



UFOP

Universidade Federal
de Ouro Preto

Universidade Federal de Ouro Preto - JM
Departamento de Computação e Sistemas – DECSI
ICEA - Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas

Sistemas de Cores

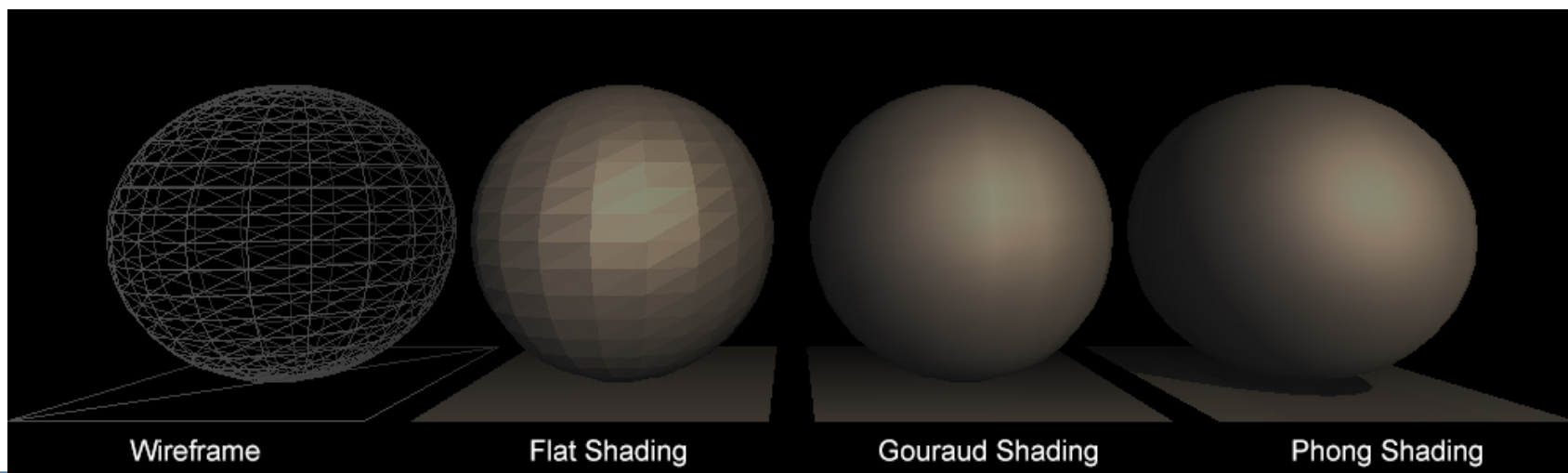
Gilda Aparecida de Assis

Por que estudar cor?

- A Computação Gráfica estuda modelos e algoritmos para gerar, processar e interpretar imagens digitais. Imagens são formadas por conjuntos de pontos coloridos. Por isto o estudo de cor é um dos fundamentos da Computação Gráfica.

