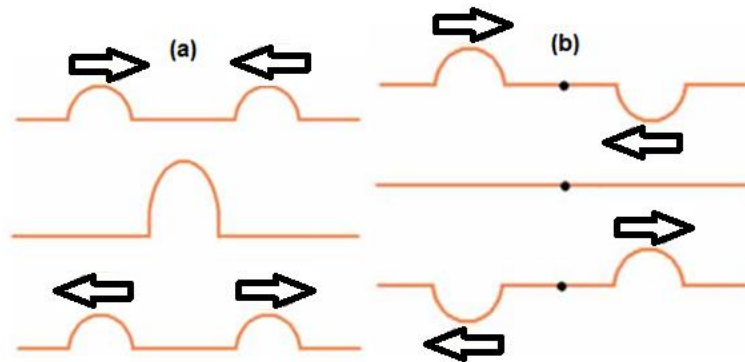
Saiba Mais: Interferência

Imagine que em uma mesma corda sejam produzidos dois pulsos de onda que se propagam um em direção ao outro, conforme mostrado na figura 1 (a). Se os pulsos de ondas se encontram, teremos como resultado um pulso de onda cuja amplitude (distância do eixo principal da onda até o ponto mais alto ou mais baixo da onda) é a soma das amplitudes individuais. Esse fenômeno é chamado de interferência construtiva.

Imagine agora, uma situação em que um dos pulsos está invertido (figura 1 (b)). Nesse caso, se ambos se encontrarem, o resultado é um pulso com a diferença das amplitudes. Esse fenômeno é chamado de interferência destrutiva. Se os pulsos de onda da figura 1 (b) não tiverem mesma amplitude, quando se cruzarem o resultado será um pulso com uma amplitude pequena, resultado de uma interferência destrutiva parcial.

Algo importante a ressaltar é que, após qualquer interferência, os pulsos continuam a se propagar com as mesmas características que tinham antes de se cruzarem.

Figura 1 - Dois tipos de Interferência: (a) Duas ondas se interferem construtivamente; (b) Duas ondas se interferem destrutivamente.



Fonte: Elaborado pela autora.

Ler e Refletir

- **Porque não conseguimos enxergar no escuro?**

Resposta: o olho humano possui dois tipos de células que são capazes de nos fazer enxergar: os cones e os bastonetes. Esses possuem segmentos fotossensíveis capazes de serem sensibilizados quando expostos à luz. Desse modo, quando se está em um lugar bem iluminado tudo ao seu redor pode ser observado em cores (exceto pessoas com certos distúrbios visuais), em virtude dos cones. Já, se há baixa luminosidade mobilizam-se os bastonetes. Entretanto, conseguimos enxergar apenas os objetos que emitem ou refletem luz, caso não haja luminosidade não se observará nada, mas uma incrível escuridão.

- **Poderes à Prova¹**

Por: Adilson de Oliveira

Entre maio e agosto, muitos filmes são lançados nos cinemas norte-americanos, e conseqüentemente, no Brasil. Em 2012 não tem sido diferente. E tal como nos últimos anos, entre os principais sucessos estão os filmes de super-heróis. Vingadores, Homem de Ferro, Homem-Aranha, Batman, Superman, Capitão América e outros ganham destaque nas telas de cinema, talvez pelo apelo que esses personagens têm em diversas faixas etárias. Muitos, como eu, os conhecem desde a infância. Outros podem estar em seu primeiro contato.

A grande maioria desses personagens foi originalmente criada em um tipo particular de literatura: as histórias em quadrinhos. Nas tiras de jornais ou em revistas exclusivas surgiram heróis e vilões com poderes sobre-humanos, como capacidades de

¹ Fonte: < <http://cienciahoje.uol.com.br/colunas/fisica-sem-misterio/poderes-a-prova> >

voar, levantar objetos pesando muitas toneladas, vencer grandes distâncias rapidamente, entre outros.

Os criadores dos super-heróis explicam a origem dos superpoderes de diversas formas. Alguns decorrem da ação de radiações ou drogas que provocam alterações no organismo. Em outras situações, os poderes surgem de uma ‘herança genética’ ou processo evolutivo diferenciados, como a de um ser nascido em outro planeta. Eles podem ser ainda ‘fabricados’ com a ajuda de tecnologias avançadas.

O mais famoso dos super-heróis é o Superman, que surgiu em 1938, em uma história em quadrinhos. Por ter nascido em um planeta diferente (Kripton), com uma gravidade muito maior do que a da Terra e na órbita de uma estrela gigante vermelha, ao ser enviado ao nosso planeta, com ação da gravidade menor e na órbita de uma estrela amarela (o Sol), apresenta características especiais.

Os superpoderes do Superman são realmente fantásticos. Ele pode voar em altíssimas velocidades (algumas vezes até mais rápido do que a luz) e tem superforça, supervisão, superaudição, visão de calor e de raios X. Será que tais poderes seriam possíveis na vida real?

[...]

Entre os outros poderes, a visão de raios X talvez seja o mais difícil de justificar. Quando observamos qualquer objeto, só o vemos porque ele está refletindo ou emitindo luz. Mesmo que os olhos do Superman emitissem raios X, estes não refletiriam na matéria da mesma maneira que a luz visível.

Ao incidir raios X sobre um objeto, como quando fazemos uma radiografia ou tomografia do nosso corpo, o processo é diferente. Uma parte da radiação atravessa o corpo e a outra é absorvida. Dependendo da forma que essa radiação é absorvida pelos diferentes tecidos, ocorrem os contrastes que sensibilizam o filme fotográfico (ou detector) colocado atrás do corpo, criando a imagem.

- **Vídeos² de pequena duração em que mostram os olhos de alguns super-heróis emitindo luz:**
 - ✓ < <https://www.youtube.com/watch?v=BNDjs4h4WEc> >;
 - ✓ < <https://www.youtube.com/watch?v=QosocfPxVKQ> >.

Fontes de Luz

Existem dois tipos de fontes de luz: as primárias e as secundárias. Fontes primárias são aquelas que emitem luz própria, como o Sol, uma lâmpada acesa, as estrelas, uma fogueira. Por sua vez, uma fonte secundária é qualquer objeto que necessite ser iluminado por uma fonte primária para ser observado. Basta pensar que na

² O que é mostrado nesses vídeos está contra ao que foi estudado até o momento, já que os olhos desses personagens emitem radiações.

escuridão total não se observa nada. Esses apenas são observados quando iluminados por raios de luz vindo de outros objetos (GASPAR, 2013).

O ramo da Física que estuda o comportamento da luz é chamado óptica. Por sua vez, a óptica é dividida em dois ramos: a óptica física e a óptica geométrica. A primeira trata a luz em sua natureza, como onda ou partícula, enquanto a segunda trata a luz como raios.

Esse texto irá abordar apenas o estudo geométrico dos raios de luz. Desse modo, não será dado ênfase a natureza da luz, mas nas dimensões da fonte de luz em relação ao objeto em estudo.

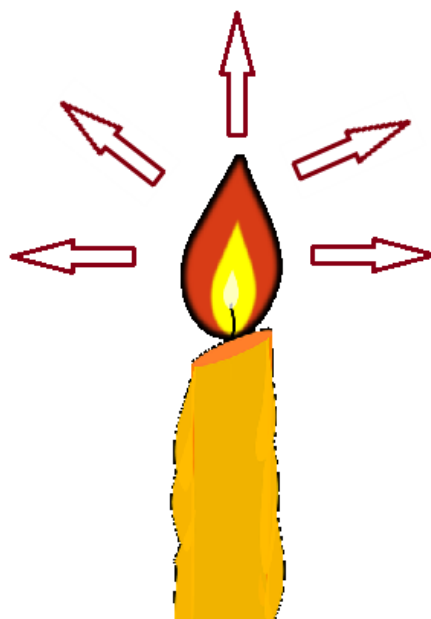
Princípios da Óptica Geométrica

O estudo da óptica geométrica se baseia em três princípios (HEWITT,2011):

1º) *Princípio da propagação retilínea:* Em meios homogêneos a luz se propaga em linha reta.

Na figura 2 vemos uma vela acesa. Perceba que a luz está sendo representada por linhas retas e que as mesmas estão sendo emitidas em todas as direções (emissão isotrópica). Analise separadamente cada raio de luz e perceberá que se propagam em linha reta.

Figura 2 – Propagação dos raios de luz.



Fonte: Elaborada pela autora.

2º) *Princípio da independência dos raios luminosos*: Cada raio de luz se propaga independente dos demais.

Quando dois ou mais raios de luz se cruzam, cada um segue seu caminho de maneira independente, ou seja, um não interfere no outro. A figura 3 ilustra essa propriedade.

Figura 3 – Independência dos raios luminosos.

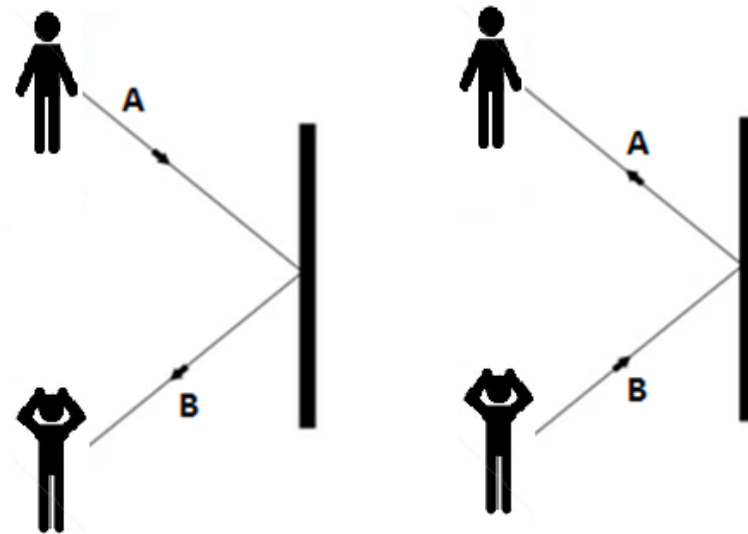


Fonte: Elaborado pela autora.

3º) *Princípio da reversibilidade*: a trajetória dos raios independe do sentido de propagação.

A figura 4 ilustra duas pessoas que se enxergam em um mesmo espelho sem estarem de frente para o mesmo. A trajetória dos raios luminosos pode ser tanto de A para B quanto de B para A. Tente fazer isso, pegue um espelho e procure observar alguém por ele. Em seguida, pergunte a essa pessoa se ela está o observando. Você irá constatar que esta pessoa apenas o observa quando você também está observando ela.

Figura 4 – Reversibilidade dos raios luminosos.



Fonte: Elaborada pela autora.

Alguns experimentos simples nos permitem visualizar os três princípios da óptica geométrica. A seguir, temos três experimentos para serem feitos em sala de aula.

Experimento 1: Pulverizando a luz

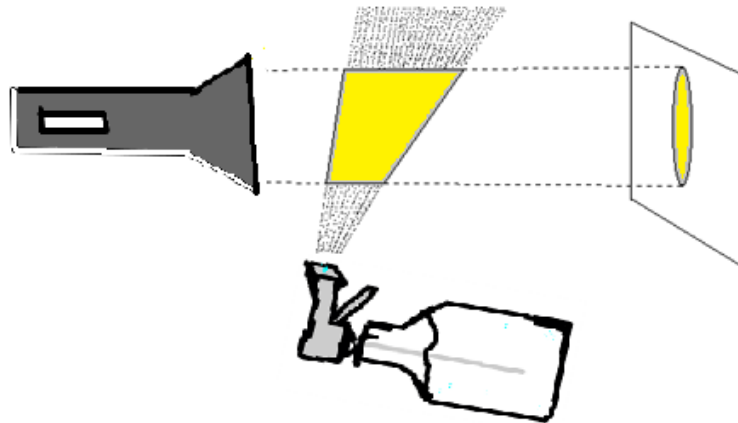
Materiais:

- Pulverizador;
- Leite;
- Água;
- Lanterna.

Como fazer

- Coloque água no pulverizador e misture o leite aos poucos, até que a mistura fique esbranquiçada;
- Ligue a lanterna e aponte para parede, mantendo-a em uma posição fixa;
- Pulverize a mistura de água e leite ao longo do feixe de luz, conforme ilustrado na figura 5 e observe.

Figura 5 – Ilustração do experimento.



Fonte: Elaborado pela autora.

Questões

1. O que foi possível observar no experimento? Pode-se dizer que a Luz se propagou em zig-zag? Por quê?

Resposta: É possível observar que o feixe luminoso criado pela lanterna se propaga em linha reta e não de qualquer outro modo até o obstáculo. Isso significa que a luz não se propaga de forma a fazer zig-zag, mas de maneira retilínea.

