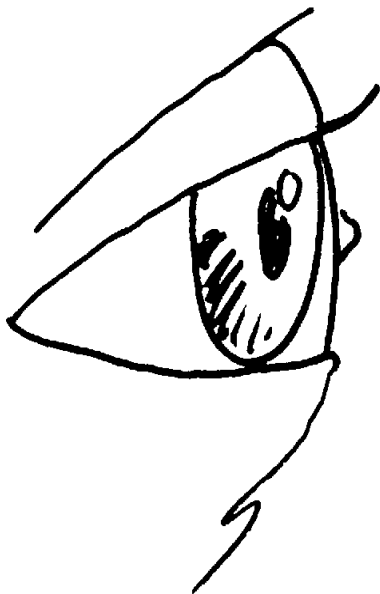
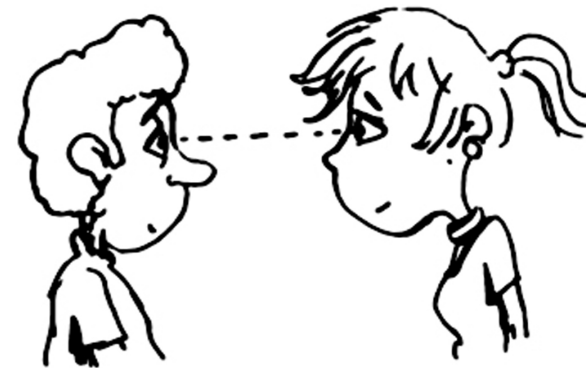


8

De olho no olho

Nossa primeira câmara, mesmo tão antiga, ainda não foi superada... O caminho da luz: da pupila ao cérebro.

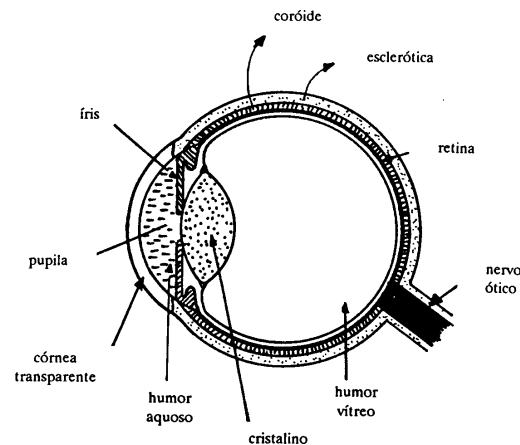


O ser humano dispõe e utiliza, em seu convívio pelo mundo, de cinco sentidos: o paladar, o olfato, o tato, a audição e a visão. Entretanto é através da visão que a maior parte das informações chegam até o cérebro. Nele as informações visuais são processadas, interpretadas e memorizadas como as imagens daquilo que os olhos vêem. Todo esse processo pode ser compreendido com base no estudo da máquina fotográfica e da filmadora de vídeo, que possuem alguns elementos muito semelhantes aos do olho humano.

Por isso vamos descrever um pouco melhor o olho humano, tanto no aspecto de sua biologia, apresentando os elementos que o compõem, como um sistema de percepção e interpretação das coisas,

Olhando o olho

O olho humano é um órgão aproximadamente esférico, com diâmetro em torno de 25 mm, equivalente ao sistema óptico da filmadora de vídeo ou da máquina fotográfica, constituído basicamente por: um sistema de lentes, cuja função é desviar e focalizar a luz que nele incide - a córnea e o cristalino; um sistema de diafragma variável, que controla automaticamente a quantidade de luz que entra no olho - a íris (cujo orifício central é denominado pupila); um anteparo fotossensível - a retina.



Representação de alguns detalhes do olho humano

Além desses, o olho possui outros componentes que o caracterizam como uma câmara escura: a esclerótica e a coróide. Os outros componentes do olho humano têm a função de fornecer nutrientes e manter a pressão interna do olho: o humor aquoso e o humor vítreo.