Cor

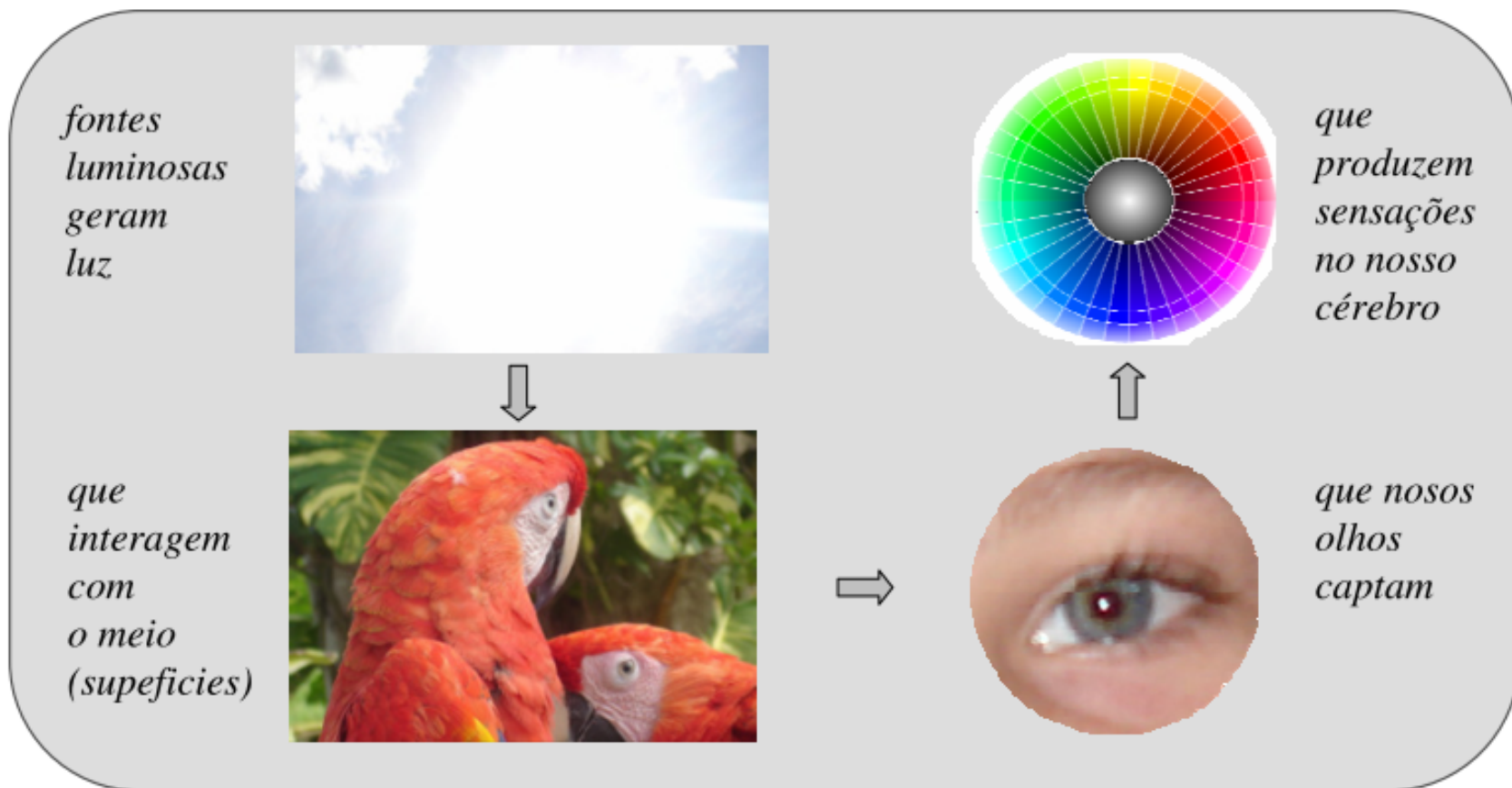
- O uso da cor na computação gráfica :
 - Melhora a legibilidade da informação (contraste)
 - Possibilita gerar imagens realísticas
 - Permite focar a atenção do observador
 - Torna o processo de comunicação mais eficiente









O que é cor?

- As cores são sensações que nós, seres humanos, temos em resposta à luz que incide nos nossos olhos. Por isso, para entendermos as cores, precisamos antes estudar a luz, como ela interage com os objetos, como nossos olhos captam e como nosso cérebro processa esta informação.