Experimento 2: Propagação da luz

Materiais:

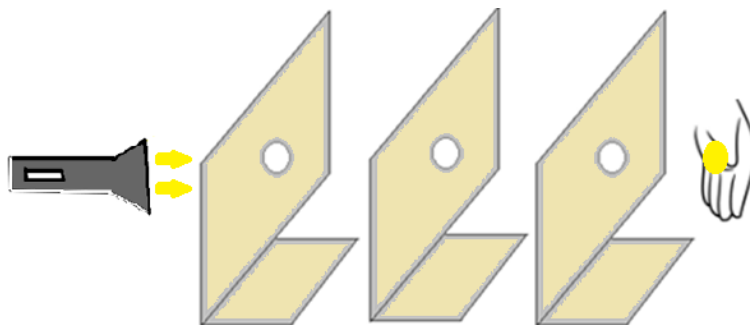
- Lanterna;
- Cartolina;
- Tesoura.

Como fazer:

- Corte três retângulos de cartolina com as dimensões 10 cm x 15 cm;
- Faça um corte de 5 cm no meio do lado menor de cada cartão;
- No lado cortado, dobre cada parte para um lado, buscando que o cartão fique equilibrado na vertical;
- Faça uma abertura circular pequena (figura 6) no meio da cartolina equilibrada na vertical (essa abertura deve ser igual e na mesma posição das três cartolinas);
- Coloque os cartões em fila com as aberturas alinhadas;

- Ilumine as aberturas com a lanterna com as aberturas alinhadas e verifique se a luz consegue atravessa-la;
- Utilize sua mão como anteparo e observe;
- Desalinhe um cartão e observe.

Figura 6 – Raios de luz em linha reta.



Fonte: Elaborado pela autora.

Questões

1. O que esse experimento mostrou quando os cartões estavam alinhados? Porque se tem esse efeito?
2. O que acontece quando os cartões não estão alinhados?

Respostas:

1. Quando os cartões estão alinhados é possível ver a luz da lanterna, isso porque a luz se propaga em linha reta através dos furos.
2. Quando um dos cartões é desalinhado, não é mais possível ver a luz, porque esta encontra um obstáculo sobre um dos cartões. Isso apenas seria possível se a luz tivesse uma trajetória curva. Dessa forma, por meio desse experimento se percebe que a luz se propaga em linha reta.

Experimento 3: Raios Luminosos

Materiais:

- Dois lasers ou duas lanternas;
- Duas folhas brancas de papel A4.

Como fazer:

- Coloque as duas folhas uma do lado na outra sobre uma superfície plana;
- Acione os lasers sobre as folhas de papel A4;
- Faça com que os raios de luz se cruzem.

Questões

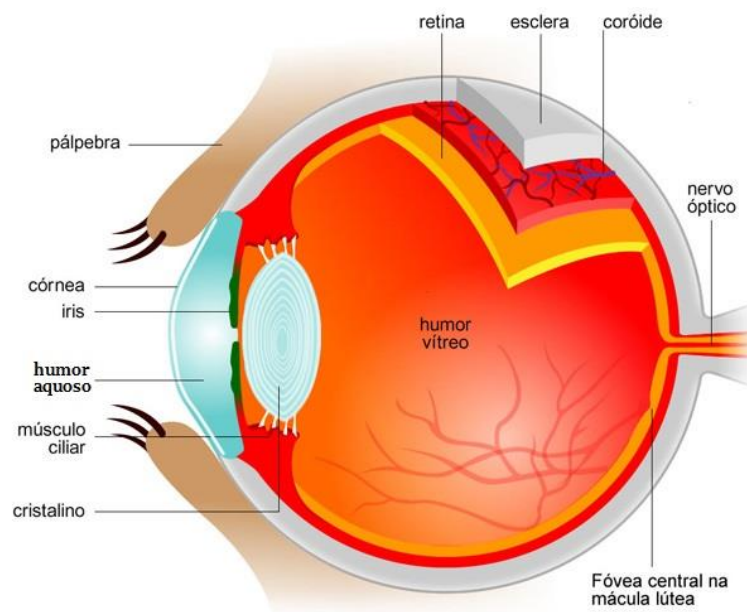
1. O que se observou quando os feixes luz se cruzaram? Porque isso aconteceu?

Resposta: Observou-se que apesar de haver cruzamento dos feixes de luz, não ocorreu mudança na propagação de nenhum dos raios. Isso é um dos princípios da óptica geométrica: cada raio de luz se propaga independente de outros.

Olho Humano

O olho humano é o órgão do sentido capaz de perceber a luz, as cores, as formas, os movimentos e espaços. Este órgão possui características primordiais que as câmaras mais sofisticadas não conseguem reproduzir (OKUNO; CALDAS; CHOW, 1982). Nosso olho possui um sistema automático de focalização de imagens, tanto a 25 cm como a distâncias muito maiores. A íris funciona como um diafragma, capaz de controlar a quantidade de luz que penetra no olho. Além de ser eficientemente capaz de proporcionar a visualização de objetos em ambientes com muita luz como em lugares pouco iluminados, também é capaz de formar imagens invertidas na retina, sendo papel do cérebro fazer a inversão da imagem de maneira que este fique como o objeto real. O olho humano (figura 7) possui como estruturas externas a pupila, a íris, a córnea, a pálpebra, a esclera, os músculos extrínsecos e o nervo óptico. Em seu interior se encontra o cristalino, o humor vítreo e aquoso, a coroide e a retina composta por fotorreceptores e células nervosas (DURAN, 2011).

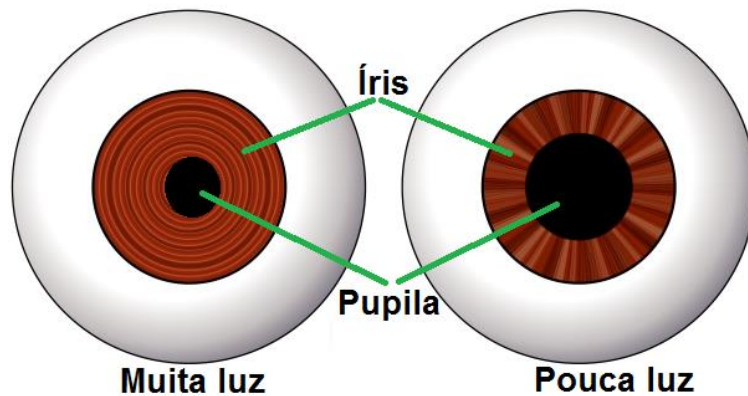
Figura 7 – Olho humano.



Fonte: < <http://goo.gl/qrBJnI> >

A pupila e a íris são responsáveis pela entrada de luz que penetra o olho. A primeira pode mudar o seu diâmetro, variando sua área em até 16 vezes (DURAN, 2011). A segunda é a parte colorida do órgão, podendo ser verde, azul, cinza e castanho. Esta irá depender da herança genética, em que participam dois ou mais pares de genes. Nos seres humanos, as variações de cores acontecem devido a melanina produzida pelo melanócitos (células produtoras de melanina) na íris. A pupila é capaz de controlar a quantidade de luz que é focalizada na retina pelo sistema de lentes, sendo incapaz de responder instantaneamente a variações de intensidade luminosa (figura 8). Em locais muito claros permanece contraída, permitindo pouca entrada de luz e em locais escuros, a pupila se dilata, facilitando a entrada de luz. Desse modo, são necessários pelo menos 5 segundos para ela se fechar e 300 segundos para se abrir ao máximo (OKUNO; CALDAS; CHOW, 1982).

Figura 8 – Dilatação da pupila.



Fonte: Elaborado pela autora.

A córnea é uma camada curva, clara e transparente, que juntamente com a esclera (conhecida como “branco do olho”), possui a função de proteção, compondo a parte fibrosa do olho. Além da parte protetora, esta componente funciona como uma lente, sendo a principal responsável pela focalização de luz na retina, isso porque a diferença do índice de refração do ar (1,00) e da córnea (1,37) é a maior comparada a outras componentes do olho (OKUNO; CALDAS; CHOW, 1982). Isso explica o porquê quando uma pessoa se encontra submerso na água ter o poder de focalização diminuído, já que o índice de refração da água (1,33) é praticamente igual ao da córnea (1,37).

O humor aquoso é um fluido incolor, transparente, constituído de água (98%) e sais dissolvidos (2%). É responsável por fornecer nutrientes à córnea e ao cristalino, e também por manter constante a pressão do olho, que em condições normais é menor que 22 mmHg. Esse fluido é produzido continuamente, cerca de 5 ml ao dia e seu excesso é drenado pelo canal de Schelemm (canal que recolhe o fluido em excesso e envia para a corrente sanguínea). Um problema na drenagem ou uma maior concentração de sais no humor aquoso leva a um aumento na pressão ocular, conhecida como glaucoma. Após a luz atravessar o humor aquoso, a luz encontra o cristalino, outra estrutura que também é responsável pela focalização da luz na retina. Este possui um formato encurvado envolto por uma membrana clara e elástica. Esta elasticidade diminui progressivamente com a idade, provocando alguns problemas de visão. É devido aos músculos ciliares em torno do cristalino, que se altera o formato do mesmo, mudando sua curvatura para facilitar a obtenção de raios na retina (TORTORA; DERRICKSON, 2010).

Em seguida os raios de luz atravessam o humor vítreo, uma substância clara e gelatinosa que preenche o espaço entre o cristalino e a retina de modo a manter a forma esférica do olho. O índice de refração nessa parte do olho é praticamente o mesmo do

cristalino, portanto os raios luminosos mantêm praticamente o mesmo curso estabelecido anteriormente.

Enfim a retina, parte do olho que possui uma rede de nervos, capaz de serem sensibilizados pela luz, onde ocorre a conversão de imagem luminosa em pulsos elétricos nervosos, que são levados ao cérebro para serem processados (OKUNO; CALDAS; CHOW, 1982). Na retina, os cones e os bastonetes são os dois tipos de fotorreceptores. Os cones são responsáveis pela visão detalhada da luz do dia, é devido a esse fotorreceptor que temos a percepção das cores. Segundo Okuno, Caldas e Chow (1982), os cones são sensíveis às cores primárias (azul, verde e vermelho), sendo as demais cores resultantes das combinações dessas. Estes fotorreceptores se concentram na parte central da retina, numa região chamada fóvea. A visão detalhada com grande luminosidade é conseguida movendo o globo ocular para manter a imagem nessa região. Os bastonetes cobrem quase toda a retina e funcionam com maior eficiência quando a luz está fraca, sendo pouco sensível a cores.

A coroide localiza-se entre a esclera e a retina, sendo responsável pela absorção da luz que chega à retina, evitando reflexão.

Maquete do Olho Humano

Materiais

- Uma bola de isopor de 15 cm de diâmetro;
- Um estilete;
- Uma forma de ovo de páscoa liso, de 250 gramas;
- Bastão de cola quente;
- Pistola de cola quente;
- Tinta guache nas cores: alaranjada, amarela, preta, azul e rosa;
- Pinceis de tinta;
- Papel bolha;
- Uma lupa;
- Uma tampa de PVC;
- Um balão liso transparente.

