

# SCC0251

## Processamento de Imagens

### Processamento de Imagens em Cores

Professora Leo Sampaio Ferraz Ribeiro



# Slide para não esquecer de passar a lista



## Júpiter - Sistema de Gestão Acadêmica da Pró-Reitoria de Graduação

### Lista de Presença

Unidade: 55 Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação

Disciplina: SCC0251 Processamento de Imagens

Turma: 2025101 - Teórica

Período: 24/02/2025 - 07/07/2025

Disciplina COM 2ª Avaliação.

Horário

qua 08:10 09:50

sex 08:10 09:50

Prof(a).

Leo Sampaio Ferraz Ribeiro

Leo Sampaio Ferraz Ribeiro

NºUSP	Ingr.	Curso	Nome	dia _/_/_	dia _/_/_	dia _/_/_
14712657	28/02/2024	55041	Allan Vitor de Souza Silva	_____	_____	_____
13687196	11/02/2022	55071	Amabile Pietrobon Ferreira	_____	_____	_____
13687108	23/02/2022	55090	Arthur Hiratsuka Rezende	_____	_____	_____
12691964	13/03/2023	55041	Arthur Pin	_____	_____	_____
13671532	11/02/2022	55041	Arthur Queiroz Moura	_____	_____	_____
12745212	03/05/2021	97001	Asafe Henrique de Oliveira Franca	_____	_____	_____
12542481	16/04/2021	55041	Bernardo Maia Coelho	_____	_____	_____
12733212	29/04/2021	55041	Bernardo Rodrigues Tameirao Santos	_____	_____	_____
14745682	13/03/2023	55071	Bruno Batista Pereira da Silva	_____	_____	_____
13672220	25/03/2022	55041	Camila Donda Ronchi	_____	_____	_____
12542630	18/03/2021	55041	Carlos Filipe de Castro Lemos	_____	_____	_____
14746015	24/02/2025	55090	Diego Gladcheff Munhoz	_____	_____	_____
12556973	25/02/2022	55041	Eduarda Fritzen Neumann	_____	_____	_____
14568142	27/01/2023	55090	Enzo Castelo Branco Biondi	_____	_____	_____
13781841	07/03/2022	55041	Enzo Yasuo Hirano Harada	_____	_____	_____
12547423	13/03/2023	55041	Fabricao Sampaio	_____	_____	_____

