



Luz, visão e saúde

Por Midori Nakayama

Mecanismos da visão e influências da luz

SEM LUZ NÃO HAVERIA VIDA. O QUE SERIA, ENTÃO, ESTE fenômeno tão misterioso presente no universo, chamado, luz? Luz é uma faixa da radiação eletromagnética, emitida por uma fonte luminosa e sensível ao olho humano (espectro visível, compreendido de 400nm a 700nm). Através dessa energia luminosa podemos contemplar as belezas do mundo e desencadear processos metabólicos que nos permitem viver.

As ondas eletromagnéticas (radiações visíveis e não-visíveis) atuam nos seres humanos, desencadeando vários

estímulos. Através da pele, ela viabiliza a produção de vitaminas e outros processos químicos e, através dos olhos, onde a radiação visível penetra mais incisivamente, ela estimula reações no corpo e o processo da visão.

Neste artigo, aprofundaremos as questões relacionadas aos mecanismos dos olhos, referente ao sistema visual, que nos permite perceber a luz, as características (cor, forma, tamanho e a tridimensionalidade) e o movimento dos objetos; e ao sistema energético, que desencadeia ações no sistema endócrino, responsáveis pelo metabolismo do nosso corpo.

O processo da visão humana

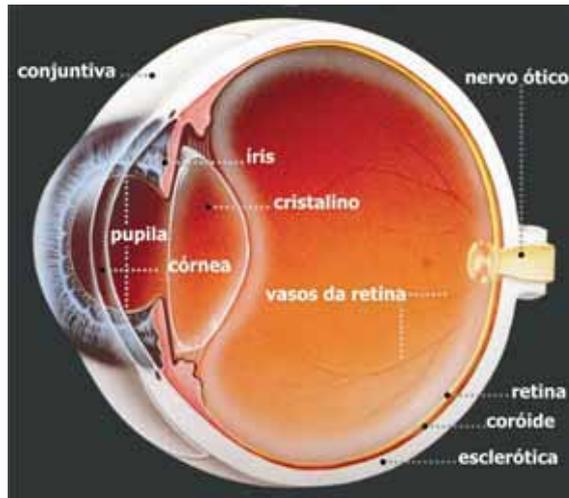
A luz penetra nos olhos e leva informações ao cérebro, que por sua vez interpreta a imagem visualizada. Os raios luminosos atravessam a córnea, uma membrana rija e transparente, situada na frente do olho. Em virtude de sua forma arredondada, funciona como lente convexa de uma câmara fotográfica, refletindo num feixe os raios luminosos. Atrás dela, uma cortina circular colorida, a íris, abre e fecha, como o diafragma de uma câmara fotográfica, para regular a quantidade de luz que entra no olho.

Esse mecanismo evita o ofuscamento e impede que a luz em excesso lese as delicadas células fotossensíveis da retina. O pequeno orifício redondo no centro da íris é a pupila. A luz atravessa-a e chega a um corpo transparente, o cristalino, cuja forma pode ser alterada pelo músculo ciliar, para focalizar a luz exatamente na retina, membrana sensível à luz, situada no fundo do olho.

A imagem formada na retina também é invertida, como em uma câmara fotográfica. As células fotossensíveis da retina, os cones e os bastonetes convertem a energia luminosa em sinais, que são levados ao cérebro pelo nervo óptico. A informação dos dois nervos ópticos é processada no cérebro, produzindo uma única imagem combinada.

Os cones são responsáveis pela visão em níveis altos de luminosidade. A imagem fornecida por eles é mais nítida e rica em detalhes. Existem três tipos de cones, cada um contendo um pigmento visual diferente que responde à luz do respectivo comprimento de onda: um, a ondas longas - vermelho (65%); outro, a ondas médias - verde (33%); e um terceiro, a curtas - azul (2%).

A maior concentração de cones (cerca de 7 milhões) ocorre na fóvea, pequena depressão localizada no meio da retina, relativa à visão central. Fora da fóvea (visão periférica) predominam cerca de 130 milhões de bastonetes, ativos em situações de baixa luminosidade. Eles são responsáveis pela visão noturna, mas não conseguem detectar cores, apenas tons de cinza.



Anatomia do olho humano - o mais complexo sistema visual das espécies vivas que permite o elo entre o homem e o mundo, responsável não só por sua sobrevivência, mas por seu comportamento e desenvolvimento.

Sem luz não haveria cor

Só percebemos as cores à nossa volta porque as superfícies dos objetos refletem uma quantidade específica da luz (comprimento de onda) que neles incide, e não que possuam cor própria. Embora pareçam incolores aos olhos humanos, as cores existem na luz e podem ser separadas como em gotas de chuva (arco-íris), combinadas nos cinescópios de televisão ou absorvidas pelas tintas e pigmentos naturais para criar diversas cores. A percepção da cor de um objeto pode sofrer variações, dependendo da fonte de luz ou mesmo da superfície refletora.