Como fazer

- Pegue o estilete e faça um corte transversal em uma das partes da bola de isopor que se conectam, como representado pelo número 1 da figura 9;
- Encaixe essa parte cortada com a outra metade da bola. Use a cola de isopor para fixar e espere secar (isto representará a parte externa do olho);
- Faça um pequeno furo, de 2,5 cm de diâmetro, no meio da ligação do isopor que você acabou de colar (isto representará a pupila);
- Faça um pequeno furo de 1 cm de diâmetro, no lado oposto ao que você acabou de fazer, porém um pouco mais abaixo (isto representará o início do nervo óptico);
- Tire a lente da lupa e cole-a na parte interna da bola de isopor, de tal forma que “cubra” o orifício de 2,5 cm de diâmetro (isto representará o cristalino);
- Pegue a forma de ovo de páscoa e recorte um círculo de aproximadamente 6 cm de diâmetro (isto representará a córnea);
- Repita o procedimento anterior com o papel bolha (isto representará o humor aquoso);
- Com o recorte em círculo da forma do ovo de páscoa, centralize-o sobre o orifício e o contorne-o com um lápis;
- Pinte o orifício de 2,5 cm de diâmetro (entre a parte externa e interna da bola) com a cor preta;
- Pinte a região externa circulada por você com a cor azul (isto representará a íris) e espere secar;
- Coloque na parte interna do círculo recortado da forma do ovo de páscoa o papel bolha recortado e despeje cola de isopor sobre a borda do círculo.
- Centralize o conjunto em frente ao orifício de 2,5 cm de diâmetro e cole-o no isopor, como representado pelo número 2 da figura 9;
- Pinte a parte interna da bola com a cor alaranjada e espere secar;
- Utilize a cola quente para fazer as ramificações em torno da lente da lupa, como representado pelo número 3 da figura 9;
- Pinte essas ramificações com a cor rosa (isto representará os músculos ciliares);
- Pinte com as cores amarelo e vermelho as demais partes do olho representadas pelos números 4 e 5;
- Encha o balão com água de modo que caiba dentro do isopor;
- Coloque o balão com água dentro do aparato como representado na figura 10;

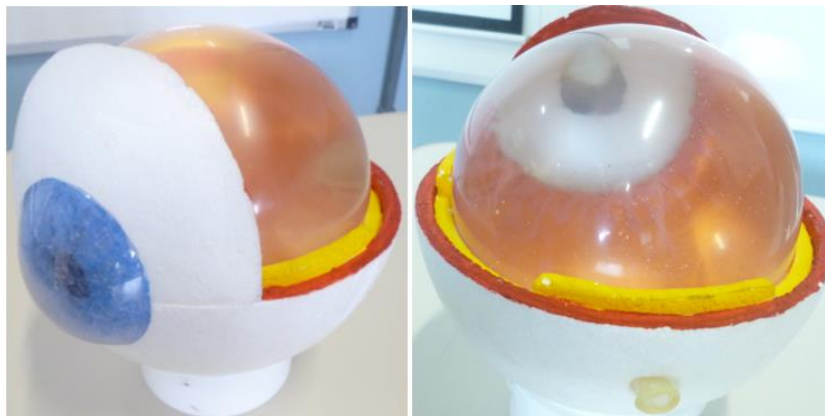
- Coloque o aparato sobre a tampa de PVC, que servirá de suporte.

Figura 9 – Construção do olho



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 10 – Maquete do olho humano.



Fonte: Elaborado pela autora.

Ler e Refletir

- **Por que temos dois olhos e não apenas um?**

Resposta: Esse fato permite que vejamos os objetos em três dimensões. Cada olho recebe a luz vinda do objeto de uma determinada posição. Ambos os olhos captam imagens ligeiramente distintas as interpretando e através do cérebro avaliando a distância que o objeto se encontra. É o cérebro que leva em conta as diferenças entre as imagens se encarregando de fundi-las em uma única imagem (ORLANDI, 2013).

Assim como o ser humano, os macacos, os gatos, os cachorros e entre outros, possuem visão binocular. Desse modo, os olhos dessas espécies se encontram na parte frontal da cabeça, facilitando uma visão tridimensional e uma melhor avaliação de distância.

- **Como se forma a remela?**³

Aquela pelota amarela ou branca que se forma no canto dos olhos quando acordamos é uma espécie de sobra das lágrimas.

Por: Yuri Vasconcelos

Aquela pelota amarela ou branca que se forma no canto dos olhos quando acordamos é uma espécie de sobra das lágrimas. Essencial para a lubrificação dos olhos, a lágrima é formada por 3 componentes: uma camada de muco, que aprisiona partículas de poeira; uma camada líquida, que fornece sal, proteínas e outros componentes importantes para a saúde da córnea; e uma camada gordurosa, mais externa, que ajuda a prevenir a evaporação da lágrima na superfície do olho. Depois que as lágrimas são produzidas, elas se espalham pelo olho graças ao movimento de abrir e fechar das pálpebras. O excesso do fluido lacrimal é empurrado para o canto do olho, junto com poeira e todo tipo de sujeira que chega à nossa visão. À noite, nossas glândulas lacrimais reduzem a produção da parte aquosa da lágrima, mas continuam a produzir muco e gordura. O ressecamento dessa meleca dá origem à remela – ou ramela, as duas formas estão certas. Em geral, ela não é sinal de problemas, mas, se a produção for excessiva e esverdeada, pode estar rolando uma infecção na conjuntiva, a membrana que cobre a parte interna das pálpebras. Daí, é preciso consultar um oftalmologista para se ver livre do incômodo e evitar problemas.

Experimento 4: Alvo

Materiais:

- Dois lápis ou canetas;
- Auxílio de um colega.

Como fazer:

- Você e seu colega seguram um lápis cada um com a mão direita esticada;
- Mantenha seu olho fechado com sua mão esquerda;
- Tentem encostar a ponta dos dois lápis;
- Repita os procedimentos com os dois olhos abertos.

Questões:

1. O que aconteceu quando você estava com um dos olhos cobertos e você e seu colega tentaram encostar as pontas dos lápis? Por que isso acontece?

Resposta: Não foi possível encostar as pontas dos lápis com um dos olhos cobertos. Isso acontece devido a visão binocular do ser humano ao qual permite uma avaliação de

³ Fonte: <http://super.abril.com.br/ciencia/como-se-forma-a-remela>

distância, fornecendo uma visão tridimensional. O cérebro recebe informações de cada olho e as interpreta, em conjunto, com muito mais eficiência.

Experimento 5: Pontaria

Materiais:

- Você.

Como fazer:

- Tape o olho esquerdo com a mão esquerda;
- Estique o braço direito e aponte para um objeto distante;
- Com a mão esquerda, descubra o olho esquerdo e tape o olho direito, com cuidado para não mover o braço direito.

Questões:

1. Houve alguma modificação na direção em que você estava apontando para o objeto? Porque isso acontece?

Resposta: Sim, houve modificação. Isso acontece em virtude de cada olho enxergar imagens ligeiramente distintas. É o cérebro que interpreta essas imagens para nós, por isso quando vemos com os dois olhos não conseguimos ter essa percepção de diferença.

Experimento 6: Câmara escura com furo

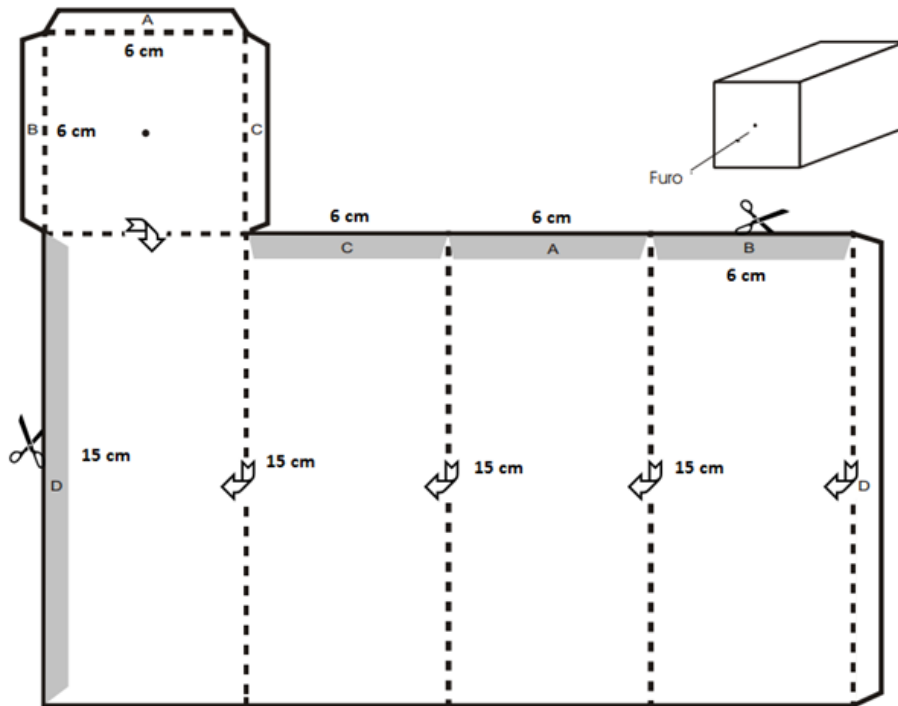
Materiais:

- Papel cartão preto;
- Pedaco de papel vegetal;
- Régua;
- Cola;
- Tesoura.

Como fazer:

- Construa uma caixa de papel cartão, com a face preta voltada para dentro, seguindo as orientações da figura 11;
- No meio de uma das faces faça um orifício e na face oposta deixe a abertura;

Figura 11 – Câmara escura com furo.



Fonte: < <https://goo.gl/VvXp0V> >

- Construa uma caixa de papel cartão sem tampa que deve ter uma aresta pouco menor que a outra (por exemplo, 5,8 cm) de forma a poder deslizar dentro dela (Figura 12);
- Em uma das aberturas será afixado o papel vegetal, não esqueça de deixar uma pequena borda para ele poder ser colado na caixa.

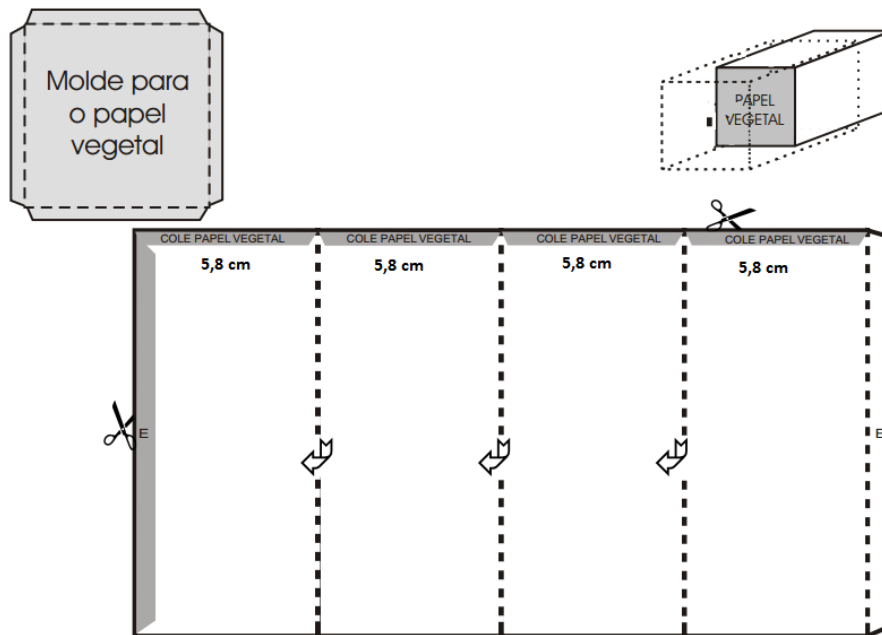


Figura 12. Caixa de papel cartão sem tampa.

Fonte: < <https://goo.gl/VvXp0V> >

- Encaixe as caixas;
- Dirija a face com orifício para uma janela ou um lugar bem iluminado (chama de uma vela) e observe.

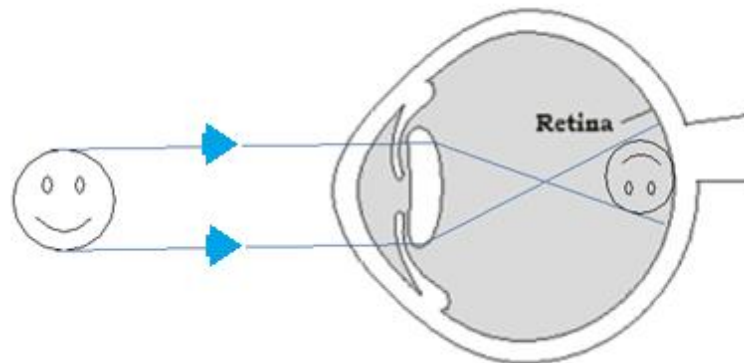
Questões

1. Como são as imagens observadas por meio do uso do aparato? Por que isso acontece?
2. É possível utilizar a câmara escura em um ambiente com pouca luminosidade? Por quê?

Respostas

1. As imagens projetadas no papel vegetal são invertidas e em tamanho reduzido, em virtude da luz se propagar em linha reta. Isso acontece a todo instante quando observamos os objetos. As imagens projetadas sobre a retina são invertidas em relação aos objetos vistos (figura 13). O cérebro se encarrega de fazer a interpretação dessa imagem, fazendo não se perceber essa inversão.

Figura 13 – Imagem na retina de cabeça para baixo.



Fonte: Elaborado pela autora.

2. Não é possível utilizar a câmara escura em um ambiente com pouca luz, pois para a imagem ser projetada sobre o papel vegetal é necessário que se tenha luz. Caso contrário não será observado nada.

Experimento 7: Dentro do olho

Materiais

- Papel seda;
- Cartolina;
- Lanterna;
- Uma lupa;
- Massa de modelar;
- Fita adesiva;
- Três caixas de leite;
- Globo de vidro de base chata com água.