Percepção da Cor



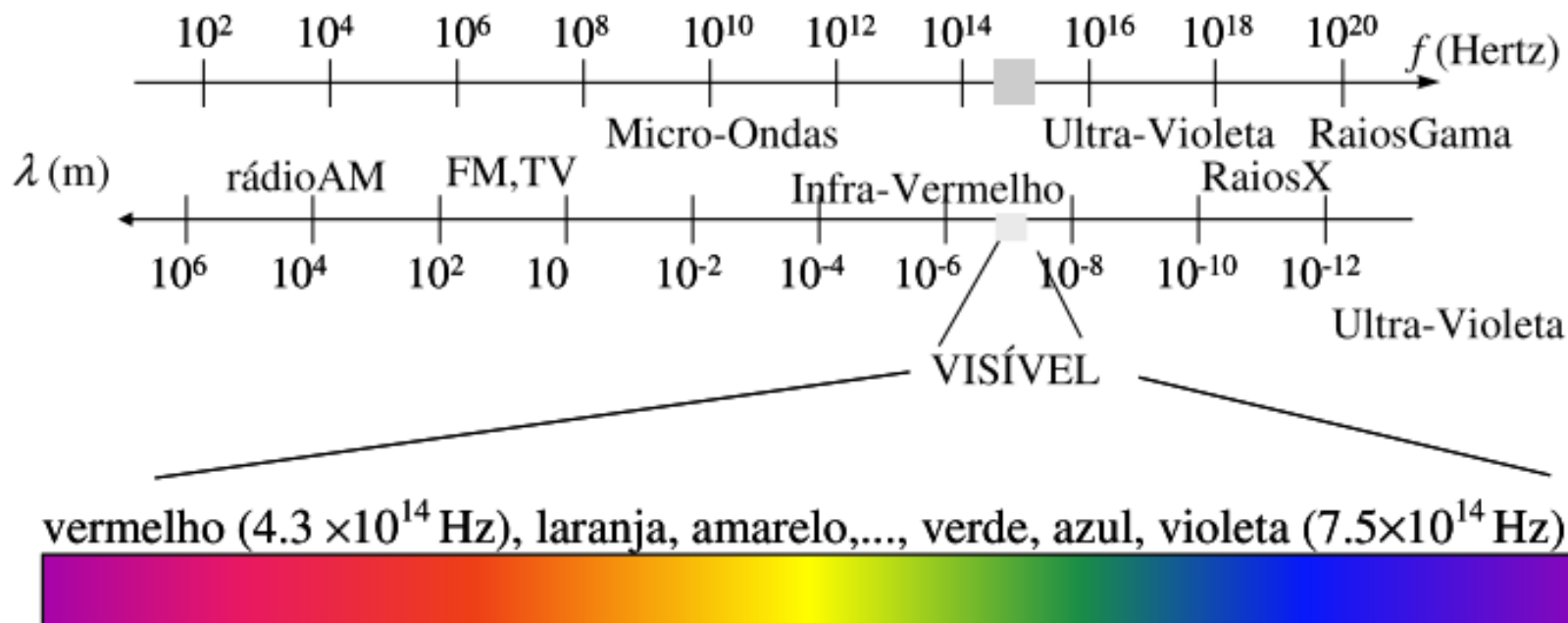
Modelos físicos da luz

Huygens	Newton	Max Planck	Eistein
			
☆1629 †1695	☆1643 †1727	☆1858 †1947	☆1879 †1955
			
			
<i>onda</i>	<i>partículas</i>	<i>fótons</i>	

Os fótons podem ser vistos como pacotes de energia que viajam no espaço numa velocidade constante de 300.000 km/s

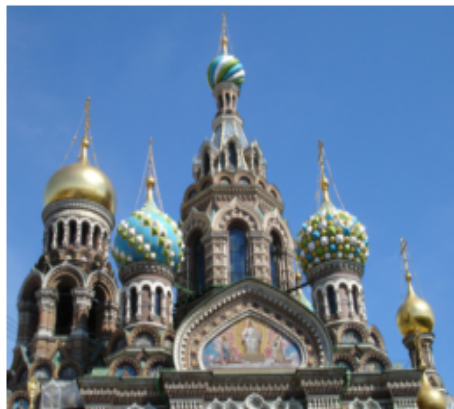
Ondas eletromagnéticas

- Classificação da ondas eletromagnéticas:



A interação da luz com os objetos

- O que vemos não é a fonte de luz em si, mas sim a reflexão da luz



(a) objetos
construídos



(b) objetos naturais

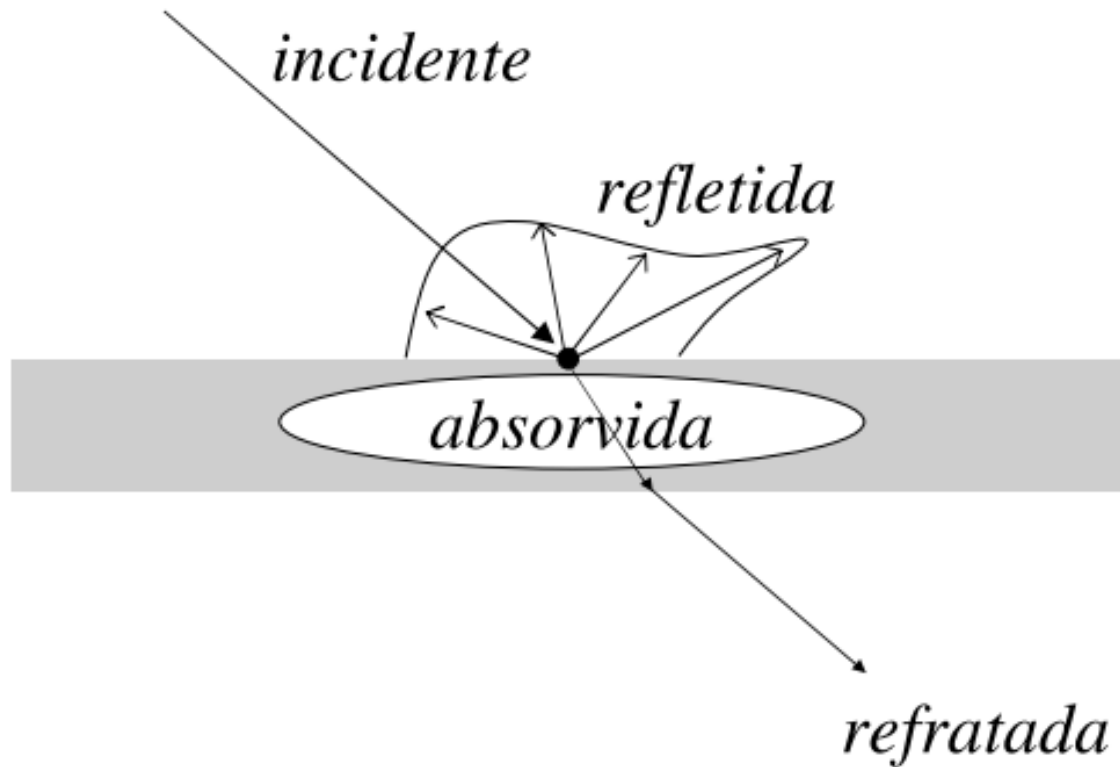


(c) reflexão
especular



(d) refração

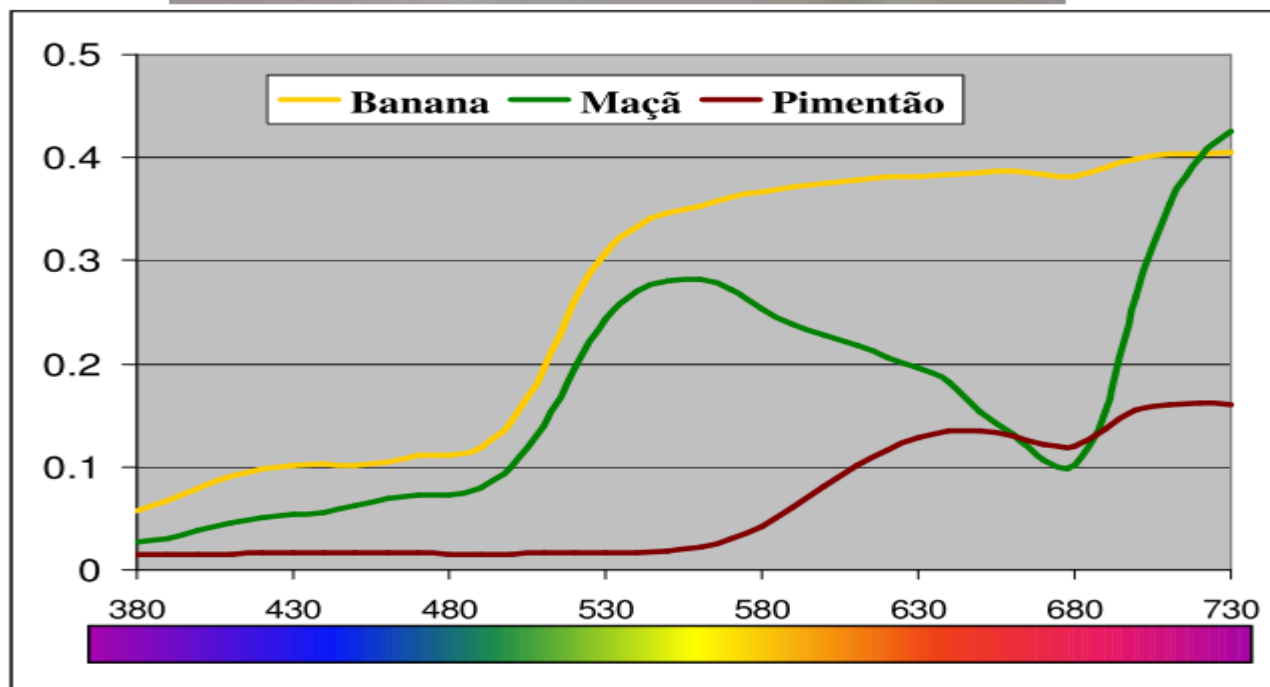
Luz ao atingir uma superfície



Decomposição espectral da luz

- A sensação de cor está diretamente associada com a distribuição espectral da luz.
- Ou seja, para entendermos a sensação de cor vamos precisar caracterizar quantitativamente o espectro

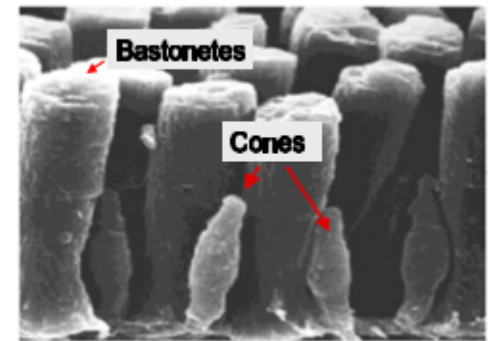
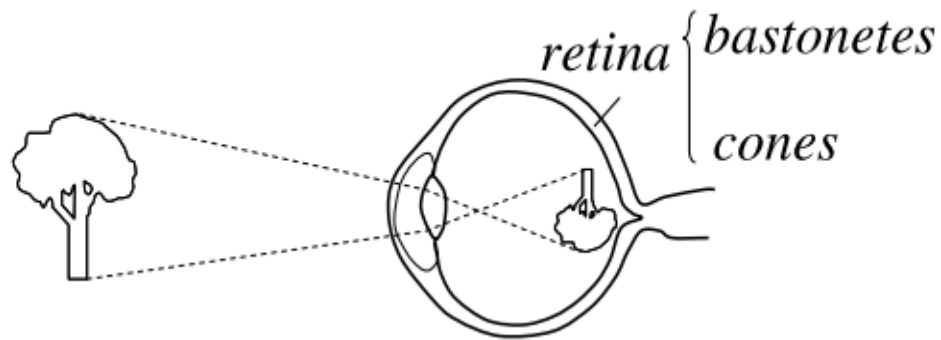
Decomposição espectral da luz



Sistema visual humano

- No fundo da retina do olho humano temos dois tipos de sensores que detectam a luz e a transformam em impulso nervoso: **Cones e bastonetes**.
- Os cones totalizam 7 milhões e estão concentrados no centro da retina e são responsáveis pela percepção das cores.
- Os bastonetes totalizam 125 milhões e estão concentrados na periferia da retina, distinguem os tons de cinza e são responsáveis pela visão periférica.

