



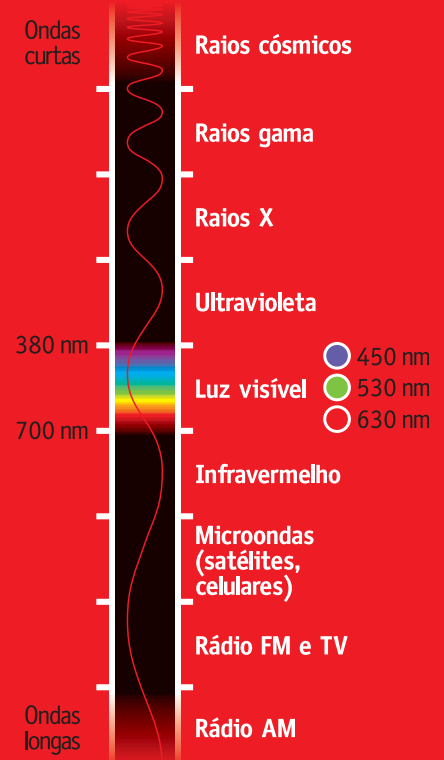
# Cor essa mal-interpretada Parte 1

Muito se fala sobre a cor, mas pouco se entende, e no entanto ela é o fundamento das artes gráficas. Tentamos reunir aqui o essencial para um profissional ter maior domínio sobre a arte e a ciência de combinar, manipular e converter cores.

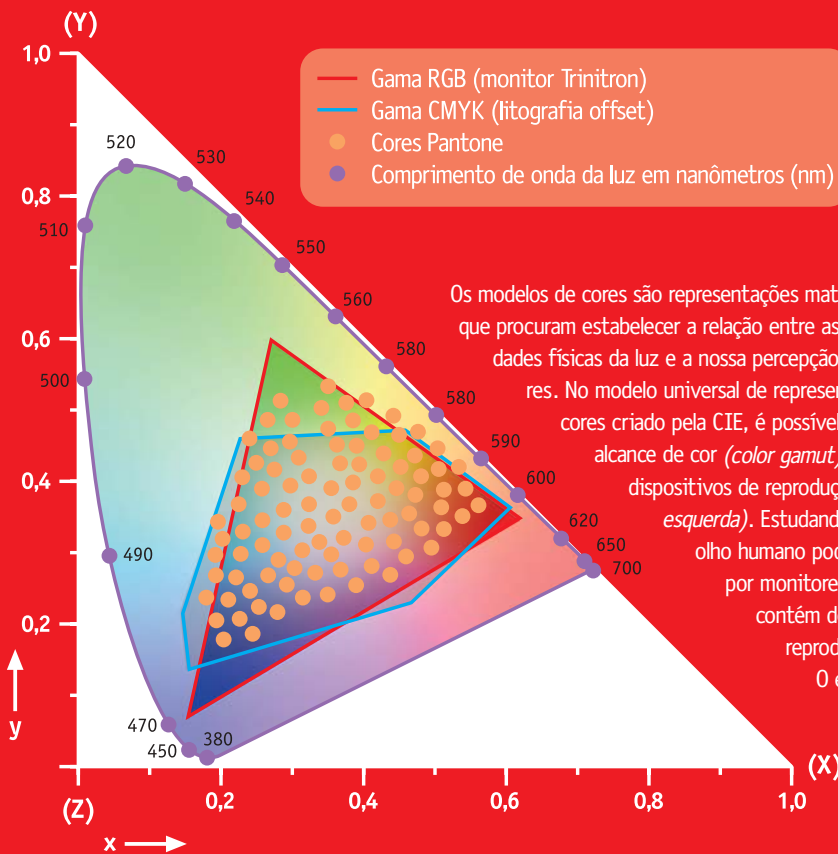
A ciência da cor, ao contrário de outros domínios do conhecimento que interconectam a física à fisiologia humana, ainda não tem uma teoria completa. Por outro lado, toda a tecnologia que foi desenvolvida até hoje no campo visual – fotografia, cinema, TV, vídeo, computação gráfica – segue de perto o funcionamento conhecido da fisiologia humana, e é por isso que interessa conhecê-la. As cores daquilo que vemos são o resultado final de uma mistura de quantidades variáveis de radiação luminosa dentro do *espectro visível*. O gráfico à direita é para lembrar rapidamente que a luz visível para nós é somente uma fração do espectro total das *radiações eletromagnéticas*, que compreendem desde as ondas de rádio até os raios cósmicos.