Como fazer

- Cole com a fita adesiva o papel seda em um dos lados do globo de vidro;
- Dobre a cartolina no meio e recorte uma figura. Desdobre-a;
- Pegue uma caixa de leite e retire a parte superior e a parte inferior da caixa;
- Cole em uma das extremidades da caixa de leite a cartolina com a figura que você recortou (Figura 14);
- Fixe essa caixa sobre a outra caixa de leite, essa servirá de suporte;
- Coloque a lanterna dentro da caixa em que a figura foi colada;

- Faça da última caixa de leite um suporte para segurar a lupa, para isso fixe a lupa na caixa com a massa de modelar em seu interior (Figura 14);
- Acenda a lanterna e movimente a lupa para frente e para trás até a imagem ficar nítida (Figura 15).

Figura 14 – Esquema do aparato montado.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 15 – Imagem projetada no papel seda.



Fonte: Elaborado pela autora.

Questões

1. Qual parte do olho o papel vegetal está representando? Por quê? E o conjunto lupa e globo com água?

Resposta: O papel vegetal representa a “retina”, que fica no final do olho. É responsável por captar a luz e transmitir ao cérebro. O conjunto lupa e globo com água representam

as partes transparentes dos nossos olhos, ao qual desviam o raio de luz fazendo a imagem se formar de cabeça para baixo na retina.

Experimento 8: Câmara escura com lente

Materiais

- Uma lupa;
- 15 cm (aproximadamente) de cano de PVC de 100 mm;
- Uma bola de isopor de 30 cm de diâmetro;
- Papel vegetal;
- Tesoura;
- Estilete;
- Pinceis;
- Um spray de tinta preta fosca;
- Tinta guache azul e preta.

Como fazer

- Abra a bola de isopor;
- Em uma das metades da bola de isopor, faça um pequeno orifício de aproximadamente 3 cm de diâmetro no lado oposto a extremidade aberta;
- Faça o mesmo procedimento anterior, porém o orifício deverá ter o mesmo tamanho da abertura do cano de PVC;
- Pinte a parte interna da bola com o spray de tinta preta fosca;
- Com a cola de isopor cole a lente na parte interna da bola com o orifício de 3 cm de diâmetro;
- Faça um círculo com o papel vegetal de modo que este seja um pouco maior que a abertura do cano de PVC. Recorte-o;
- Cole o círculo de papel vegetal em uma das extremidades do cano de PVC, recorte o excesso;
- Encaixe o cano de PVC no orifício que possui a mesma abertura do cano. O papel vegetal deve ficar voltado para parte interna da bola (Figura 16);
- Desenhe e pinte a íris na parte externa da metade da bola que possui a lente (Figura 16);

- Encaixe as metades da bola de isopor, mire para um lugar que tenha luz e movimente o cano de PVC até a imagem ficar nítida (Figura 17).

Figura 16 – Esquema de montagem.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 17 – Câmara escura com lente montada.



Fonte: Elaborado pela autora.

Questões

1. Qual parte do olho o papel vegetal e a lente da lupa estão representando?

Resposta: O papel vegetal representa a retina e a lente da lupa simboliza as estruturas transparentes do olho (córnea, humor aquoso, cristalino e humor vítreo).

Experimento 9: Focalizando imagens

Materiais:

- Dois objetos quaisquer.

Como se faz:

- Coloque um objeto a uma distância de 2 m de você;
- Na mesma direção do primeiro objeto coloque o outro aproximadamente a 30 cm de você.
- Feche um olho e tente visualizar o objeto que está a 30 cm de você;
- Feche um olho e tente visualizar o objeto que está a 2 m de você.

Questões:

1. Foi possível a observação de maneira nítida dos objetos nos dois casos mencionados no experimento? Justifique.

Resposta: Não. No primeiro caso quando foi observado o objeto a 30 cm o objeto distante não ficava nítido. No segundo caso o objeto distante ficou nítido e o que estava próximo não. Isso acontece em virtude da capacidade que o olho possui de focalizar objetos próximos ou distantes. Isso se deve aos músculos existentes em torno do cristalino que conseguem alterar seu formato.

Reflexão e Refração da Luz

Quando um raio luminoso atinge uma superfície lisa que separa dois meios transparentes, tais como o ar e o vidro, parte do raio luminoso é refletido (volta para o meio de origem) e parte do raio é refratado (passa para o outro material), conforme ilustrado na figura 18.

Figura 18 – Reflexão e refração.



Fonte: Sears e Zemansky, p. 4.

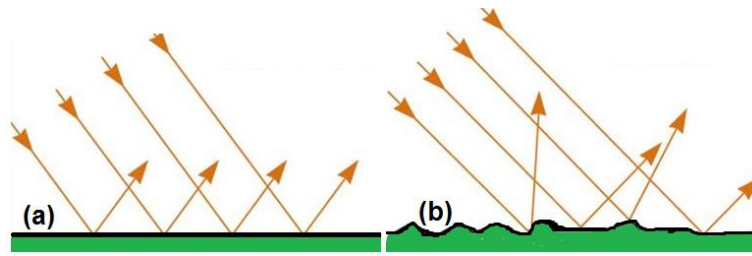
Reflexão é o fenômeno que permite a luz voltar a se propagar no meio de origem, após incidir sobre uma superfície. Quando os raios de luz proveniente de alguma fonte luminosa atingem um objeto e são refletidos, os raios de luz chegam aos nossos olhos permitindo que tal objeto seja visualizado.

Refração é o fenômeno no qual um material permite a transmissão dos raios luminosos que incidem sobre ele. Quando um raio luminoso é refratado, muitas vezes acontece a mudança da trajetória do raio de luz em relação à trajetória original.

Os corpos podem transmitir ou refletir toda a luz incidente ou ainda absorver parte e refletir o restante. Se a superfície não for um absorvedor perfeito, alguma parcela de luz é refletida. Dessa maneira, caso a superfície seja polida, os raios refletidos serão paralelos, como ilustrado na figura 19 (a). A reflexão de uma superfície polida é denominada reflexão especular. Caso a superfície seja irregular, os raios luminosos são refletidos em várias direções, como ilustrado na figura 19 (b). Isso é decorrente das irregularidades das superfícies dos corpos. A reflexão de uma superfície áspera é denominada reflexão difusa (HALLIDAY; RESNICK, 2009).

A reflexão especular é necessária para a formação de imagens definidas. Se a superfície for irregular, ocorre a reflexão difusa e a imagem não fica nítida. Ambos tipos de reflexão acontecem na superfície de uma estrada quando você dirige à noite. Em uma noite chuvosa, as irregularidades da pista são preenchidas pela água, deixando a superfície lisa (reflexão especular). Em uma noite seca, a luz é espalhada para fora da estrada em diferentes direções (reflexão difusa).

Figura 19 – (a) Reflexão especular (b) Reflexão difusa.



Fonte: Elaborado pela autora.

Aprofundamento: Leis da Reflexão e Refração da Luz

Dos estudos experimentais das direções dos raios incidentes, refletidos e refratados em uma interface lisa entre dois meios transparentes levaram a três leis fundamentais (SERWAY; JEWETT JR, 2004):

1. O raio incidente, o refletido e o refratado estão no mesmo plano que a reta normal à superfície;
2. O ângulo de reflexão θ_r é sempre igual ao ângulo de incidência θ_a em relação a reta normal para qualquer material;
3. Para a luz monocromática (formada por uma única cor) e um dado par de materiais a e b, separados pela interface, a razão entre o seno dos ângulos θ_a e θ_b é igual ao inverso da razão entre os índices de refração.

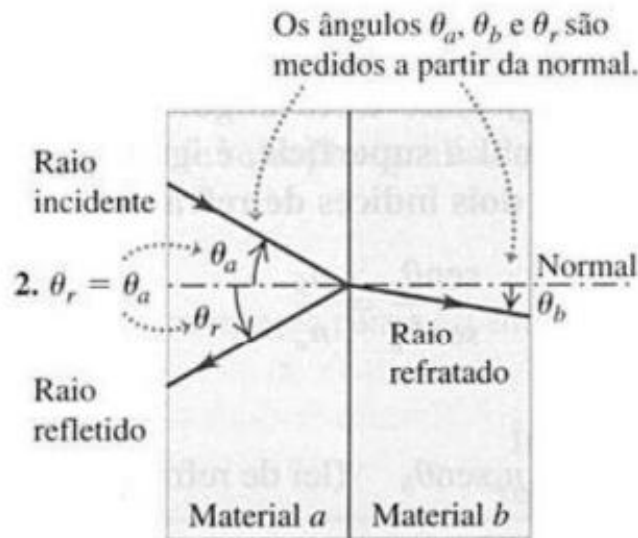
$$\frac{\text{sen}\theta_a}{\text{sen}\theta_b} = \frac{n_b}{n_a} \quad (1)$$

Ou

$$n_a \text{sen}\theta_a = n_b \text{sen}\theta_b \quad (2)$$

A refração acontece sempre que a luz passa de um meio para outro, ocorrendo em muitos casos um desvio na trajetória do raio de luz. Isso acontece por que a velocidade de propagação em cada meio é diferente. Nesse processo, parte do raio é refletido e parte é refratado (Figura 20).

Figura 20 – Raio de luz refletido e refratado.



Fonte: Sears e Zemanky, p. 5.

O raio que penetra no segundo meio experimenta uma mudança de direção. Enquanto a luz se propaga no ar, sua velocidade é de aproximadamente 3×10^8 m/s. Ao entrar no vidro, sua velocidade é reduzida a mais ou menos 2×10^8 m/s. Desse modo, o raio refratado se aproxima da reta normal (reta perpendicular a superfície), caso aconteça o contrário, o raio refratado se afastará da reta normal. Isso acontece em razão da luz interagir com os átomos do vidro, fazendo eles vibrarem. Essa vibração é transmitida átomo por átomo, e isso requer tempo para acontecer. Essas absorções e emissões causam a diminuição da velocidade média da luz através do vidro. Se caso a luz retornar para o ar, a velocidade média volta ao seu valor original (SERWAY; JEWETT JR, 2004).

Portanto, a luz muitas vezes sofre um desvio na sua trajetória ao ser refratada em virtude da velocidade média da luz ser diferente nos dois meios. Com isso, pode-se definir uma grandeza chamada *índice de refração* de um material, designada pela letra *n* como sendo a razão entre a velocidade da luz no material (*v*) e a velocidade da luz no vácuo (*c*):

$$n = \frac{c}{v} \quad (3)$$

Este é um número adimensional maior ou igual a 1, em consequência de *v* ser menor do que *c*. Os índices de refração para algumas substâncias estão representados na tabela 1. Note que, quanto maior o valor de *n*, mais refringente é o meio e menor será a velocidade da luz, em relação ao ar. Portanto, se um raio de luz partir de um meio com

índice de refração menor para um outro meio com índice de refração maior, o raio refratado se aproximará da normal, caso contrário, se afastará.

Tabela 1 – Índices de refração de alguns materiais.

Meio Material	Índice de refração (n)
Ar seco (0°C, 1 atm)	≈ 1 (1,000293)
Dióxido de carbônico (0°C, 1atm)	≈ 1 (1,00045)
Gelo (-8°C)	1,309
Água (20°C)	1,333
Etanol (20°C)	1,361
Tetracloroeto de carbono (20°C)	1,461
Glicerina(20°C)	1,473
Poliestireno(20°C)	1,49
Vidro (20°C)	de 1,4 a 1,7
Diamante(20°C)	2,419

Fonte: Serway e Jewett Jr, p. 991.

Vale lembra que quando observamos um objeto o raio de luz passa por algumas lentes naturais sofrendo refração, devido a diferentes meios (Tabela 2).

Tabela 2 – Índice de refração do olho.

Parte do olho	Índice de refração (n)
Córnea	1,37-1,38
Humor aquoso	1,33
Cristalino	1,38-1,41
Humor vítreo	1,33

Fonte: Okuno, Caldas e Chow, 1982, p. 56.

Para explorar esses conceitos utilize o simulador⁴ do projeto PhET Simulações Interativas da Universidade de Colorado Boulder. Neste você poderá mudar o meio de propagação da luz, alterar o ângulo de reflexão do feixe e utilizar diferentes formas geométricas a fim de iniciar uma discussão sobre a formação do arco-íris.

Experimento 10: Vendo Dobrado

Materiais:

- Caneta ou lápis;

⁴ Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/bending-light>.

- Água;
- Copo transparente.

Como fazer:

- Coloque água no copo transparente (meio copo);
- Ponha uma caneta dentro do copo com água e observe.