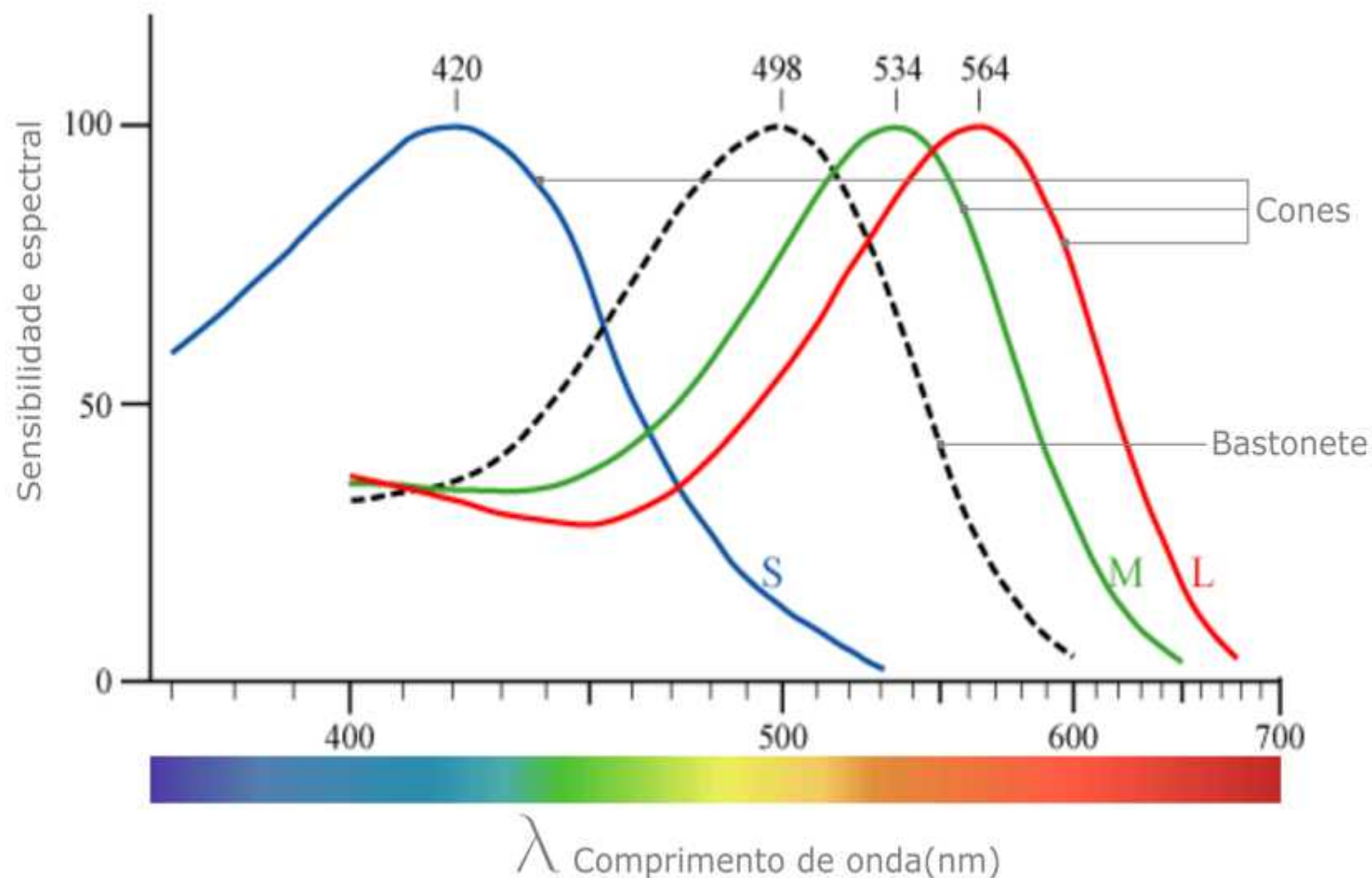
Sistema visual humano



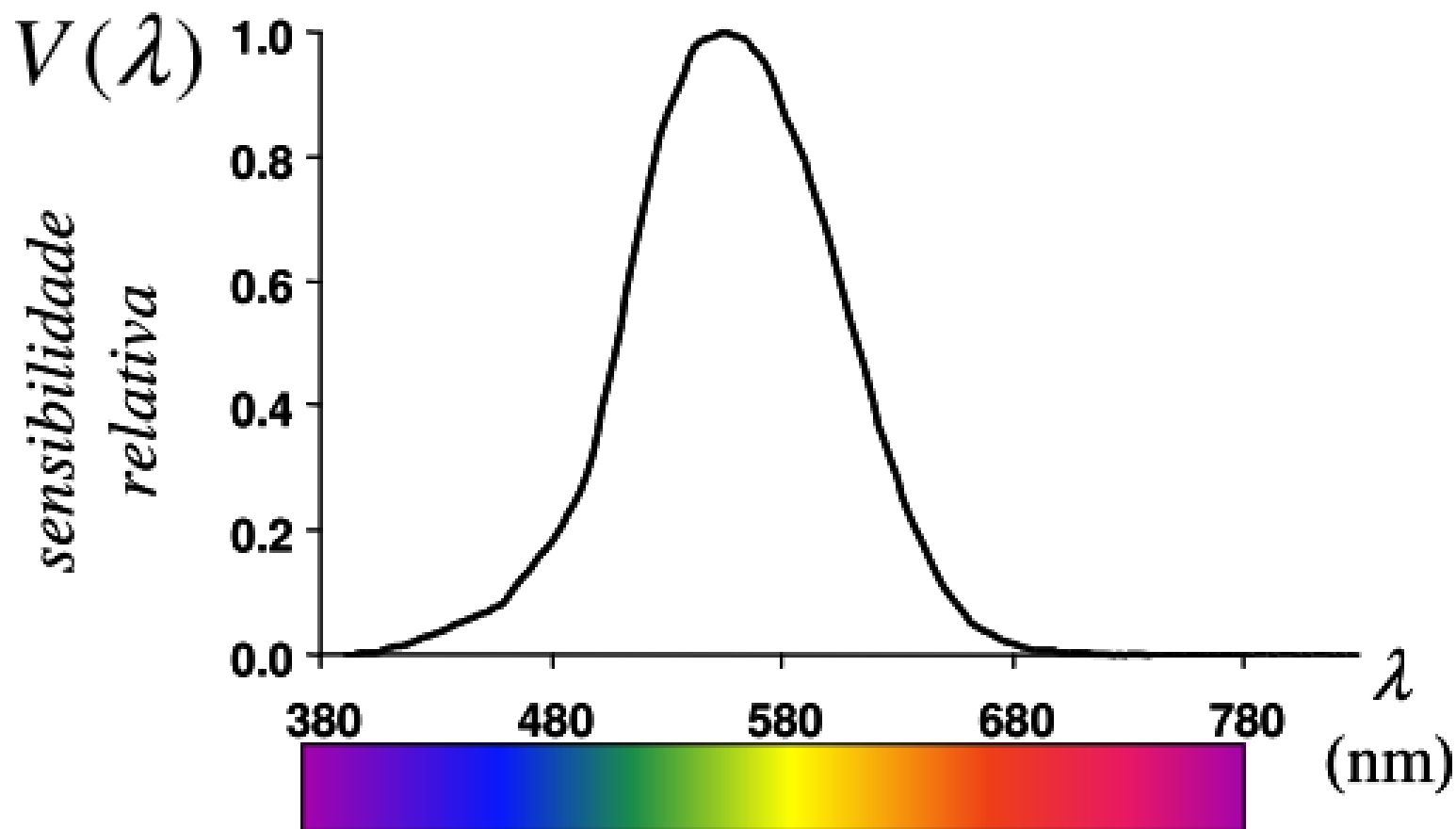
Teoria tricromática

- A retina é formada por três tipos de fotopigmentos capazes de receber e transmitir sensações distintas.
 - Fotopigmentos mais sensível aos comprimentos de onda curtos, são conhecidos como **azuis**.
 - Sensíveis aos comprimentos de onda de **verde** e **vermelho**.

Teoria tricromática



Sensibilidade do olho humano



Sensibilidade do olho humano

- Por exemplo, mesmo que uma fonte azul emita a mesma quantidade de energia luminosa que uma fonte verde, vamos perceber a luz verde como sendo mais intensa. Isto porque a fonte verde tem um distribuição mais próxima da região central da curva $V(\lambda)$ enquanto que a azul se aproxima das pontas.

Cores Primárias

- As cores primárias são as cores básicas que podem ser usadas para produzir outras cores
- Não existe um conjunto finito de cores primárias visíveis que produza realmente todas as cores
- Uma grande parte das cores podem ser produzidas a partir de 3 cores primárias.
- Usa-se 3 cores primárias pelo fato de os olhos humanos possuírem três tipos de sensores de cor diferentes

Sistema de cores

- Sistema de cores é um modelo que define as propriedades ou o comportamento das cores num contexto particular.
- O universo de cores que podem ser representadas por uma sistema é chamado de espaço de cores.