# Cores

Descritor importante para identificação de elementos em uma cena

# Cores

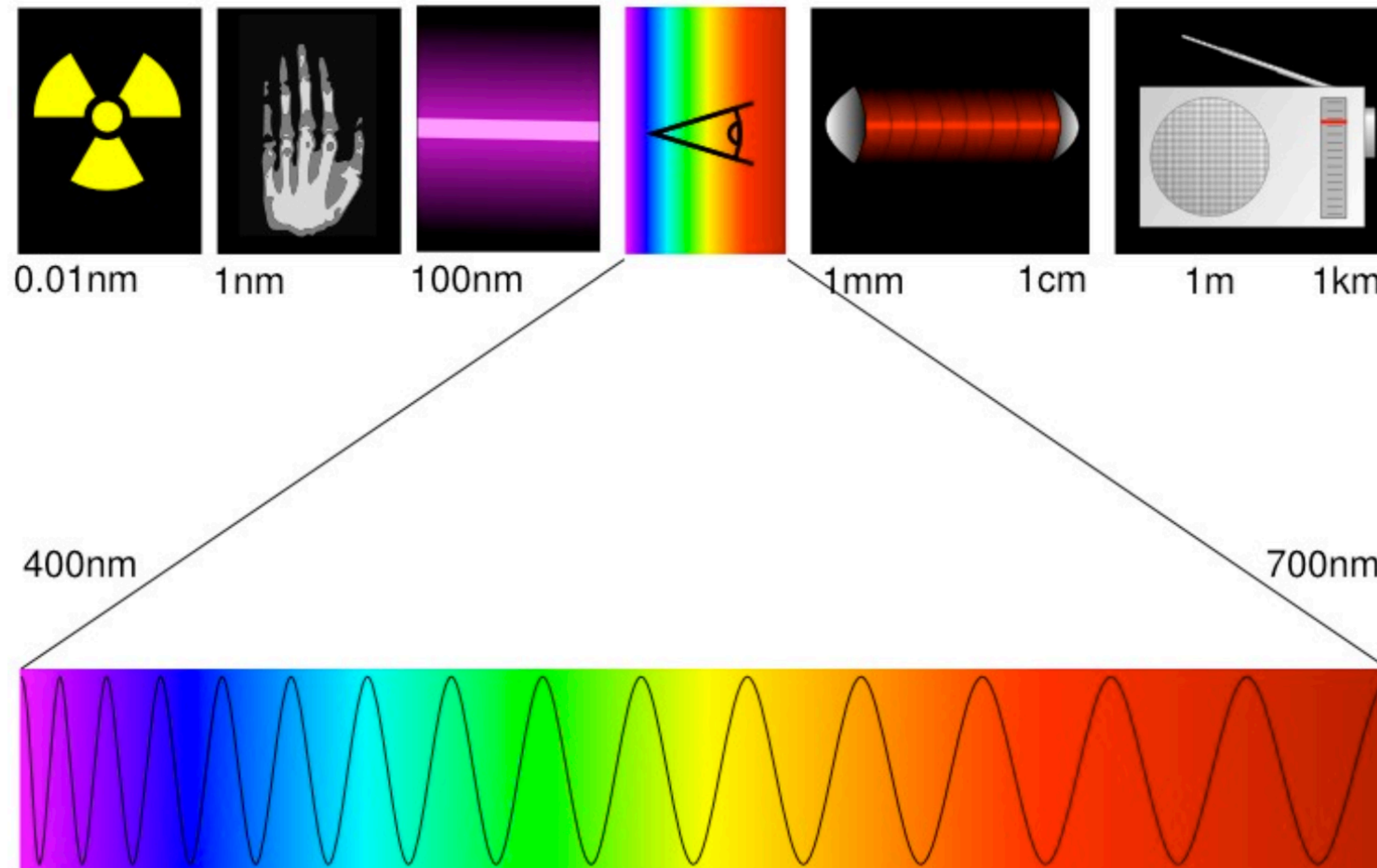
Descritor importante para identificação de elementos em uma cena