Questões:

1. O que aconteceu com a caneta? Sua aparência mudou?

Resposta: A caneta parece quebrada. Isso acontece em virtude do fenômeno da refração, como a luz atravessa dois meios distintos, ar e água, sua velocidade de propagação muda, com isso os raios de luz acabam sofrendo desvios em sua trajetória, por isso parece estar quebrada.

Experimento 11: Mágica

Materiais:

- Moedas;
- Copo opaco;
- Água.

Como fazer:

- Coloque a moeda no meio do copo;
- Se posicione na frente do copo de tal forma que você não consiga observar a moeda dentro do recipiente;
- Peça para um colega bem devagar despejar a água no copo e observe.

Questões:

1. Quando seu colega despejou água no recipiente você observou algo que antes não conseguia observar? O que fez isso acontecer?

Resposta: Quando foi despejada água no recipiente a moeda que antes não estava sendo observada passou a ser vista pelo observador. Isso acontece porque a luz que sai da moeda sofre refração desviando sua trajetória ao atravessar a superfície da água até chegar aos olhos do observador. Desse modo, se tem a impressão de que a moeda está

em uma posição superior de onde ela realmente se encontra, como se o fundo do recipiente fosse mais alto.

Cores dos Corpos

Isaac Newton, no século XVII, observou que a luz branca resultava da combinação de luzes de diferentes cores. Com isso, conseguiu explicar um fenômeno natural que por muitos anos deixou vários estudiosos intrigados: o arco-íris. Atualmente se sabe que há três fatores responsáveis pela nossa percepção das cores: uma fonte de luz, a capacidade do olho humano diferenciar os estímulos produzidos pela mesma e os próprios materiais (OKUNO; CALDAS; CHOW, 1982).

As cores que enxergamos, são na verdade, a decomposição da luz branca, correspondendo às cores de luz que são refletidas difusamente pelos objetos. Essas componentes podem ser observadas quando, por exemplo, a luz atravessar um prisma, sendo desviada, ou mesmo na formação do arco-íris. Pode-se dizer que esse fenômeno ocorre devido a processos conhecidos na Física por reflexão, refração e dispersão da luz (existem alguns vídeos⁵ que ilustram esses conceitos).

A reflexão e refração foram discutidas anteriormente. Já a dispersão da luz é observada quando, por exemplo, um feixe de luz branca atravessa um prisma, como consequência, há a separação das cores. O fenômeno que é observado ocorre porque a luz é policromática (formada por duas ou mais cores), caso tivesse uma luz monocromática (formada por uma única cor), não seria observada a dispersão.

A formação de um arco-íris acontece quando a luz proveniente do Sol incide obliquamente nas gotas de água suspensas no ar e sofre dispersão. Ao mudar de meio de propagação, nesse caso do ar para a água, a luz sofre refração juntamente com o desvio da luz. Após, os raios originados da decomposição da luz branca sofre reflexão. Esses são refletidos internamente pelas paredes das gotas, retornando para a atmosfera e propiciando a visualização do arco-íris.

Se um indivíduo possui a visão “normal”, os objetos quando iluminados por uma luz atravessa várias camadas de células até chegar àquela que a energia será captada (figura 21). Os cones e bastonetes possuem segmentos que são fotossensíveis, logo são sensíveis a energia da luz. A imagem fornecida pelos cones é mais nítida, pois esses são

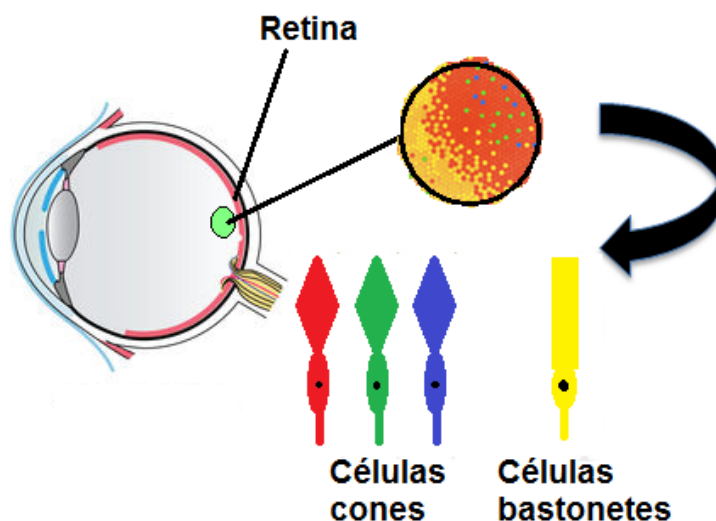
⁵ Como exemplos de vídeos:

<<https://www.youtube.com/watch?v=DbMigMVI0Cc>> Kika - De onde vem o arco íris)

<<https://www.youtube.com/watch?v=is9IsFlzaGM>> O Show da Luna! O Arco-Íris - Episódio Completo.

responsáveis pela percepção das cores para condições diurnas de grande luminosidade. Há três tipos de cones que excitam nossos olhos: um com luz vermelha, outro com a luz verde e o último com a luz azul. Caso não exista cones sensíveis à determinada cor ocorre o daltonismo (a pessoa não enxerga determinadas cores). Numa visão noturna, mobilizam-se os bastonetes, onde o mesmo apresenta uma percepção acromática, de baixa acuidade resultante da baixa luminosidade (TORTORA; DERRICKSON, 2010).

Figura 21 – Cones e bastonetes.



Fonte: Elaborado pela autora.

É importante lembrar, que um objeto é observado quando o mesmo recebe luz de uma fonte luminosa. Caso um objeto qualquer possua cor azul, quando iluminado com uma luz branca absorverá todas as demais cores e refletirá o azul. Entretanto quando iluminado com uma luz monocromática verde, este será visualizado preto, pois absorverá todo o feixe verde e não refletirá nada.

A simulação⁶ criada através do projeto PhET Simulações Interativas da Universidade de Colorado Boulder tenta mostrar esse efeito.

Experimento 12: Disco de Newton

Materiais:

- Pedacos de papelão;

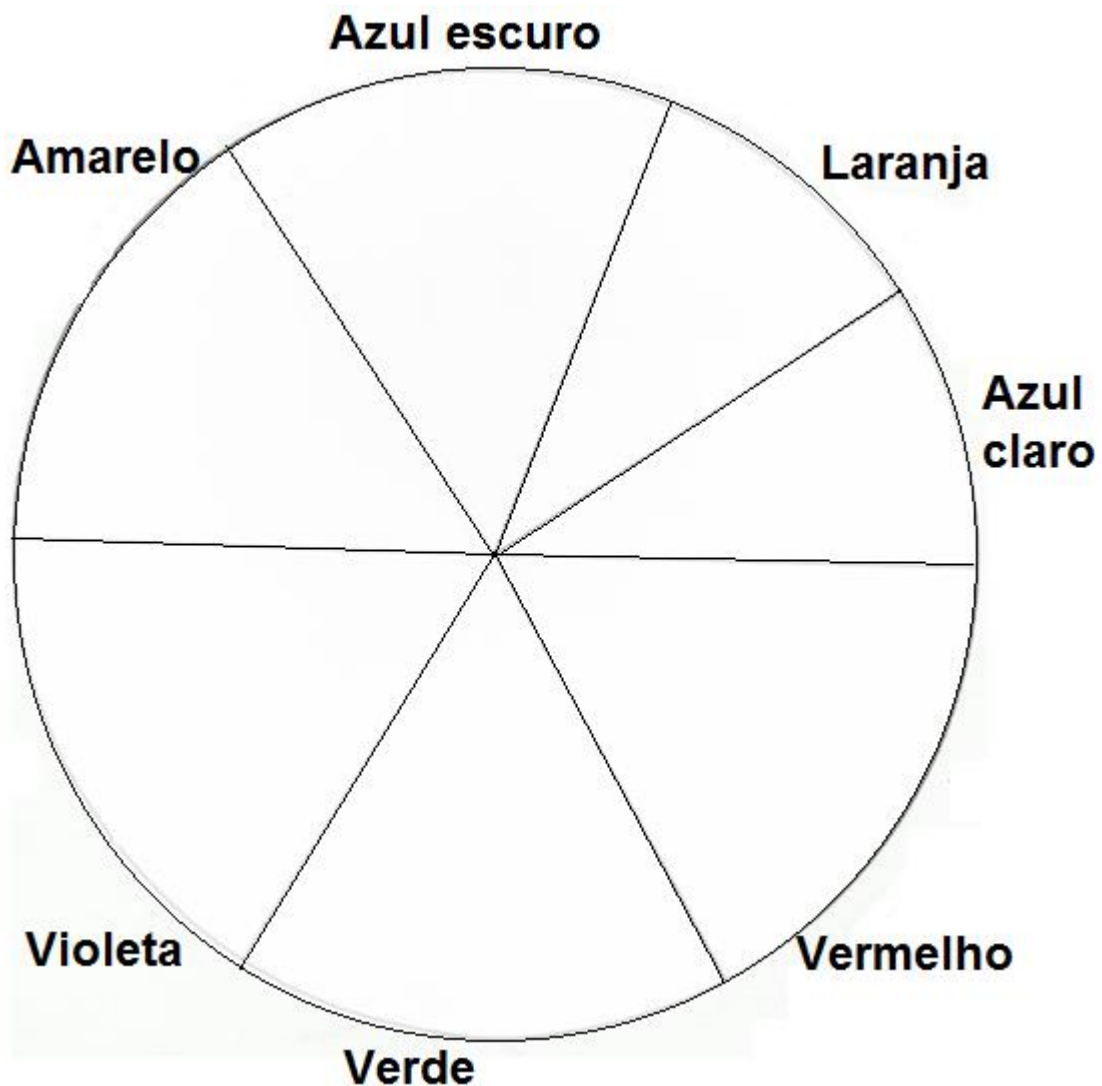
⁶ Disponível em: < https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/color-vision >

- Lápis;
- Tesoura;
- Lápis de cor;
- Régua;
- Borracha;
- Cola;
- Figura para recorte do disco.

Como fazer:

- Pinte a figura 22 seguindo a sequência de cores indicada no desenho;
- Cole o disco no papelão e recorte-o;
- Faça um furo no meio do disco com a ajuda do lápis preto;
- Gire velozmente o lápis e observe.

Figura 22 – Disco de Newton.



Fonte: Valadares, 2012.

Questões:

1. O que aconteceu quando o disco foi girado velozmente?

Resposta: A luz branca é a composição de todas as cores. Quando misturadas, essas dão um efeito aproximado da cor branca. Isso acontece devido às cores pintadas no disco não serem exatamente iguais à composição da luz de cada cor (vermelha, por exemplo).

Daltonismo

O daltonismo é um distúrbio da visão ocasionado pela ausência de determinadas células nervosas (cones), que interfere na percepção das cores. Dependendo do tipo de daltonismo é possível corrigir com lentes. De acordo com EnChroma® Color for the Color Blind™, empresa que fabrica tais lentes, ela é constituída por uma camada extra que é capaz de filtrar a luz de modo que certos tons sejam intensificados (tons que os daltônicos têm dificuldade em enxergar) (ENCHROMA, 2015).

Os tipos de daltonismo que possuem correção são: protanopia e deuteranopia. Os dois se caracterizam pela falta de um dos três cones presente na retina. No primeiro, as células receptoras ausentes são para aquelas que interpretam a radiação vermelha e no segundo as que interpretam a radiação para o verde. O tritanopia está em estudo para correção e as células receptoras faltantes são para a radiação azul.

Há ainda um grupo muito pequeno de pessoas que possui visão acromática, ou seja, enxergam o mundo em tons de cinza, branco e preto. O vídeo⁷ produzido pela Valspar Color For The Colorblind destaca as reações de pessoas daltônicas observando um mundo com algumas cores que na conseguiam ver pela primeira vez.