Quando a luz branca é decomposta por um prisma, vemos o espectro da luz visível, na mesma ordem mostrada no gráfico. Cada comprimento de onda é interpretado por nós como um *matiz*: vermelho, azul, laranja etc. Essa sensação de *cor* é intrínseca à percepção humana, não é um fenômeno físico absoluto. Ou seja, é uma característica *perceptual*. O que faz com que vejamos cor em um objeto é a sua peculiaridade de *refletir* alguns comprimentos de onda e *absorver* outros. De forma análoga, cada fonte de luz tende a emitir proporções variadas dos diversos comprimentos de onda. Além de células fotossensíveis que detectam o matiz, o nossos olhos contêm sensores independentes para *brilho*, que é relacionado (mas não diretamente equivalente) à *intensidade* da luz.

## A luz no espectro eletromagnético



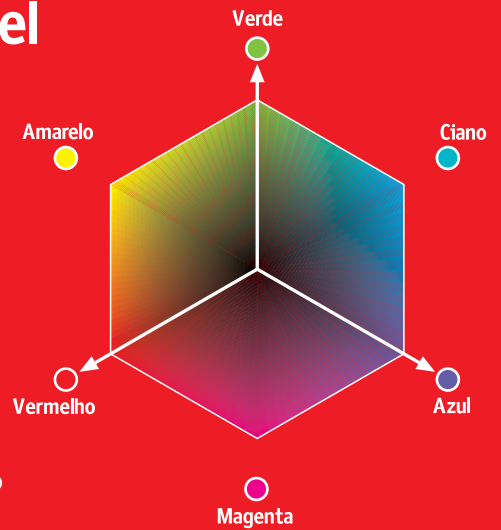
## Os espaços de cor e o espectro visível



Os modelos de cores são representações matemáticas que procuram estabelecer a relação entre as propriedades físicas da luz e a nossa percepção das cores. No modelo universal de representação das cores criado pela CIE, é possível projetar o alcance de cor (*color gamut*) de vários dispositivos de reprodução de imagens (à esquerda).

Estudando esse gráfico, pode-se notar que a variedade de cores que o olho humano pode enxergar é consideravelmente mais extensa que a produzida por monitores, filmes ou tintas. De fato, o espectro da luz visível pelo olho contém dentro de si os alcances de *todos* os métodos conhecidos para a reprodução de imagens coloridas.

O esquema acima é do sistema de representação XYZ, alinhado com as cores primárias RGB. A gama completa de cores teoricamente possíveis (incluindo o magenta, que não existe no espectro natural) forma um cubo, com os matizes puros distribuídos ao longo de seis arestas, o preto em um canto (o ponto de origem) e o branco no canto oposto.

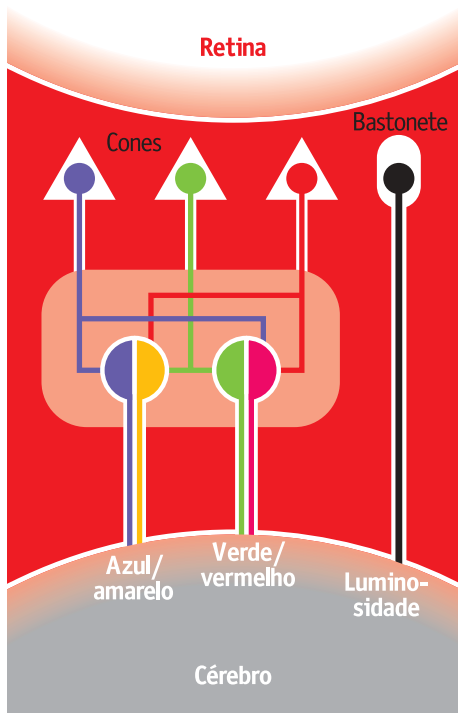


## Como enxergamos as cores

O mecanismo natural da visão é tão eficaz que os filmes fotográficos, os sensores digitais, o vídeo, a televisão e os monitores de computador empregam técnicas similares, imitando as propriedades da visão humana.

O olho humano percebe as cores filtrando a luz em três pigmentos visuais localizados dentro dos *cones*, células sensíveis à cor dentro da retina (fundo do olho). Esses pigmentos são “sintonizados” nos seguintes comprimentos de onda da luz: 630 nanômetros (vermelho), 530 nm (verde) e 450 nm (azul).

O espectro visível da luz vai de 380 a 700 nm, mas somente esses três comprimentos de onda captados nos cones bastam para gerar sensações correspondentes a todos os demais, através de uma simples comparação entre os níveis dos três estímulos.