Nós enxergamos cores

# Cores

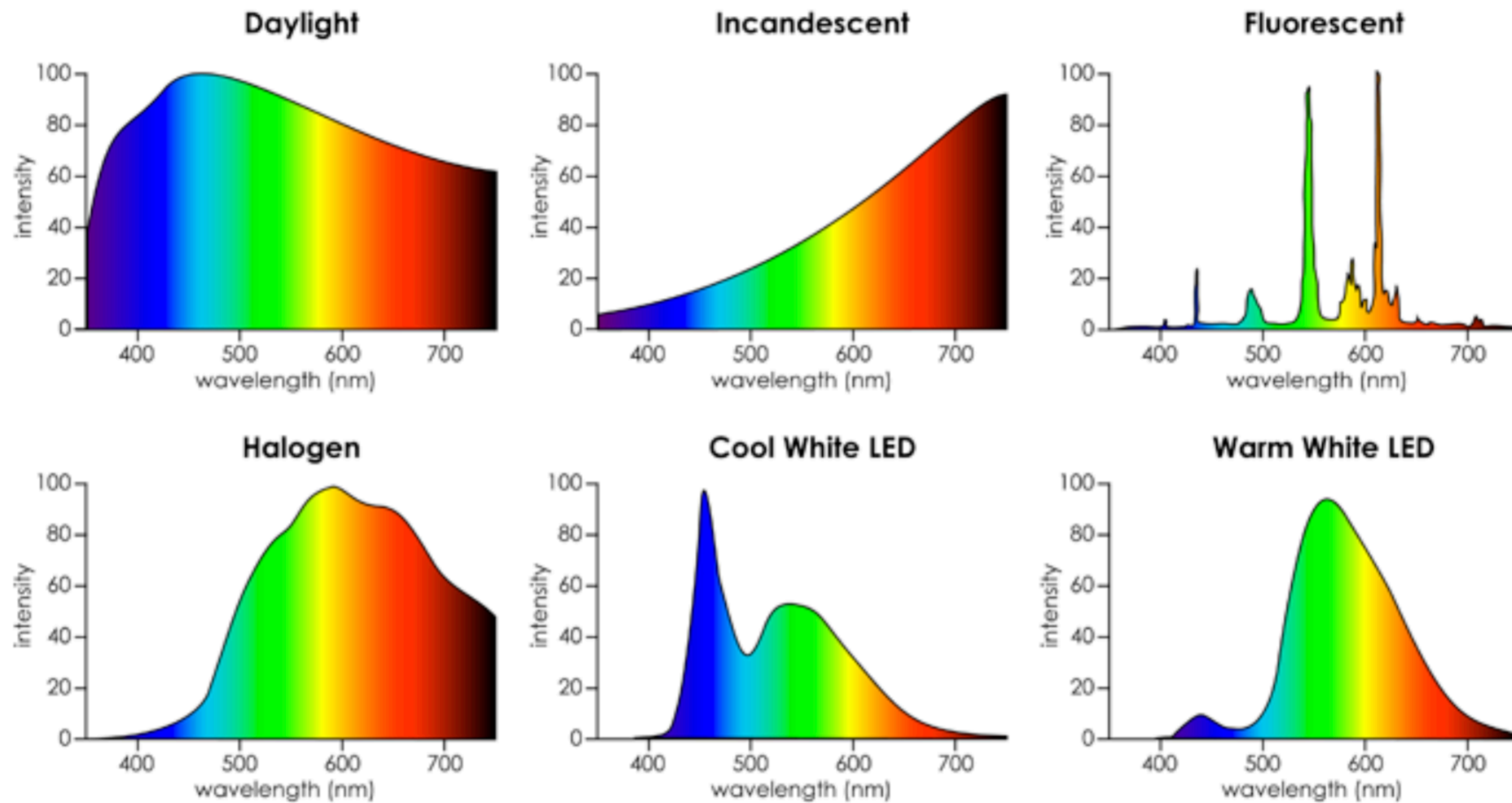
Descritor importante para identificação de elementos em uma cena