Caminho da luz no olho humano

A córnea, uma membrana curva e transparente com espessura de aproximadamente 0,5 mm, é o primeiro meio transparente encontrado pela luz. A luz que atinge obliquamente a superfície da córnea sofre um desvio, que é responsável por 2/3 de sua focalização na retina.

A esclerótica é o envoltório fibroso, resistente e opaco mais externo do olho, comumente denominado "branco do olho". Na frente, a esclerótica torna-se transparente, permitindo a entrada de luz no olho (córnea). Internamente, em relação à esclerótica, o olho apresenta uma camada pigmentada denominada coróide.

A coróide é uma camada rica em vasos sanguíneos e células pigmentares, e tem a função de absorver a luz, evitando reflexões que possam prejudicar a qualidade da imagem projetada na retina.

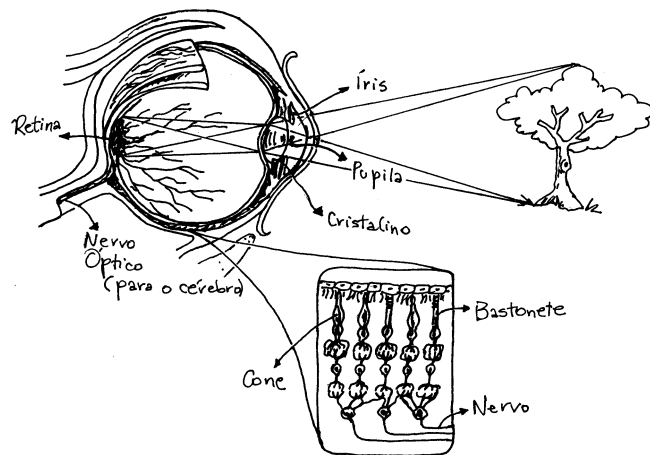
A íris é uma camada também pigmentada, sendo suficientemente opaca para funcionar como diafragma. Sua principal função é limitar a quantidade de luz que atinge a parte central do cristalino, devendo atuar também na focalização dos objetos próximos. A íris é formada principalmente por músculos circulares e radiais, que ao ser estimulados provocam a diminuição ou o aumento de sua abertura - a pupila -, cujo diâmetro pode variar de 1,5 mm a 8,0 mm. Seu funcionamento, porém, não é instantâneo, pois leva cerca de 5 segundos para se fechar ao máximo e em torno de 300 segundos para se abrir totalmente.

Após ter sido controlada pela íris, a luz atinge o cristalino, que, do mesmo modo que a córnea, atua como lente convergente, produzindo praticamente o terço restante do desvio responsável pela focalização na retina.

Entretanto a importância maior do cristalino não está em desviar a luz, mas sim em acomodar-se para focalizar a luz na região da retina mais sensível à luz. Em sua trajetória no olho, após atravessar o cristalino, a luz passa pelo humor vítreo, uma substância clara e gelatinosa que preenche todo o espaço entre o cristalino e a retina.

Finalmente, após atravessar os meios transparentes do olho, a luz atinge a retina, uma "tela" sobre a qual deverá se formar a imagem, que, decodificada pelo sistema nervoso, permitirá a visão das coisas. É uma camada fina, com espessura de aproximadamente 0,5 mm, rosada, constituída de fibras e células nervosas interligadas, além de dois tipos especiais de célula que são sensíveis à luz: os cones e os bastonetes, cujos nomes estão relacionados à forma que apresentam.