Sistema Aditivo de cores

- A mistura de cores aditiva é o efeito da projeção de luzes de várias cores no mesmo ponto da retina ao mesmo tempo.
- RGB (vermelho, verde, azul)

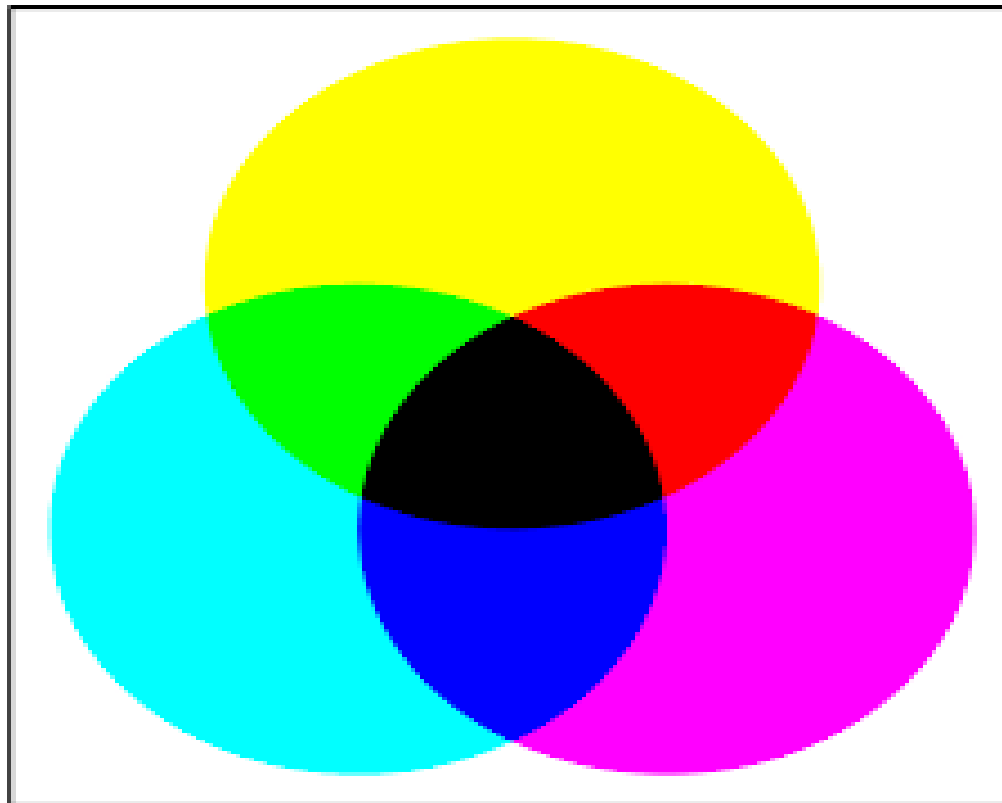
Sistema de cores Aditivas



Sistema Subtrativo de cores

- É o processo usado nas impressoras e pinturas, em que a superfície “absorve” parte da tinta. Nós vemos a parte que não foi absorvida.
- CMY (ciano, magenta, amarelo)

Sistema Subtrativo de cores



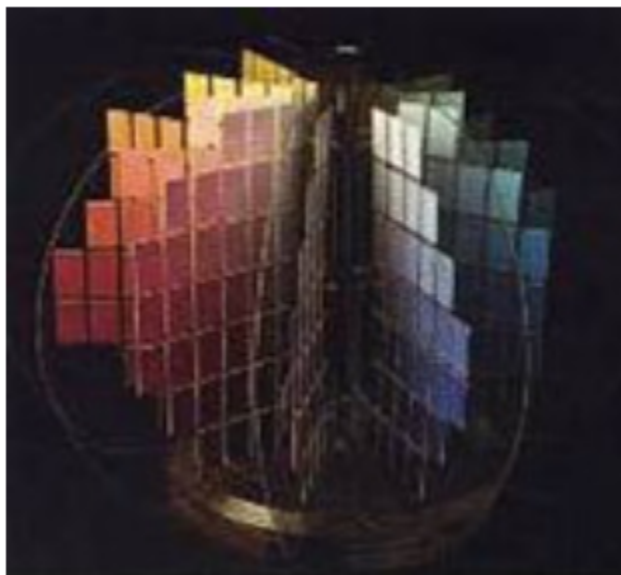
Sistema de cores

- Os primeiros sistemas de especificação de cor enumeravam as cores colocando rótulos em amostras delas.



☆1858 †1918

Albert Henry Munsell

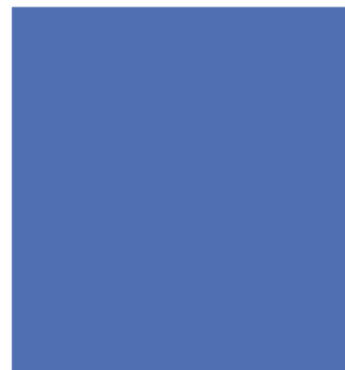


Sistema de cores

- Este processo de classificação de cores por amostras continua até hoje. O sistema Pantone© é um sistema proprietário bastante utilizado na internet atualmente.