Nós enxergamos cores



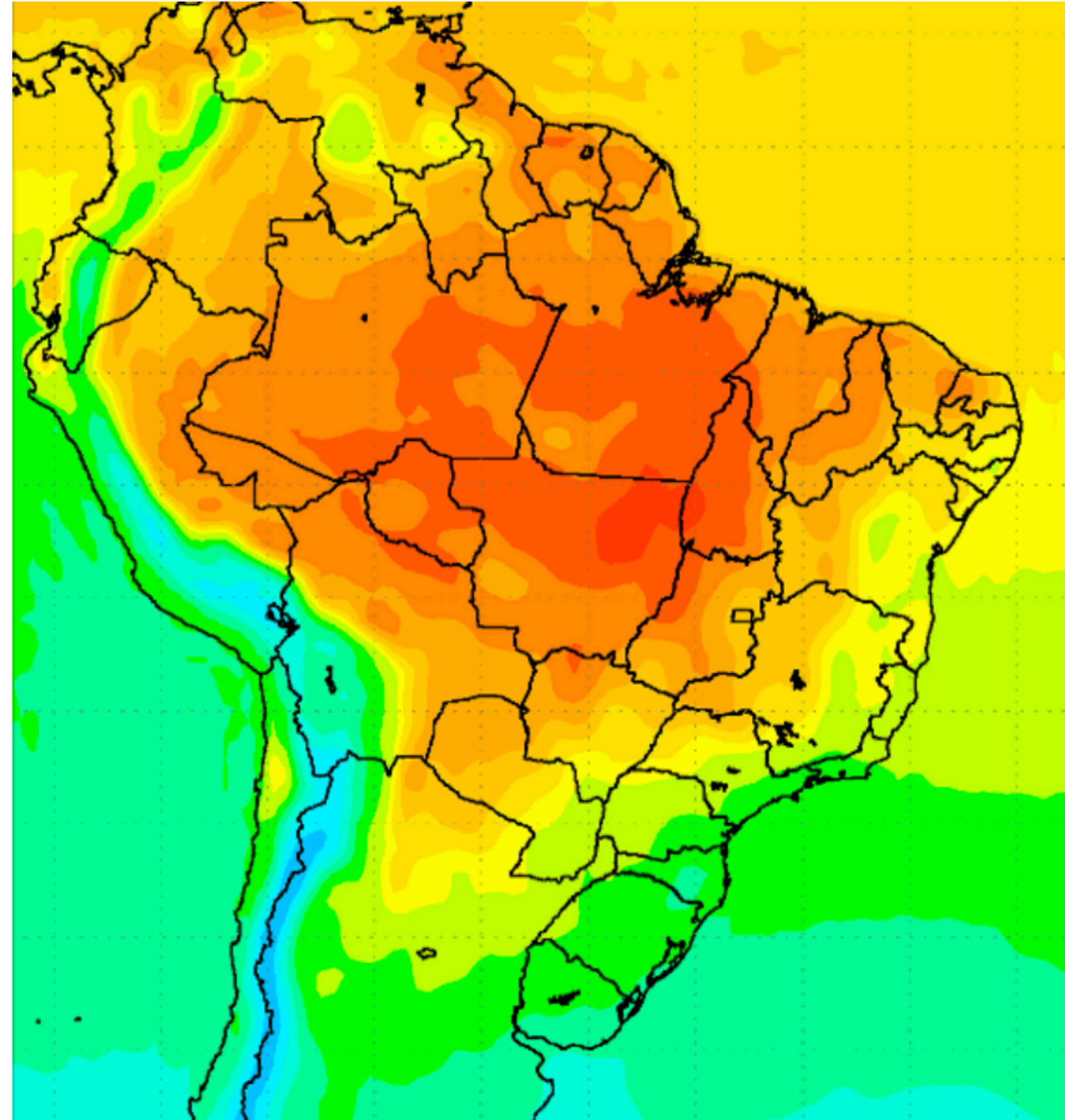
# Cores

Diferentes fontes de luz possuem diferentes distribuições de frequências



# Pseudocores

Podemos usar cores como representações semânticas de outras informações



# Cores

**Luz acromática:** atributo de intensidade sem separação de cores

**Luz cromática:** seleção de comprimentos de onda específicos

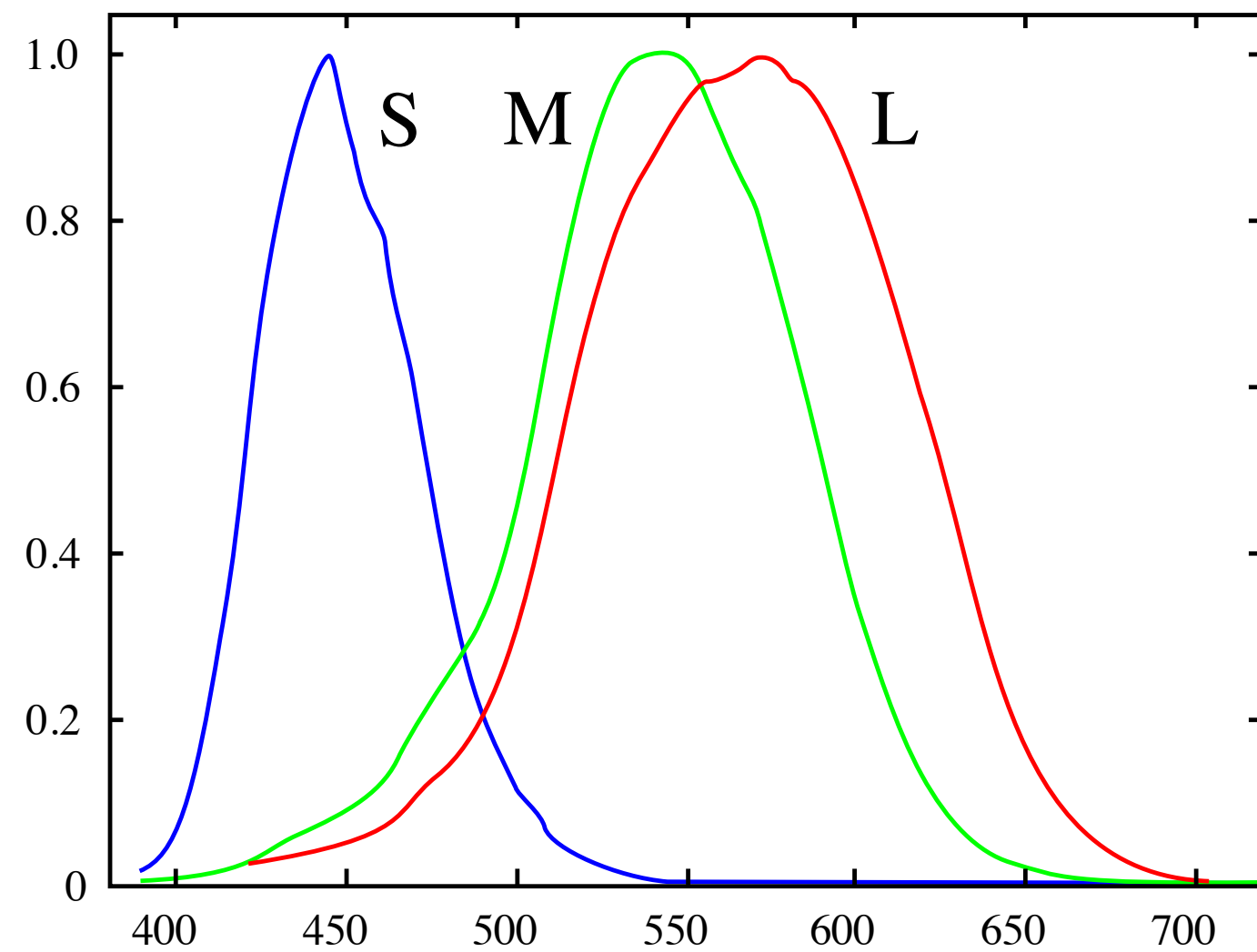