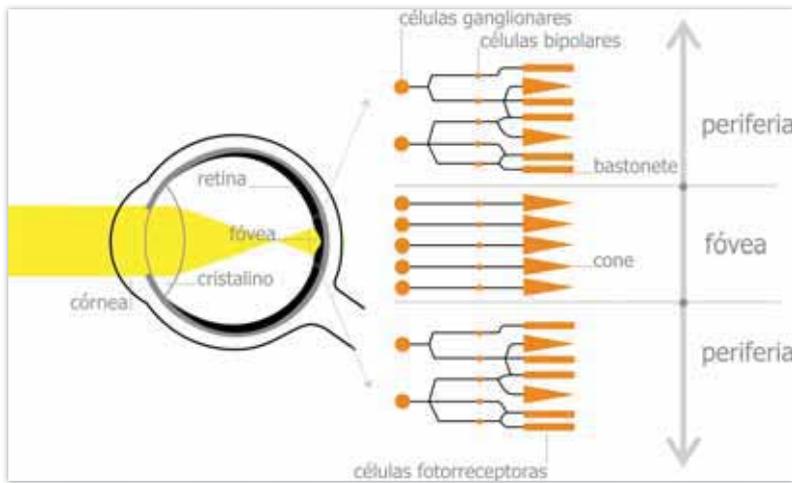
O porquê das cores do céu

Por que o céu é azul, o crepúsculo avermelhado e as nuvens brancas? Os raios solares atravessam a atmosfera, que atua como uma espécie de prisma, colidindo com as minúsculas moléculas que difundem melhor as ondas curtas, a luz azul. Esta, por ter uma frequência próxima à da ressonância dos átomos, movimentam os elétrons com mais facilidade, provocando um ligeiro atraso e dispersão em todas as direções.

Como a luz do Sol percorre distância e espessura maiores na atmosfera até chegar aos nossos olhos, ao entardecer, o azul torna-se mais disperso. Aquele magnífico crepúsculo vermelho-alaranjado que

Luz é uma faixa da radiação eletromagnética, emitida por uma fonte luminosa e sensível ao olho humano (espectro visível, compreendido de 400nm a 700nm).





Na retina há dois tipos de células fotossensíveis: cones e bastonetes. Os cones fornecem imagens mais nítidas, enquanto os bastonetes, ativos em situações de baixa luminosidade, são responsáveis pela visão noturna.

admiramos, na verdade são partículas maiores de poeira e fumaça que dissipam a luz de comprimento de onda, próximo aos do vermelho e do laranja.

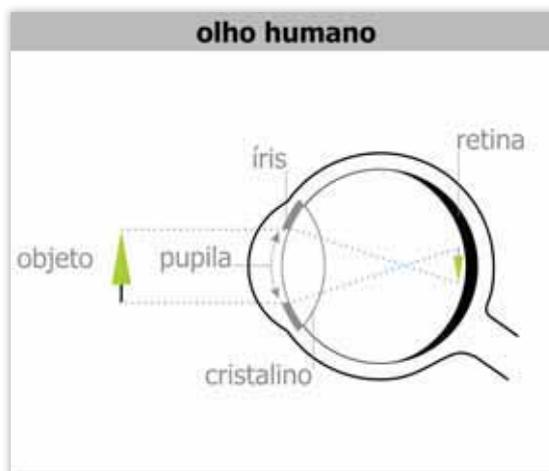
O branco das nuvens é formado pela dispersão nas partículas maiores de água de todos os comprimentos de onda do espectro visível, em quantidades iguais de azul, verde e vermelho.

Percepção visual

A visão colorida requer, pelo menos, dois conjuntos de fotorreceptores, com diferentes sensibilidades espectrais. O cérebro compara os valores de luminância enviados pelos diferentes cones para interpretar a presença da cor. Algumas cores podem ser combinadas de tal maneira que se cancelam mutuamente, como por exemplo, não conseguimos perceber o verde avermelhado ou o amarelo azulado.

A quantidade de luz não é o único fator que determina quão bem o homem vê um objeto, mas também a cor por este refletida. Os bastonetes, apesar de proporcionarem apenas a visão em preto e branco, reagem melhor aos comprimentos de onda azul-verde. Isto explica porque uma flor azul parece mais clara que uma vermelha, quando vistas à noite.

A imagem formada na retina também é invertida como na câmara fotográfica. As células fotossensíveis da retina convertem a energia luminosa em sinais que são levados ao cérebro pelo nervo óptico.