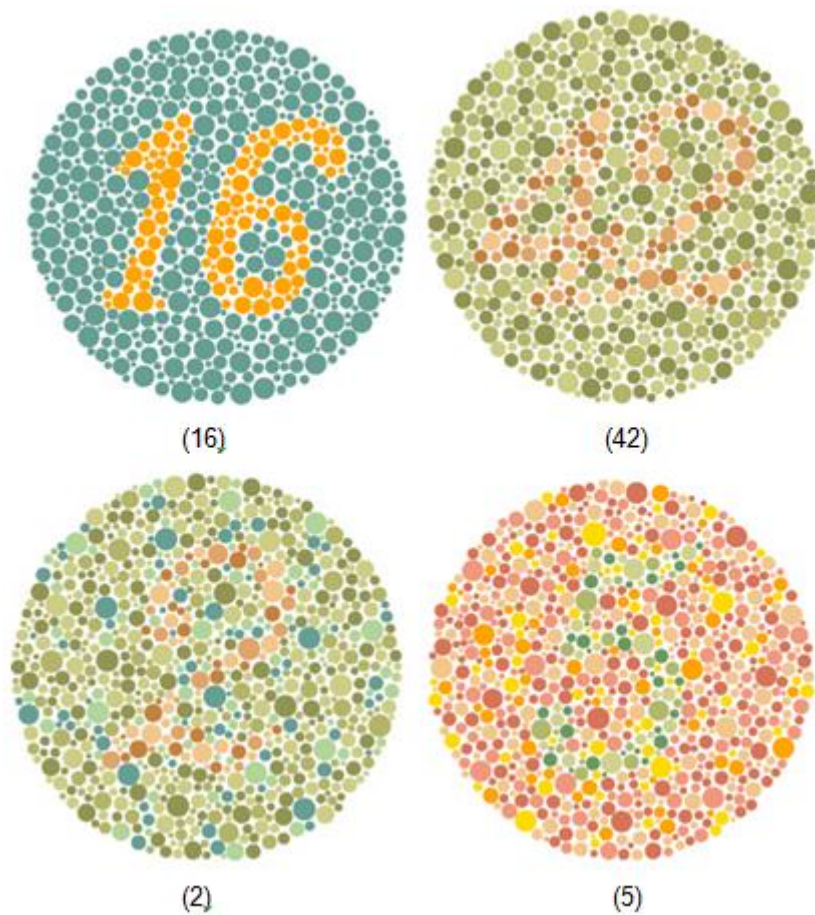
Existem alguns métodos para diagnosticar o daltonismo, um deles é o Teste de cores de Ishihara. Este foi criado em 1917, pelo Dr. Shinobu Ishihara (1879-1963), um professor da Universidade de Tóquio. O teste consiste de cartões pontilhados (Figura 23) em várias tonalidades. Nesses aparecem normalmente letras ou algarismo, contendo pontos com tonalidade próximas, de tal forma que possa ser identificado por uma pessoa não daltônica. Para um daltônico essa identificação será dificultada pela proximidade das tonalidades de tais pontos.

Das figuras ilustradas, todos os indivíduos devem ser capazes de identificar o número 16, inclusive um daltônico. Nas demais ilustrações, uma pessoa não daltônica deve observar o número descrito logo abaixo do cartão. Pensando nisso, o site X-Rite

⁷ Disponível em: < https://www.youtube.com/embed/ea_xOqNvntA?feature=player_embedded >

desenvolveu um teste⁸ chamado desafio de cores online que permite a pessoa verificar quão bem vê as cores por variações de tonalidades, ordenando diversos quadradinhos. Outro aspecto interessante, é que quanto mais baixo for o resultado, melhor está sua visão para cores. Saiba que uma de 255 mulheres e um dentre cada 12 homens possuem algum tipo de deficiência na visão das cores.

Figura 23 – Teste com cartões pontilhados.



Fonte: < <http://goo.gl/nI6PQL> >

Para descontrair, segue a charge:

⁸ Disponível em: <<http://www.xrite.com/online-color-test-challenge>>.

Figura 24 – Camaleão daltônico.



Fonte: < <http://goo.gl/UGWcLV> >

O camaleão é um animal que muda de cor para se camuflar com o meio que o rodeia. Leonardo sendo daltônico utilizou a cor errada e foi capturado por uma ave.

A Retina e o Cérebro

A luz, proveniente de um objeto, atravessa os meios transparentes do olho e chega à retina. Então, é convertida em impulsos elétricos, que são levados ao cérebro através dos nervos e vias ópticas. Os impulsos são decodificados na forma de uma impressão visual. Como cada olho oferece imagem de um ângulo diferente, o cérebro acaba recebendo duas imagens. Quando as une numa impressão visual única, gera um efeito tridimensional. Esse fenômeno só é possível em virtude da mistura de informações da retina. Não há a mesma sensibilidade visual por toda a extensão da retina. Esta possui uma área pequena, aproximadamente do tamanho da cabeça de um alfinete próximo do disco óptico. Esse é o local onde o nervo óptico penetra no olho. Nessa região não existem fotorreceptores, sendo completamente cego (SOUSA, 1997). Toda demais extensão da retina é responsável pela visão. Para demonstração do ponto cego observe a figura 25 e siga as instruções:

Figura 25 – Encontrando o ponto cego.



Fonte: Arquivo da autora

- Feche o olho esquerdo e olhe para o X;

- Aproxime-se lentamente da figura até de 30 cm (nesse momento o círculo desaparece);
- Feche o olho direito e olhe para o círculo;
- Aproxime-se lentamente da figura até ficar a uma distância de 30 cm (nesse momento o X desaparece).

Problemas de Visão

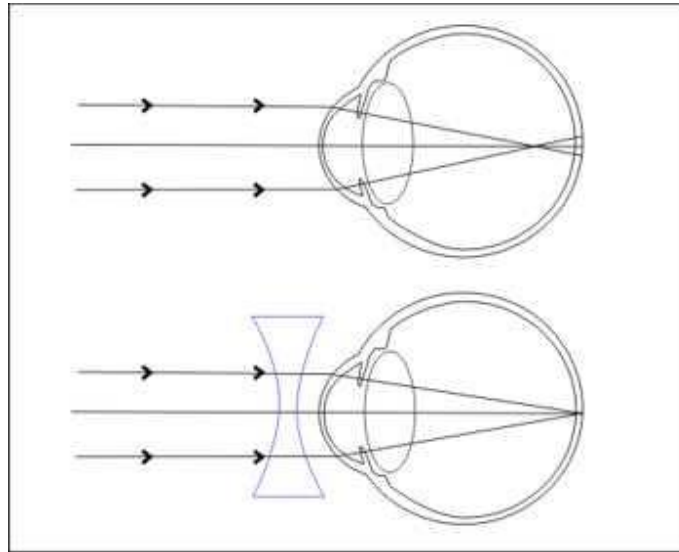
Segundo Okuno, Caldas e Chow (1982), “os defeitos mais comuns da visão humana são devido ao sistema de refração do olho”. Esses podem ser corrigidos pelo uso de lente, de acordo com o problema de visão. Esses estão relacionados à focalização, ou seja, o olho não produz imagens nítidas dos objetos.

De acordo com Duran (2011), “um olho normal pode focalizar nitidamente objetos localizados a distâncias que vão desde o infinito até aproximadamente 15 cm a sua frente”. A posição desse ponto próximo do olho varia com a curvatura do cristalino. A idade da pessoa influencia em sua localização. Normalmente, quando a pessoa envelhece o ponto se afasta gradualmente. Esse afastamento em virtude a idade do individuo denomina-se presbitismo ou presbiopia. Como isso acontece na maioria dos olhos normais, acaba por não ser considerado um problema de visão, apesar de a sua correção ser por meio de lente convergente.

Um olho normal forma na retina a imagem de objetos, porém há problemas de visão devido à desarmonia entre o sistema óptico do olho e seu comprimento axial. Esses são:

- Miopia: ocasionado devido um globo ocular comprido ou a córnea do olho muito curvada, não permitindo a focalização na retina de objetos distantes. Esta acontece antes da retina e sua correção é por meio de lente divergente (Figura 26).

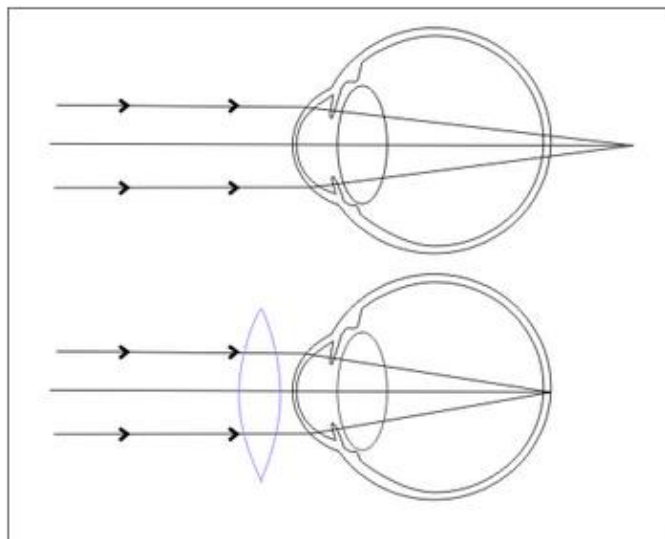
Figura 26 – Problemas de visão – miopia.



Fonte: < <http://www.ceoportoalegre.com.br/miopia/> >

- Hipermetropia: ocasionado devido um globo ocular curto, não conseguindo focalizar na retina objetos próximo. A focalização acontece atrás da retina e sua correção é por meio de lente convergente (Figura 27).

Figura 27 – Problemas de visão – hipermetropia.



Fonte: < <http://www.ceoportoalegre.com.br/hipermetropia/> >

- Astigmatismo: ocasionado em razão da perda de focalização em determinadas direções. Acontece quando o cristalino ou a córnea possui uma forma irregular.

A perda de esfericidade produz imagens distorcidas e/ou borradas na retina, sua correção é por meio de lentes cilíndricas.

Ler e Refletir

*Cuide de seus olhos*⁹

Se eles estão funcionando bem, são o principal órgão sensorial, as janelas por onde o cérebro percebe o mundo. E o melhor: a maioria dos problemas pode ser evitada com uma visita ao oftalmologista.

Alimentos que fazem bem à vista

Cinco vitaminas presentes em frutas e verduras são essenciais para o bom funcionamento dos olhos e para prevenir os problemas ópticos:

Vitamina - A

Efeitos - Seu déficit provoca a diminuição da acuidade visual ao escurecer, conjuntiva ressecada, ulceração da córnea e inflamação das pálpebras.

Onde se encontra - Cenoura, espinafre, tomate, fígado, gema de ovo, laticínios.

Vitamina - C

Efeitos - É importante para prevenir a degeneração macular relacionada à idade (DMRI).

Onde se encontra - Cítricos e outras frutas, tomate, couve crua, melão, verduras de folhas verdes.

Vitamina - E

Efeitos - Potente antioxidante que, combinado a outras vitaminas, pode reduzir o risco de cataratas e de degeneração macular.

Onde se encontra - Maçã, abacate, ameixa, tomate, aspargo, banana, melão.

Vitamina - B2 (Riboflavina)

Efeitos - Protege os olhos e preserva das cataratas.

Onde se encontra - Verduras, leite, farinha integral, levedura de cerveja.

Vitamina - Luteína

Efeitos - Protege os olhos da radiação solar nociva. É eficaz para prevenir cataratas.

Onde se encontra - Espinafre, abóbora, tomate, pimentão, milho, brócolis.

Como enxergamos

Os globos oculares ficam alojados dentro de cavidades ósseas chamadas órbitas. É por meio deles que recebemos a luz e formamos as imagens. Mas, na verdade, enxergamos com o cérebro.

⁹ Fonte: < <http://super.abril.com.br/ciencia/cuide-de-seus-olhos> >

Os raios de luz que partem de um objeto chegam aos olhos e passam por lentes convergentes. Essas lentes fazem com que a direção da luz seja alterada para que os raios caiam sobre a retina, onde se localizam os receptores fotossensíveis que codificam esse estímulo luminoso em sinais elétricos que viajam pelo nervo óptico até os centros da visão no cérebro. A quantidade de luz que o olho deve deixar entrar é controlada pela pupila, que se fecha em lugares muito iluminados e se dilata quando na escuridão. O movimento dos olhos é controlado por músculos extrínsecos. O cérebro comanda esses movimentos para que os olhos se dirijam de forma coordenada a um mesmo ponto.

Em todos os lugares

Os olhos exigem atenção permanente. Veja abaixo os cuidados que você deve adotar nas situações mais comuns do dia-a-dia.

Na praia

O sal do mar pode causar irritação dos olhos. Lave-os sempre com água doce. Não use lentes.

Na piscina

O cloro da água irrita e pode danificar os olhos. Use sempre óculos de natação adequados e não use lentes.

Em locais ensolarados

Existe uma relação direta entre a radiação solar e a catarata. Use óculos de sol e boné. O reflexo da luz solar pode produzir conjuntivites. Nunca olhe o Sol diretamente.

Em lugares climatizados

Procure evitar a exposição prolongada ao ar-condicionado, que resseca o ambiente e pode prejudicar os olhos.

Em sala de aula

A leitura e a atenção ao quadro-negro podem causar dor de cabeça nas pessoas com problemas de visão. É preciso usar lentes caso exista um problema visual.