# Cores

**Luz acromática:** atributo de intensidade sem separação de cores

**Luz cromática:** seleção de comprimentos de onda específicos

Cones são os “sensores” de cor dos nossos olhos e são categorizados em S, M, L

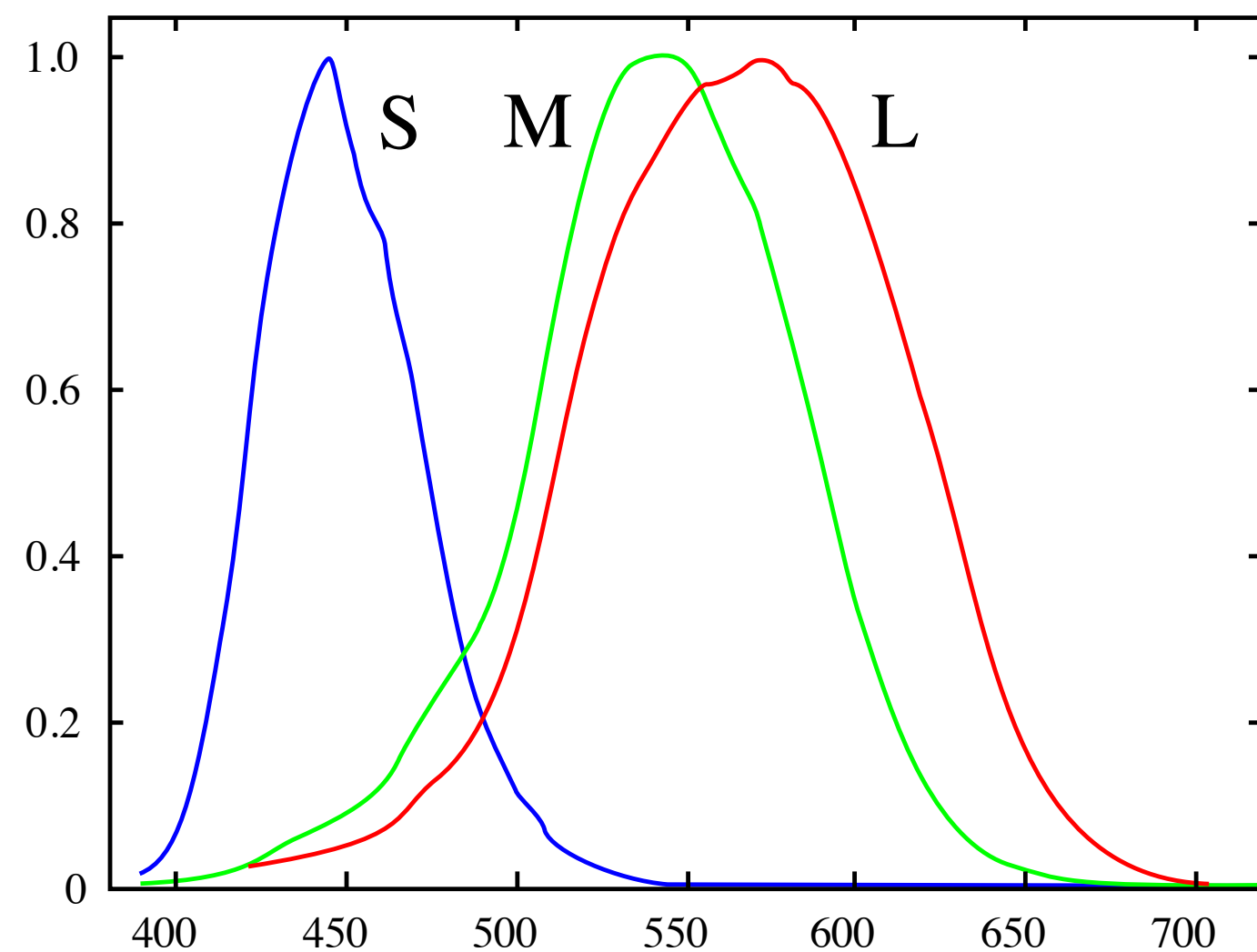


# Cores

**Luz acromática:** atributo de intensidade sem separação de cores

**Luz cromática:** seleção de comprimentos de onda específicos

Cones são os “sensores” de cor dos nossos olhos e são categorizados em S, M, L