A importância da luz no ciclo circadiano

De acordo com estudos do Lighting Research Center, além de permitir o efeito visual, a luz captada na retina, influencia física e psicologicamente o ser humano. O ciclo de luz e escuridão sincroniza o nosso ciclo circadiano com a luz solar, que são ritmos químicos, biológicos, ou mudanças no comportamento que se repetem a cada dia.

O ritmo da sociedade contemporânea está privando muitas pessoas do sono, e, segundo levantamento do International Management Stress Association, no Brasil, o estresse atinge 70% da população.

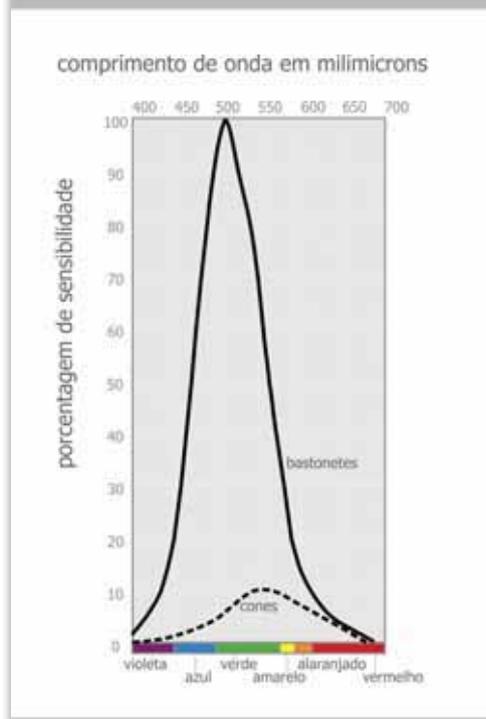
Uma pessoa sob estresse normalmente produz mais adrenalina e cortisol, o que desequilibra a formação de outros hormônios, podendo haver um concomitante declínio na função cerebral, como relatado por dr. Ballone GJ, médico psiquiatra e professor de psiquiatria da PUCAMP.

Estas mudanças de hábitos, principalmente o trabalho noturno, podem desencadear uma série de distúrbios, como crescimento de tumores malignos, falta de estado de vigília, depressão e deficiência imunológica.

Acredita-se que a melatonina (neurohormônio) é a principal responsável pelo controle de harmonia entre o dia e a noite, a luz e o escuro. Especula-se que as estruturas fotorreceptoras da retina e da glândula pineal são responsáveis pela sua produção, que ocorre à noite sob circunstâncias de ausência de luz.

Além de induzir a pessoa ao sono, a melatonina é um poderoso agente antioxidante que pode retardar o processo de envelhecimento, estimular a produção de hormônio do crescimento e até limitar o crescimento de certos tipos de câncer. Destacando-se como um agente de manutenção da harmonia e do

curvas de visibilidade



No gráfico compara-se a sensibilidade de bastonetes e cones à luz de diferentes cores. Conforme exprime a grande elevação da linha cheia, os bastonetes são bem mais sensíveis que os cones. Tal sensibilidade maior verifica-se na área do azul-verde. Os cones (tracejado) têm pouca sensibilidade ao violeta, mas é maior na área do verde-amarelo.

Fonte: "Luz e Visão", Biblioteca Científica Life.

funcionamento do sistema imunológico, terapias de luz são cada vez mais realizadas com base nestes dados.

Luz como terapia

Desde tempos remotos, a luz vem sendo empregada como energia terapêutica, por meio da termoterapia (radiação IV), cromoterapia (radiação visível) e actinoterapia (radiação UV).

Qualquer que seja o tratamento, ele deve ser específico, respeitando as individualidades de cada paciente, para que se obtenham melhores resultados. De acordo com estudiosos do Lighting Research Center, questões como quantidade de luz na retina, cor (espectro), distribuição espacial, hora de exposição, duração e sensibilidade à luz devem ser consideradas. As características da iluminação eficazes para o sistema circadiano são diferentes das que são eficazes para o sistema visual.

Estes tratamentos podem não curar, mas amenizam os sintomas de diversos distúrbios como depressão sazonal, insônia, doença de Alzheimer, melhoram o desempenho metabólico e têm gerado muitas pesquisas correlacionadas.

Luz azul, benéfica ou maléfica?

Recentes estudos mostram que as ondas de cor azul reduzem a produção da melatonina no

homem, ajudando-o a despertar e até a ver melhor. Baseados nestas premissas, empresas, como a Visteon [fabricante de produtos automotivos], têm desenvolvido dispositivos que emitem luz azul para despertar a atenção dos motoristas e, assim, evitar acidentes ao volante causados pelo sono. Com o intuito de melhorar a performance no trabalho, a Osram desenvolveu lâmpadas de alta tecnologia com temperatura de cor azulada.