Essa informação visual é complementada pela percepção de *luminosidade* (claro/escuro), que é captada por outro tipo de célula fotossensível da retina, o *bastonete*, com sensibilidade concentrada em torno de 510 nm (verde). Essa informação visual é codificada e enviada ao cérebro na forma de um “sinal” nervoso de brilho, um “vermelho/verde” e um “azul/amarelo”. O resultado desse método é muito preciso: o ser humano tem em média a capacidade de distinguir mais de 200 matizes individuais e pelo menos 200 níveis de brilho. Essa sensibilidade, porém, é altamente *não-linear*, isto é, concentra-se muito mais em certas regiões do espectro de cores e da escala de brilho.

## O branco nunca é realmente branco

Ensina-se na escola que o branco é a mistura aditiva de todas as cores. Mas essa é uma condição ideal, inexistente na prática. O que consideramos como branco é sempre relativo. Por exemplo, a luz do sol a pino é a que contém a mistura mais homogênea de cores (e mesmo assim, varia conforme a hora do dia).

Uma lâmpada incandescente emite maior proporção de radiação vermelha e amarela; uma lâmpada fluorescente é muito irregular, emite energia concentrada em faixas estreitas do espectro (*ver gráficos*). Como todo fotógrafo bem sabe, essa variação das fontes de luz altera, às vezes de formas dramáticas e imprevisíveis, as cores dos objetos nas fotos. As imagens deste box, todas apresentadas sem tratamento de correção de cor, exemplificam isso.

A CIE estabeleceu um padrão chamado *temperatura de cor* (designada em Kelvins) que permite identificar e correlacionar os vários tipos de “brancos” existentes. Assim, as lâmpadas são classificadas pela sua temperatura de cor, e os monitores podem tê-la ajustada de forma que o seu branco fique mais semelhante à luz do dia (branco azulado) ou à luz incandescente (branco alaranjado). É importante que o ajuste do seu monitor esteja de acordo com a iluminação do seu ambiente de trabalho, ou a avaliação de cores na tela se tornará desnecessariamente difícil.

O que costuma acontecer muito é os monitores novos virem com temperatura de cor mais alta (mais azulada) que o necessário: cheque isso no ajuste *on-screen* do monitor ou no controle *Gamma* que vem no painel *Monitors* do Mac OS.

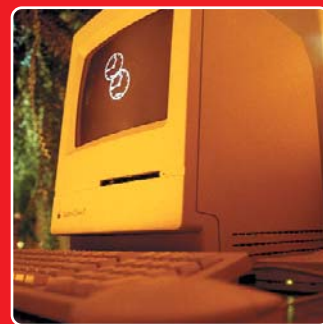
Iluminação ao ar livre (típica)



Fluorescente tipo “luz do dia”



Incandescente (tungstênio)



O aspecto mais intrigante – e importante – do fenômeno da cor é que apenas três parâmetros fundamentais e independentes (chamados *triestímulos*) são suficientes para descrever uma cor, porque (como é mostrado no esquema aí do lado) o próprio olho humano trabalha dessa forma: com três parâmetros.

A escolha dos triestímulos para formar um esquema de definição de cores pode variar conforme a necessidade. Existem, só para citar alguns, o  $L^*a^*b$ , o YUV, o RGB, o HSV, o HSL, o CMYK (esse tem quatro variáveis, mas o K não conta; é só um complemento de C, M e Y). O fato de somente três parâmetros serem necessários permite construir uma *representação geométrica tridimensional* da cor. Basta criarmos um espaço e selecionarmos um trio de *primárias*, que serão os eixos de coordenadas X, Y e Z nesse espaço. Foi essa a grande sacada da CIE (a entidade internacional de normas de cores) em 1931, quando estabeleceu o modelo matemático universal chamado (adivinhou!) XYZ. Os eixos X, Y e Z podem corresponder a quaisquer parâmetros, mas o máximo possível

de cores é obtido quando o trio é alinhado com as cores fundamentais verde, vermelha e azul (RGB) do olho humano – veja o esquema hexagonal na página ao lado.

Infelizmente, embora esse método seja de fácil compreensão e uma grande ferramenta abstrata e teórica, é inútil na prática, por não ser diretamente relacionado a nenhum dispositivo do mundo físico e por não ter uma correspondência *linear* com a sensação humana, cuja sensibilidade varia amplamente ao longo do espectro e da escala de brilho. Assim, foram desenvolvidas variações aperfeiçoadas,  $L^*a^*b$  e  $L^*u^*v$ , com fatores logarítmicos que reproduzem as características da visão humana.

No mês que vem, veremos os vários modos de representação da cor, a relação entre cada um, suas aplicações práticas e, finalmente, um dos grandes mistérios da compatibilidade Mac/PC: as curvas de gama de monitores. **M**

**MARIO AV** [www.marioav.com](http://www.marioav.com)

Levou oito anos para dominar as cores no Photoshop, mas ainda leva uns “cursos” de vez em quando.