O esquema RGB é inspirado por esta divisão de cones

# Composição de Cores

**Primárias:** azul, amarelo e vermelho

# Composição de Cores

**Primárias:** azul, amarelo e vermelho

azul + amarelo = verde

vermelho + azul = roxo

vermelho + amarelo = marrom

# Composição de Cores

**Primárias:** azul, amarelo e vermelho

azul + amarelo = verde

vermelho + azul = roxo

vermelho + amarelo = marrom



# Composição de Cores

**Primárias:** azul, amarelo e vermelho

azul + amarelo = verde

vermelho + azul = roxo

vermelho + amarelo = marrom

# Composição de Cores

**Primárias:** azul, amarelo e vermelho

~~azul + amarelo = verde~~

~~vermelho + azul = roxo~~

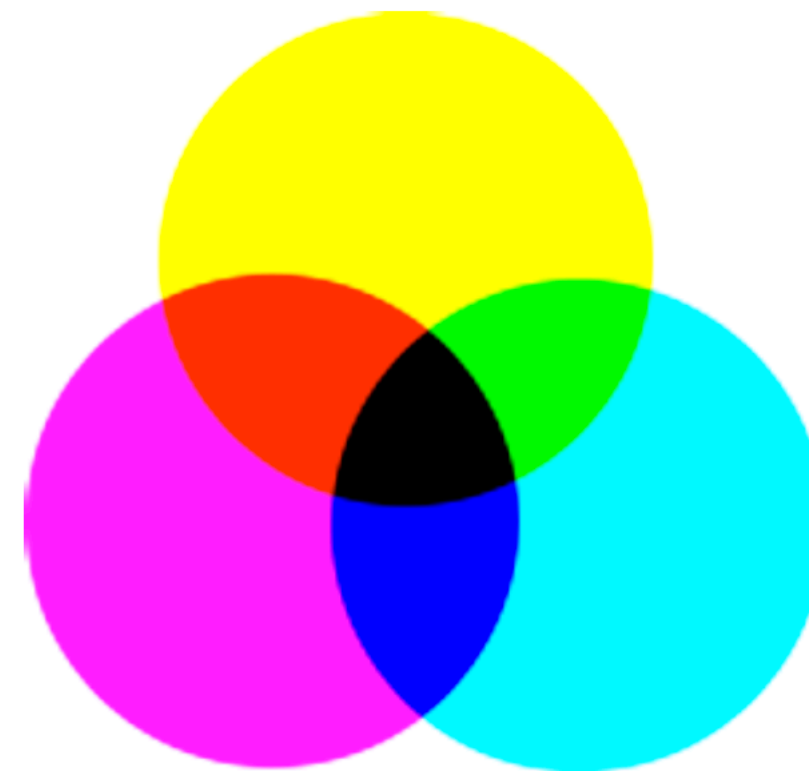
~~vermelho + amarelo = marrom~~

**Primárias:** ciano, amarelo e magenta

ciano + amarelo = verde

magenta + azul = roxo

magenta + amarelo = vermelho