Diante da TV

Até hoje não foi demonstrado que ver TV provoque transtornos oculares. No entanto, como medida de precaução, mantenha sempre uma distância prudente e nunca assista TV em ambientes completamente escuros.

Ao se maquiar

Os cosméticos podem causar irritação, alergia e inflamação dos olhos. Use sempre produtos aprovados, sem perfume e hipoalergênicos. Não use cosméticos de outras pessoas e evite as sombras que provoquem alergias. Não aplique cremes muito perto do globo ocular.

Ao praticar esportes

A prática de certos esportes pode colocar em risco a integridade dos olhos. Use sempre um protetor ocular recomendado para o esporte que pratica. Em certas modalidades, como esqui e montanhismo, use sempre óculos de sol para proteger a vista dos raios UV. E utilize sempre cristais de policarbonato quando houver perigo de impacto.

No computador

Não há evidência científica de que o uso prolongado do computador cause danos oculares, embora possa agravar algumas deficiências ópticas e causar a fadiga visual.

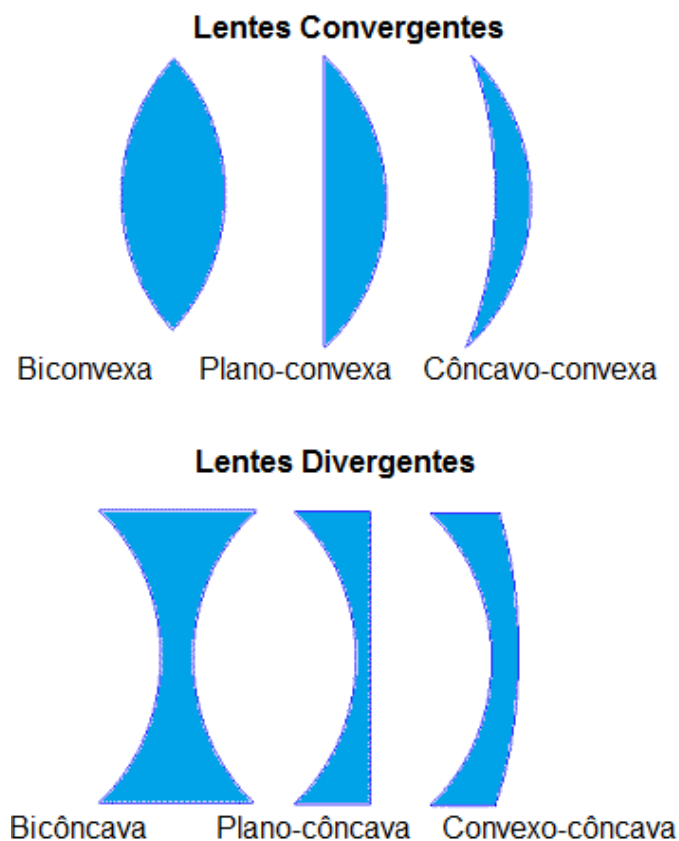
Para prevenir essas situações, recomenda-se o uso de monitores com boa resolução, que emitam baixa radiação, que tenham incorporado um sistema anti-reflexo ou que incorpore um filtro especial. Trabalhe em local com luz homogênea, situe o monitor a 50 cm dos olhos e nunca de frente ou de costas para uma janela. Descanse 15 minutos a cada duas horas.

Lentes

Lentes são dispositivos ópticos feitos de materiais transparentes. Com exceção do cristalino, que é um corpo transparente e biconvexo, constituinte de um mecanismo de refração do olho, as lentes, são em geral feitas de vidro, plástico ou quartzo (OKUNO; CALDAS; CHOW, 1982). De modo geral, quando imersas em um meio com índice de refração inferior ao que a constitui, podem ser:

- Convergentes (positivas): estas são mais espessas no centro do que nas bordas (Figura 28);
- Divergente (negativas): são mais espessas nas bordas do que no centro (Figura 28).

Figura 28 – Lentes convergentes e divergentes.

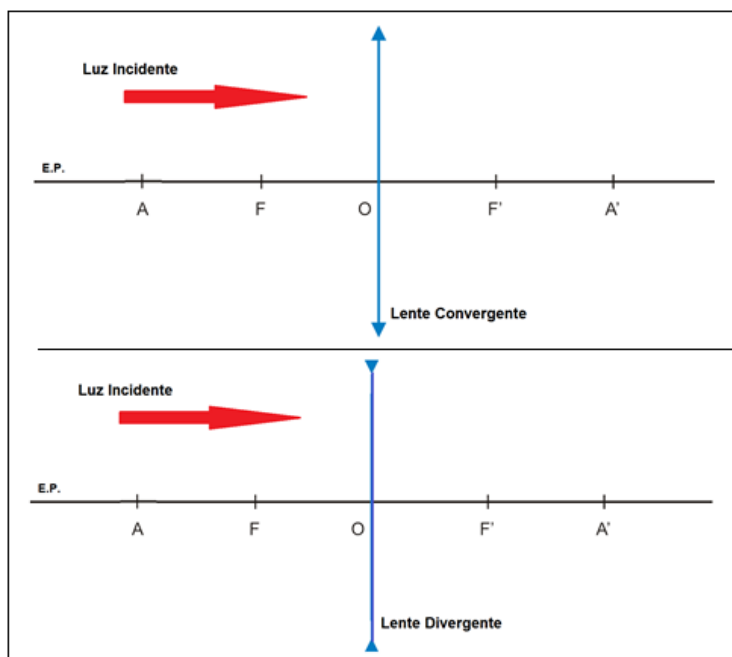


Fonte: Elaborado pela autora.

Elementos Geométricos de uma Lente

Conhecer os elementos geométricos das lentes esféricas (Figura 29) é essencial para conseguir fazer a formação de imagens graficamente, utilizando determinadas propriedades.

Figura 29 – Elementos geométricos das lentes esféricas.



Fonte: Elaborado pela autora.

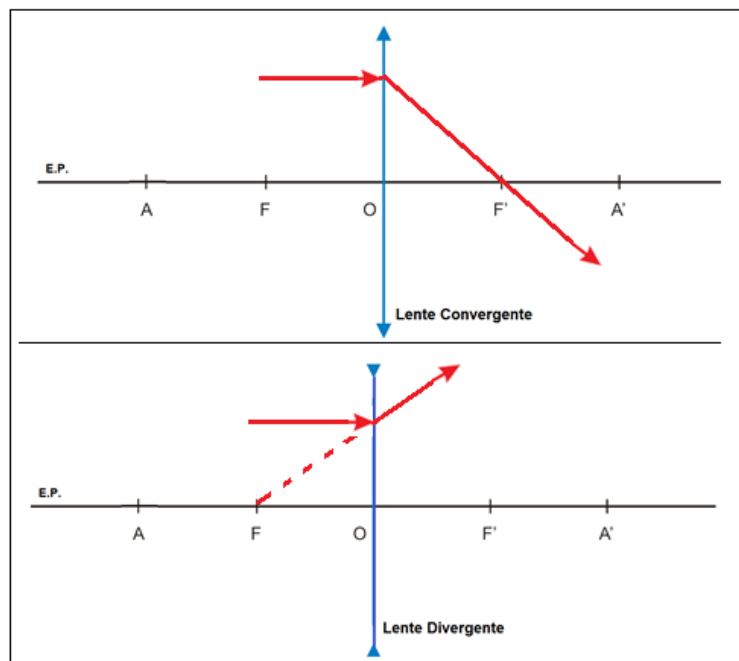
- E.P → eixo principal da lente;
- O → centro óptico da lente;
- A e A' → centros de curvatura das faces esféricas do objeto e imagem (é o centro geométrico da esfera da qual foi recortada a calota esférica);
- F e F' → foco objeto e foco imagem.

Propriedades

Para obter a imagem de um objeto posicionado diante de uma lente esférica é necessário traçar dois raios que partem do objeto e atingem a lente, logo após, para cada raio incidente, deve ser traçado o respectivo raio refratado. No cruzamento desses raios refratados, a imagem fica determinada. Diante de uma lente, podem-se adotar as seguintes propriedades:

1. Todo raio que incide paralelamente ao eixo principal de uma lente esférica se propaga passando pelo foco (Figura 30).

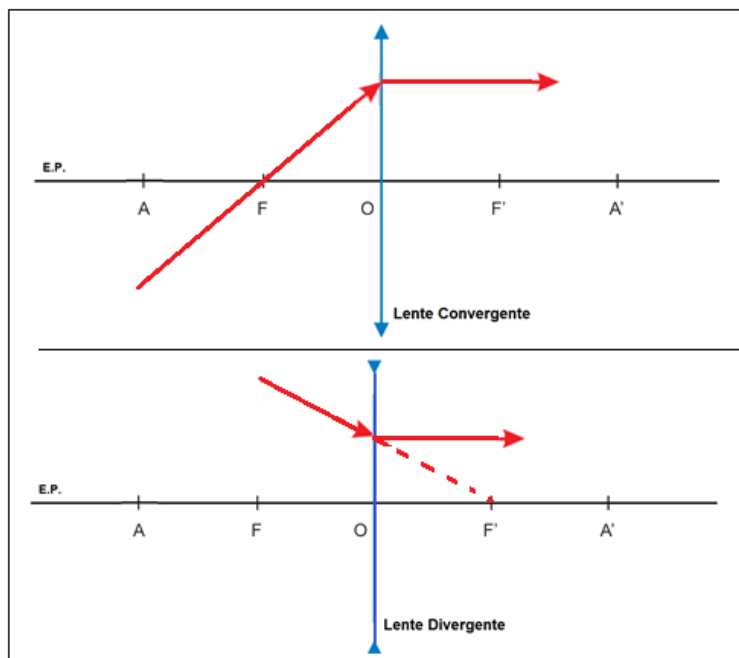
Figura 30 – Comportamento do raio de luz.



Fonte: Elaborado pela autora.

2. Todo raio que incide em uma lente esférica na direção do foco se propaga paralelamente ao eixo principal (Figura 31).

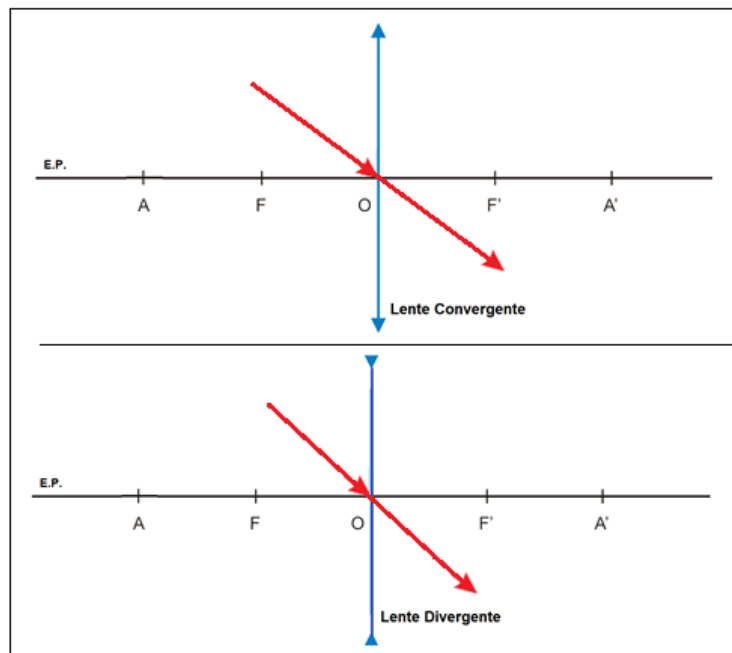
Figura 31 – Comportamento do raio de luz.



Fonte: Elaborado pela autora.

3. Todo raio que incide em uma lente esférica na direção do centro óptico, se propaga sem sofrer desvio (Figura 32).

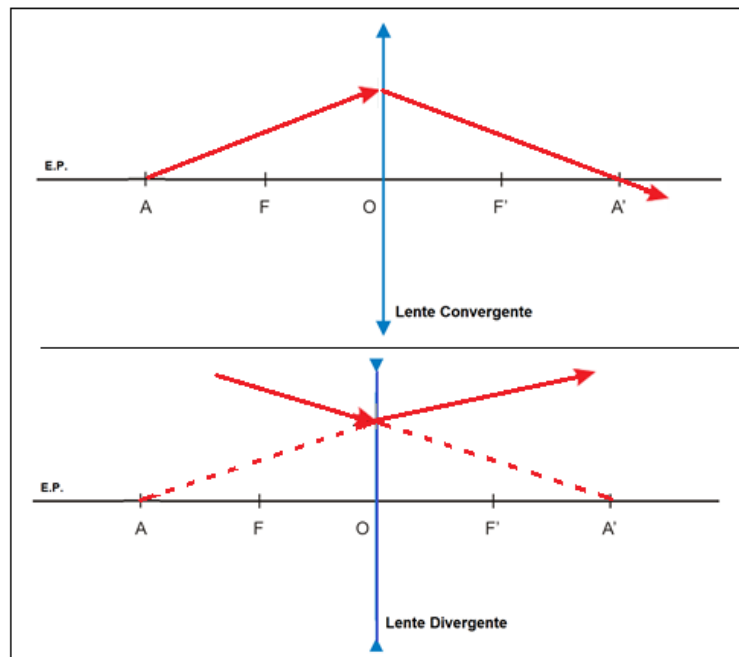
Figura 32 – Comportamento do raio de luz.