Em contrapartida, recentes estudos desenvolvidos por oftalmologistas têm demonstrado que a luz azul está relacionada ao desenvolvimento de patologias retinianas, como a degeneração macular senil e o melanoma de úvea (tumor intra-ocular), um tipo de câncer que acomete o fundo do olho, com alta taxa de mortalidade. Pesquisas chefiadas pelo dr. Miguel Burnier, da McGill University, Canadá, comprovaram que o melanoma de úvea tem o seu desenvolvimento acelerado ao ser exposto à luz azul, e que a utilização de um filtro azul pode reduzir o seu crescimento.

É importante salientar que ainda não há estudos clínicos que comprovem eventuais danos deste comprimento de onda à retina sadia. Com o passar dos anos, o cristalino humano torna-se mais amarelo e passa a apresentar maior bloqueio à radiação ultravioleta e à luz visível, assim a proteção do cristalino senil é mais intensa nos idosos do que nos jovens, porém apresentam uma redução qualitativa e quantitativa da visão.

Quando o cristalino opaco prejudica a visão, forma-se então a catarata, e é necessária a sua substituição por uma lente artificial para recuperar a visão. Como medida de prevenção, para os que precisam submeter-se à cirurgia de catarata, a Alcon Labs desenvolveu uma lente intra-ocular contra a radiação nociva (ultravioleta), incluindo a da luz azul.

No nosso sistema visual, as ondas de radiação azuis provavelmente são irrelevantes, pois o cérebro não precisa de muito azul, devido à baixa quantidade de cones que temos para esta cor. Com relação à luminância, fontes de luz nesta cor incomodam mais, pois nesta faixa de onda os bastonetes são mais sensíveis, havendo maior percepção. Já no sistema energético, a luz azul é mais efetiva, causando alto impacto no sistema endócrino e nas atividades cronobiológicas.

De qualquer forma, a incidência da luz, seja solar ou artificial, é preocupante devido à diminuição

da camada de ozônio, interferências no ciclo circadiano e ao aumento do contato das pessoas com artifícios tecnológicos, sem conhecimento comprovado sobre seus efeitos no corpo e comportamento humanos.

Iluminação ideal

A International Lighting Association sugere que sejam evitadas iluminações incoerentes que podem causar desordem em nosso sistema vital como: luminosidade sem indução de soletrol (hormônio benéfico à produção de vitamina D e proteção provável contra alguns tipos de câncer); claridade excessiva à noite; exposição à claridade por longos períodos no inverno; luz de xenon em automóveis; e luz de verão o ano inteiro, que

possuem frequências imperceptíveis aos nossos olhos, mas que são detectadas por todo o nosso sistema. Sugere ainda uma iluminação artificial ideal, empregando temperatura de cores abaixo de 3000K, com espectro contínuo, sem mercúrio, sem frequências moduladas e sem distúrbios eletromagnéticos.

É essencial, no papel de lighting designers, estarmos cientes destes fatores relevantes, procurando não só nos preocupar com estética, níveis de iluminação ou consumo de energia. Questionar previamente os efeitos dos produtos de iluminação no ser humano é importante, assim como as situações de uso local e do usuário, para aplicá-los de forma coerente, equilibrada e adequada ao nosso organismo e ao meio ambiente. Com isso contribuiremos, conseqüentemente, com a qualidade de vida do homem moderno. ◀

Fontes consultadas para elaboração deste artigo:

Dr. Claudio Muranaka, oftalmologista, com especialização pela CBO - Conselho Brasileiro de Oftalmologia e membro da ASCRS - American Society of Cataract and Refractive Surgery;
Palestra de Gad Gilad (Multilux 2006);
Livro - "Luz e Visão", Biblioteca Científica Life, Livraria José Olympio Editora;
www.international-light-association.org - International Light Association - "300 years of Modern Light Therapy", por Alexander Wunsch;
www.lrc.rpi.edu - Lighting Research Center (Divulgação: "Iluminação e Fotobiologia: implicações e design", por Mariana G. Figueiro, Ph.D.);
www.ncbi.nlm.nih.gov - National Center for Biotechnology Information;
www.universovisual.com.br - Universo Visual - a revista da oftalmologia;
www.psiqweb.med.br - Portal de Psiquiatria;
www.abcine.org.br - Associação Brasileira de Cinematografia.

Midori Nakayama

é arquiteta formada pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP, atuou oito anos na área de iluminação, na Itaim Iluminação, como supervisora de Engenharia.
smnakayama@uol.com.br