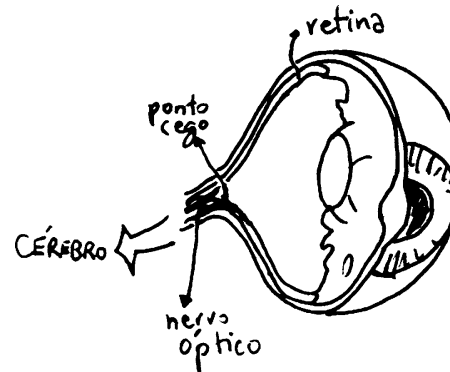
Os cones e os bastonetes são células fotossensíveis responsáveis pela conversão da luz em impulsos elétricos, que são transmitidos ao cérebro. A energia da luz é responsável pela ação química e elétrica que se desencadeia nas células fotossensíveis; os detalhes dessa ação ainda são controversos, especialmente em nível fisiológico.



Os cones e os bastonetes

A percepção das cores pelo olho humano está relacionada com a absorção da luz pelos cones, que se encontram na retina. Existem, aproximadamente, 7 milhões deles espalhados pela retina de cada olho. Acredita-se que a capacidade de discriminação de cores pelo olho esteja relacionada com diferentes elementos fotossensíveis contidos nos cones. Esses elementos seriam de três tipos, sendo cada um deles sensível a uma determinada faixa de energia, que corresponde, majoritariamente, ou ao azul, ou ao verde, ou ao vermelho. A visão das outras cores é explicada pela estimulação simultânea e em graus distintos desses elementos fotossensíveis.

Já os bastonetes funcionam com pouca luz e percebem os tons em cinza. A retina de cada olho contém cerca de 125 milhões de bastonetes distribuídos entre os milhões de cones. A sensibilidade dos bastonetes em relação à luz é cerca de 100 vezes maior que a dos cones, mas estes reagem à claridade quatro vezes mais rápidos que aqueles.



A retina, o ponto cego, o nervo óptico e o cérebro

Portanto a luz que chega à retina estimula cones e bastonetes a gerar impulsos elétricos. Os cones funcionam bem na claridade e são responsáveis pelos detalhes e cores observados numa cena, enquanto os bastonetes são os responsáveis pela nossa visão quando o ambiente é mal iluminado.

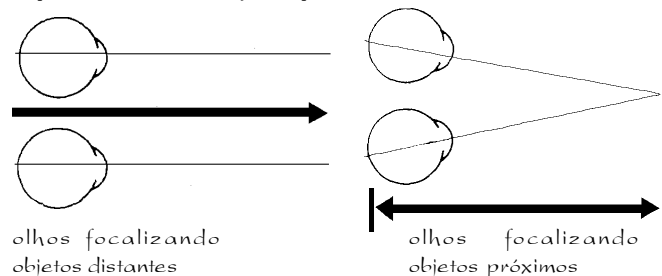
Esses sinais são transmitidos, através do nervo óptico, até o cérebro, que os interpreta como imagens do que os olhos vêem.

A ilusão de óptica

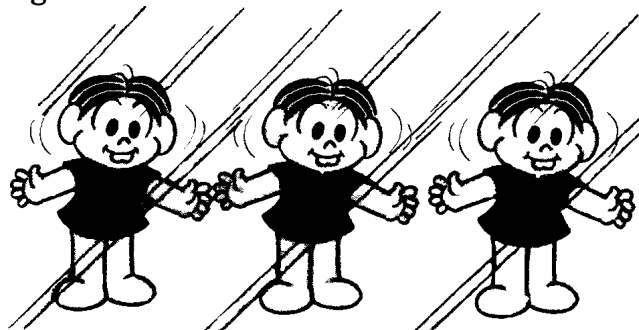
Se as imagens que se formam em nossa retina são planas, como percebemos o volume dos objetos?

Uma das razões é devida à iluminação nas diferentes partes do objeto, que nos dá a idéia de sua forma. Outra é por termos visão estereoscópica, ou seja, os dois olhos, no mesmo lado da face, olhando para a mesma paisagem. Nas aves e répteis, por exemplo, cada olho enxerga uma paisagem diferente.