Pantone: Blue Iris



HEX: #506EB2 RGB: 80, 110, 178

Sistemas de cores para dispositivos

- Especificam em um sistema de coordenadas de cores 3D, um gamute, que é um subconjunto de todas as cores visíveis.
- Modelos orientados a hardware não são intuitivos pois não relacionam conceitos de tons, saturação e intensidade.
 - RGB (monitores CRT), YIQ (TVs NTSC), CMY e CMYK (impressoras)
- Modelos orientados a usuário
 - HSV/HSB (hue, saturation, value/brightness)
 - HLS (hue, lightness, saturation)

Modelo CMY(K)

- Impressoras geralmente usam CMYK (K=black)
- K usado ao invés de quantidades iguais de CMY (preto) mais realista e menos tinta no papel (secagem mais rápida).

$$\begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

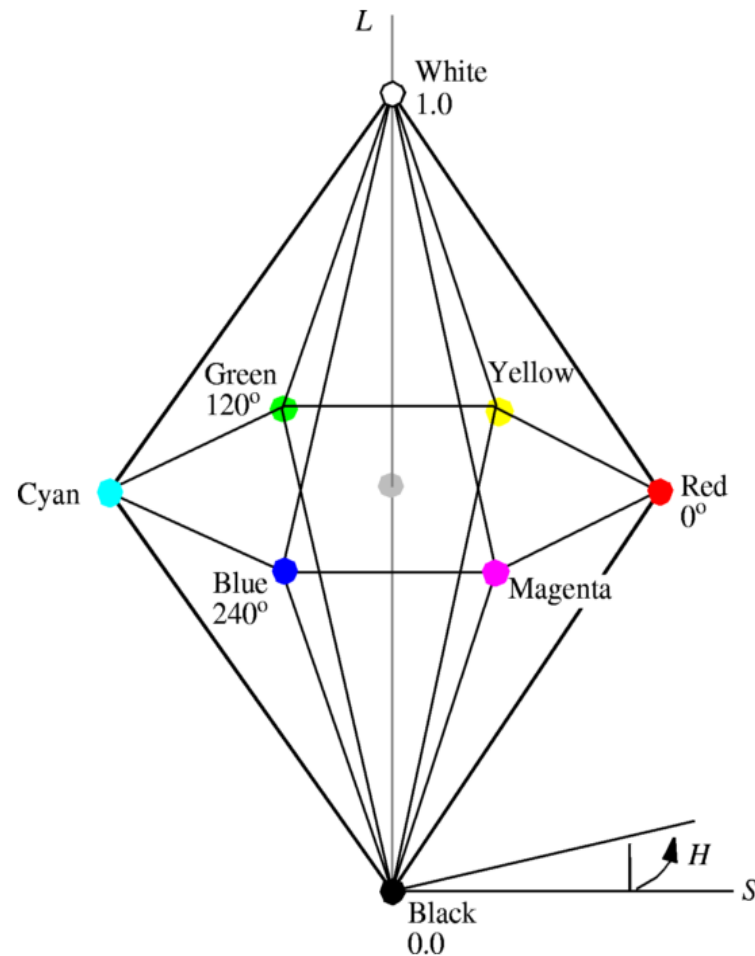
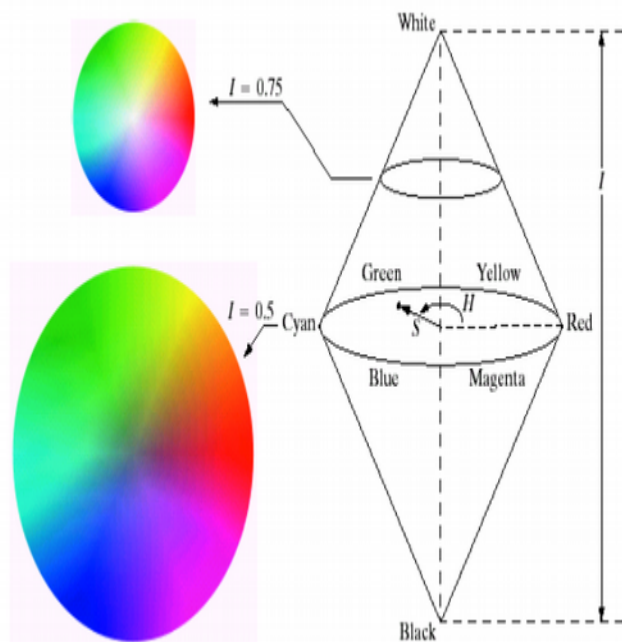
Modelo YIQ

- Criado para ser eficiente e compatível com TVs preto e branco. Usado no NTSC (National Television Standards Committee). Nas televisões PAL o sistema de cores é YUV
- Y é a luminância (intensidade)
- I (matiz) e Q (saturação) codificam a cromaticidade

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.30 & 0.59 & 0.11 \\ 0.60 & -0.28 & -0.32 \\ 0.21 & -0.52 & 0.31 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

Modelo HLS

- Hue, Lightness, Saturation



Problemas com Sistemas de Cores

- Eles são não-uniformes do ponto de vista perceptual
 - Mudanças de cores iguais matematicamente não são percebidas como iguais