Fonte: Elaborado pela autora.

4. Todo raio que incide em uma lente esférica na direção do centro de curvatura do objeto, se propaga na direção do centro de curvatura da imagem (Figura 33).

Figura 33 – Comportamento do raio de luz.

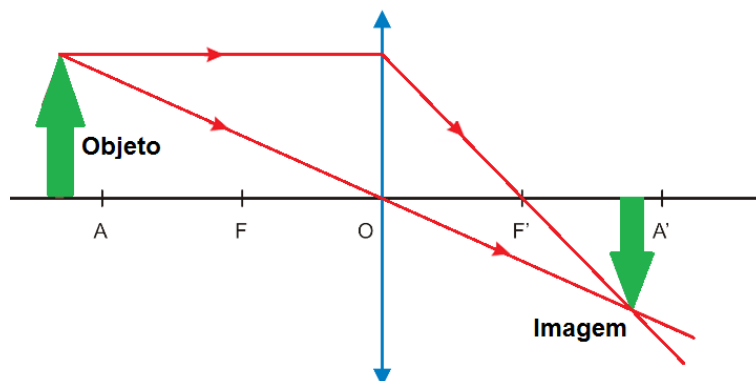


Fonte: Elaborado pela autora.

Para conseguir prever onde ocorrerá a formação da imagem de um objeto, é necessário fazer determinações gráficas ou usar equações que permitam tal feito. Esse procedimento é chamado de determinação analítica de imagens e possibilita descobrir a

posição e suas características, como natureza, orientação e tamanho. Para tal, basta usar dois dos quatro raios discutidos anteriormente, cujo cruzamento dos raios refratados possibilita a formação da imagem. A figura 34 mostra essa análise:

Figura 34 – Formação da imagem.



Fonte: Elaborado pela autora.

Experimento 13: Ampliando os objetos

Materiais:

- Uma vasilha;
- Objetos (moedas, botões, entre outros);
- Filme plástico de cozinha;
- Água;
- Elástico.

Como fazer:

- Coloque os objetos dentro da vasilha;
- Pegue o filme plástico de cozinha e cubra a vasilha;
- Com o elástico prenda o filme plástico na vasilha, deixando uma folga razoável entre ambos;
- Despeje água sobre o filme plástico e observe.

Questões:

1. Qual a diferença em observar os objetos após adicionar água no filme plástico de cozinha? Porque isso acontece?

Resposta: Quando adicionado água ao aparato ocorre uma ampliação dos objetos em relação ao que se estava sendo observado anteriormente. Isso acontece porque a luz

atravessa dois meios diferentes, ou seja, ar e água, mudando sua velocidade. Como a luz passa por uma superfície curva, acaba desviando os raios de luz, semelhante às lentes de aumento, conseqüentemente proporciona um aumento do objeto. Isso é similar ao que acontece com o sistema de lentes do olho humano.

Experimento 14: Desviando a luz

Materiais:

- Pote de vidro com água;
- Folha de papel A4;
- Régua;
- Caneta;
- Lanterna;
- Tesoura;
- Caixa de papelão (do tamanho de uma caixa de sapatos).

Como fazer:

- Em uma das laterais menores da caixa, trace duas linhas, com 2 centímetros de distância entre elas;
- Corte sobre as duas linhas, duas fendas com aproximadamente 1 milímetro de espessura;
- Ponha o papel A4 no fundo da caixa;
- Com cuidado ponha o pote com água no interior da caixa, alinhando o pote com os dois cortes;
- Num local escuro, ligue a lanterna e ilumine as fendas.

Questões:

1. Porque isso aconteceu? A que podemos relacionar esse fenômeno?

Resposta: isso aconteceu porque os raios de luz atravessaram meios diferentes (ar e água), mudando sua velocidade de propagação e como o meio é curvo acabou sofrendo desvio trajetória de propagação do raio de luz. Pode-se relacionar esse processo ao que ocorre a visão. O sistema de lentes (córnea, humor aquoso, cristalino e humor vítreo) desviam a luz que incidem no olhos convergindo-a para a retina.

Experimento 15: Tipos de lentes

Materiais:

- 1 folha A4;
- Óculos com lentes divergentes e convergentes;
- Lupa.

Como fazer:

- Escreva seu nome na folha A4;
- Coloque os óculos ou a lupa próximo da folha que você escreveu seu nome e observe o que acontece com a imagem;
- Repita o item anterior para todas as lentes que você tenha em mãos.

Questões

1. O que aconteceu com as palavras que você havia escrito quando você aproximou as lentes da folha?

Resposta: Com a lupa ou óculos com lentes convergentes houve o aumento do tamanho das palavras (essas lentes corrigem a hipermetropia: dificuldade de enxergar objetos próximos), já com óculos com lentes divergentes as palavras diminuíram de tamanho (essas lentes corrigem a miopia: dificuldade de enxergar objetos distantes). Isso acontece em virtude do formato da lente e do meio onde estão inseridas (ar).

Perspectivas Futuras

Acredita-se que essa proposta possa abrir portas para outros professores implementarem esse material de apoio. Desse modo, sugere-se como propostas futuras ainda no estudo do sentido da visão o aspecto genético em relação as cores dos olhos, discutindo o processo de poligenia: tipo de variação em que vários genes atuam na definição dessa característica. Isso acontece através da produção de proteínas que delimitam a melanina que será depositada na íris.

Além disso, há outros seres vivos que possuem mais de dois olhos, pode-se fazer um estudo detalhado sobre esse fato. As abelhas, por exemplo, possuem dois grandes olhos localizados na parte lateral da cabeça, os chamados olhos compostos, que são na verdade um conjunto de pequenos olhos denominados omatídeos. Os olhos compostos, de superfície hexagonal, permitem uma visão panorâmica dos objetos afastados, aumentando-os sessenta vezes. Os olhos simples ou ocelos são estruturas menores, em número de três, localizados na região frontal da cabeça formando um triângulo. Não formam imagens. As abelhas orientam-se, sobretudo, de três maneiras: pelos acidentes do terreno, pelo Sol e pelo céu (luz polarizada).

Outro aspecto relevante que pode ser trabalhado é o espectro eletromagnético, com intuito de fazer os alunos perceberem a pequena faixa de radiação que o ser humano é capaz de observar. Com isso, abre-se espaço para discutir sobre a radiação que outros seres vivos conseguem captar. Experimentos indicam que abelhas, pássaros, borboletas e outros insetos conseguem ver a luz ultravioleta. A reflexão de raios UV das asas ajuda os insetos a identificar os parceiros. Pesquisas indicam que a habilidade dos pássaros ver a radiação ultravioleta desempenha um papel importante nos hábitos reprodutivos. Além disso, os raios UV causam reações químicas em plantas, caso elas sejam superexpostas a essa radiação, podendo ser mortas.

Considerações Finais

Este material de apoio destina-se a professores que trabalham na área de Ciências da Natureza, com a intenção de proporcionar um material para auxiliá-los na elaboração de suas aulas em uma proposta interdisciplinar entre a Biologia e a Física. Objetivou-se com o uso desse material promover aulas mais prazerosas e que incentivasse o aluno a ter pré-disposição em aprender.

Sabe-se que a ciência auxilia no processo de construção do conhecimento e consequentemente na aprendizagem, o que a torna indispensável para o aluno. Este trabalho tentou trazer uma metodologia para sala de aula mais dinâmica e relacionada com o dia a dia dos estudantes para que haja uma maior exploração na construção de conceitos.

Acredita-se que se os alunos tiverem contato com as Ciências da Natureza englobando duas ou mais disciplinas (Biologia, Física ou Química) uma melhor qualidade de ensino é alcançada, pois o trabalho interdisciplinar busca a formação integral do indivíduo.

Referências

- BARDANET. **Comunidade Virtual**. Disponível em: <<http://bardanet.com.br/2016/03/14/era-uma-vez-leonardo-o-camaleao-daltonico/>>. Acesso em: 20 abr. 2016.
- FÍSICA. **Fórmula de Física Professor Telmo**. Disponível em: <<https://oprofessortelmo.blogspot.com.br/2011/07/experimento-de-camara-escura.html>>. Acesso em 12 jul. 2015.
- CARVALHO, S. H. M. D., 2005. Disponível em: <<http://www.cdcc.usp.br/fisica/Professores/Einstein-SHMCarvalho/Einstein-SHMCarvalho.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2015.
- CEO. **Centro de Excelência em Oftalmologia**. Disponível em: <<http://www.ceoportoalegre.com.br>>. Acesso em 13 jan. 2016.
- CIÊNCIAHOJE. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/colunas/fisica-sem-misterio/poderes-a-prova>>. Acesso em 3 de ago. 2015.
- DURAN, J. E. R. **Biofísica: Conceitos e Aplicações**. 2ª. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.
- ENCHOROMA. **Enchroma and Better Color Vision are Trademarks of Enchroma, inc.** Disponível em: <<http://www.enchroma.com/>>. Acesso em: 12 dez. 2015.
- GASPAR, A. **Experiências de ciências para o Ensino Fundamental**. São Paulo: Editora Ática, 2005.
- GASPAR, A. **Compreendendo a Física**. 2ª. ed. São Paulo: Ática, v. 3, 2013.
- GRAF. **Física 2**. 5ª. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R. **Fundamentos de Física**. 8ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, v. 4, 2009.
- HEWITT, P. G. **Física conceitual**. 11ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.
- IORJ. Instituto de Oftalmologia do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.iorj.med.br/voce-e-portador-de-daltonismo-faca-um-teste/>>. Acesso em 23 jan. 2016.
- KESTEN, P. R.; TAUCK, D. L. **Física na Universidade: para as Ciências Físicas e da Vida**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, v. 4, 2015.
- KRASILCHIK, M. **Práticas de Ensino de Biologia**. 4ª. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2011.

LENTEs. **Lentes especiais**. Disponível em:
<<http://www.lentesdecontatoespeciais.com.br/mecanismo-da-visao.php>>. Acesso em 5 de jul. 2015.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Curso de Física**. São Paulo: Scipione, 2000.

OKUNO, E.; CALDAS, I. L.; CHOW, C. **Física para Ciências Biológicas e Biomédicas**. [S.l.]: Harbra Ltda, 1982.

ORLANDI, A. S.; CASTRO, C., 2013. Disponível em:
<http://www.cdcc.usp.br/maomassa/doc/ensinodeciencias/orgao_sentidos.pdf>. Acesso em: 3 ago. 2015.

PHEF. **PhET Simulações Interativas da Universidade de Colorado Boulder**. Disponível em: < https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations >. Acesso: em 5 jun. 2015.

SEARS, F. W.; ZEMANKY, M. W. **Física IV: ótica e física moderna**. 12ª ed. São Paulo: Addison Wesley, 2009.

SERWAY, R. A.; JEWETT JR., J. W. **Princípios de Física: Óptica e Física Moderna**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, v. 4, 2004.

SOUSA, S. J. D. F. E. Fisiologia e desenvolvimento da visão. In: Simpósio: Oftalmologia para o clínico. **Anais...** Ribeirão Preto: [s.n.]. 1997. p. 16-19.

SUPERINTERESSANTE. Disponível em: <<http://super.abril.com.br/ciencia/>>. Acesso em 30 set. 2015.

TORTORA, G. J.; DERRICKSON, B. **Princípios de Anatomia e Fisiologia**. 12ª ed. [S.l.]: Guanabara Koogan, 2010.

VALADARES,. **Física mais que divertida**. [S.l.]: UFMG, 2012.

X-RITE. **Online Color Challenge**. Disponível em: < <http://www.xrite.com/online-color-test-challenge>>. Acesso em 4 out. 2015.

YOUTUBE. Disponível em:< <https://www.youtube.com/?gl=BR&hl=pt>>. Acesso em 5 nov. 2015.