Quando o objeto se encontra muito longe, perdemos a noção de profundidade. Temos dificuldade de perceber se um balão ao longe vai cair na frente ou atrás de um prédio ou de uma árvore. Já para um objeto próximo, um olho vê com uma pequena diferença em relação à direção do outro olho. Isso nos permite ver em terceira dimensão, em profundidade. Experimente olhar alternadamente com um olho e depois com o outro. Você perceberá que, especialmente os objetos próximos darão "um salto".



Algumas imagens planas, chamadas estereogramas, são vistas em profundidade se você conseguir olhar para elas como se estivessem distantes; se você conseguir "desfocar", a Mônica, ela aparecerá dentro do espelho, em quatro imagens em vez de três.



Mônica, O Espelho Dimensional - 3D virtual by Mauricio 1994

Além disso há o que é chamado *olho dominante*. Experimente colocar seu polegar na frente de um objeto. Agora feche um olho e depois o outro. O polegar só encobrirá o objeto quando o olho dominante estiver aberto.

Um caso muito comum de ilusão de óptica é acharmos que a Lua e o Sol quando estão no horizonte são maiores do que no meio do céu. Uma das razões para isso é a possibilidade de compararmos seu tamanho com outras coisas à sua volta. Ao lado, a esfera na mão parece menor que a isolada. E no balão ela aparenta ser maior.

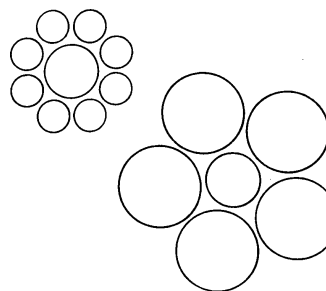
Observe o círculo

do meio nas duas

figuras ao lado.

Qual deles é maior?

Confira com a régua...



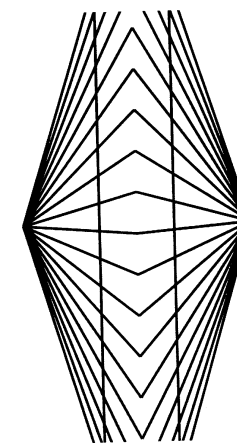
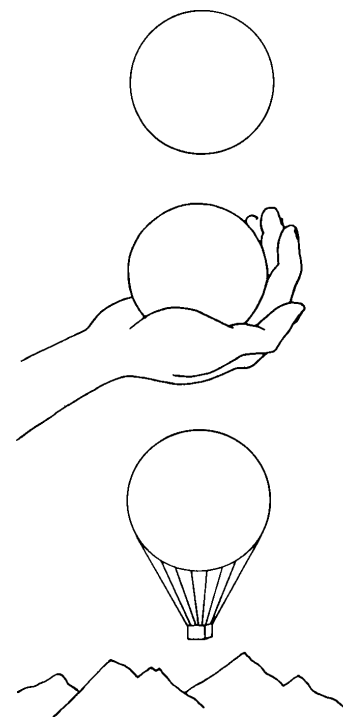
A ilusão de óptica está associada ao nosso "aprender a ver". Os bebês vão se acostumando a ouvir a voz, sentir o cheiro e o calor de sua mãe enquanto mama. Também aprendem a enxergar, isto é, a identificar as imagens formadas na retina com as pessoas e os objetos.

Durante nossa vida, tudo que sentimos (tato, odores, paladares), ouvimos e vemos, automaticamente relacionamos com padrões estabelecidos.

Um cego pode não enxergar por algum problema no globo ocular ou no cérebro. Vamos supor que a pessoa tenha nascido cega por uma avaria nos olhos. Mais tarde ela é operada e seus olhos passam a transmitir as imagens nítidas para o cérebro. Mesmo assim ela pode continuar não enxergando. É como se estivéssemos ao lado de um chinês falando: ouvimos sua voz, mas não decodificamos sua fala.

Por tudo isso, devemos ter cuidado com a expressão:

"SÓ ACREDITO NO QUE MEUS OLHOS VÊM!".



As retas verticais são paralelas?