# Composição de Cores

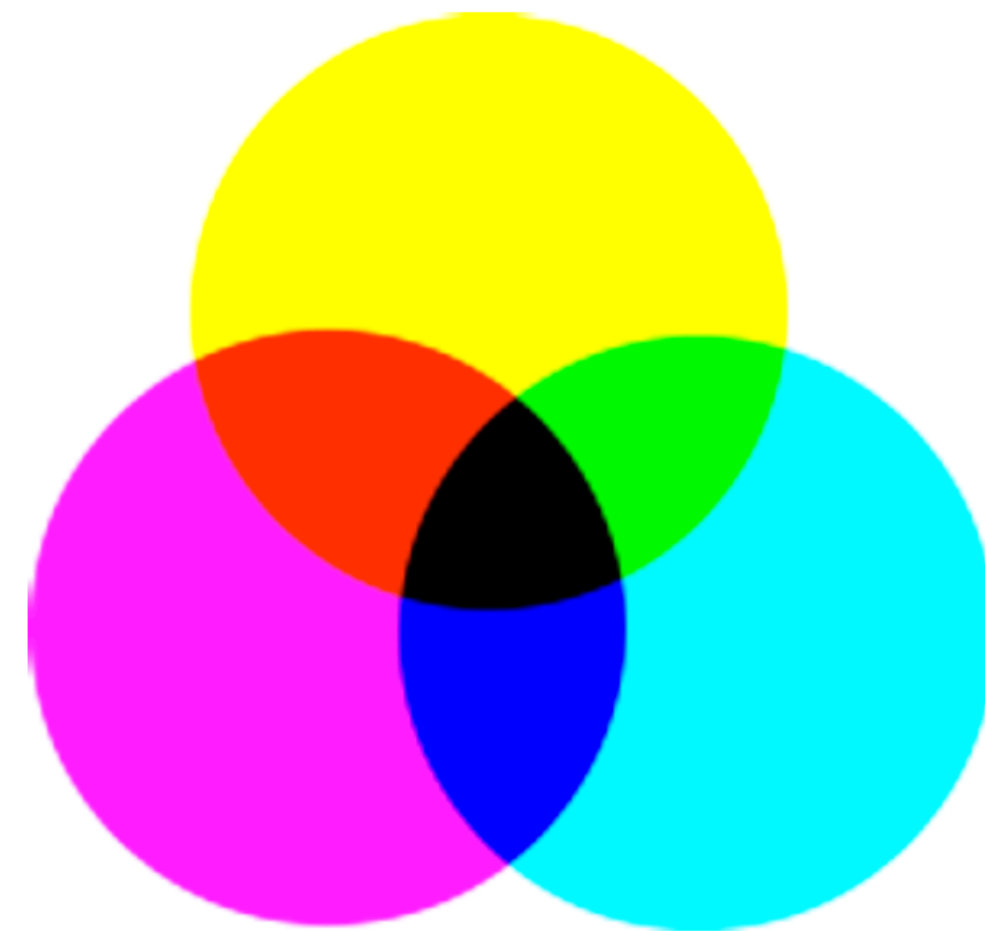
**Primárias:** ciano, amarelo e magenta

ciano + amarelo = verde

magenta + azul = roxo

magenta + amarelo = vermelho

**Modelo subtrativo de cores**





# Composição de Cores

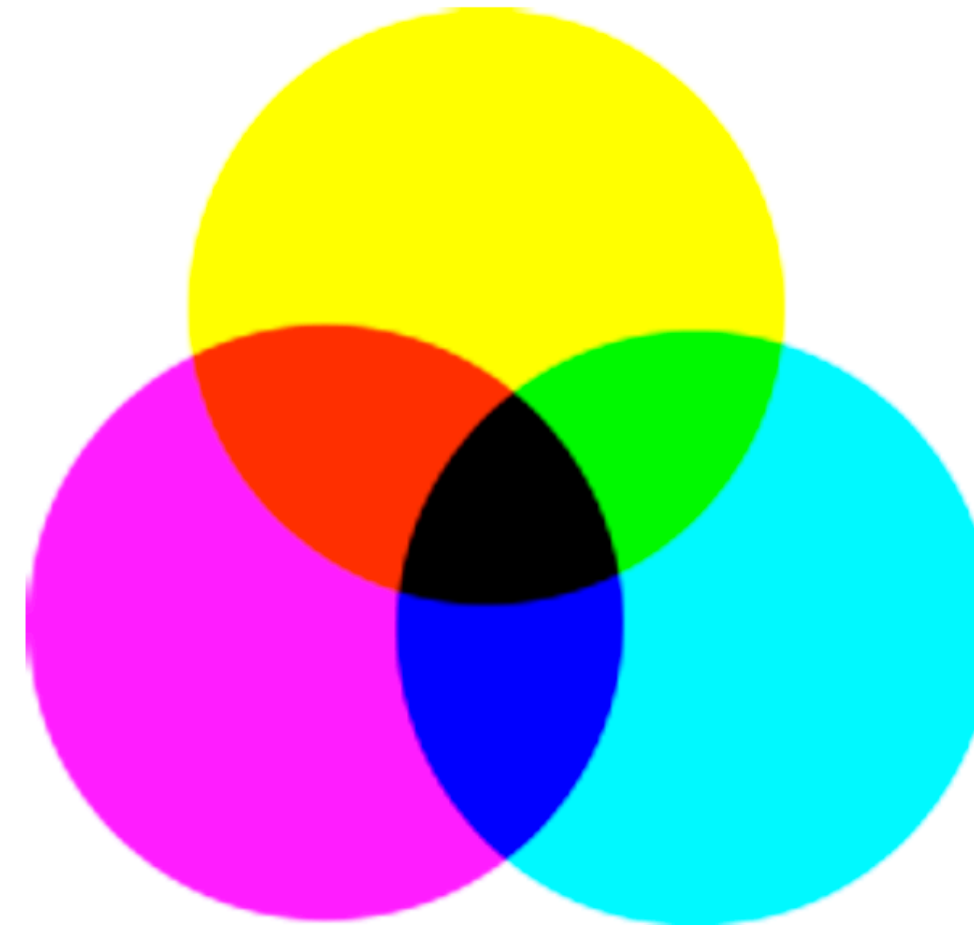
## Modelo subtrativo de cores

**Primárias:** ciano, amarelo e magenta

ciano + amarelo = verde

magenta + azul = roxo

magenta + amarelo = vermelho



# Composição de Cores

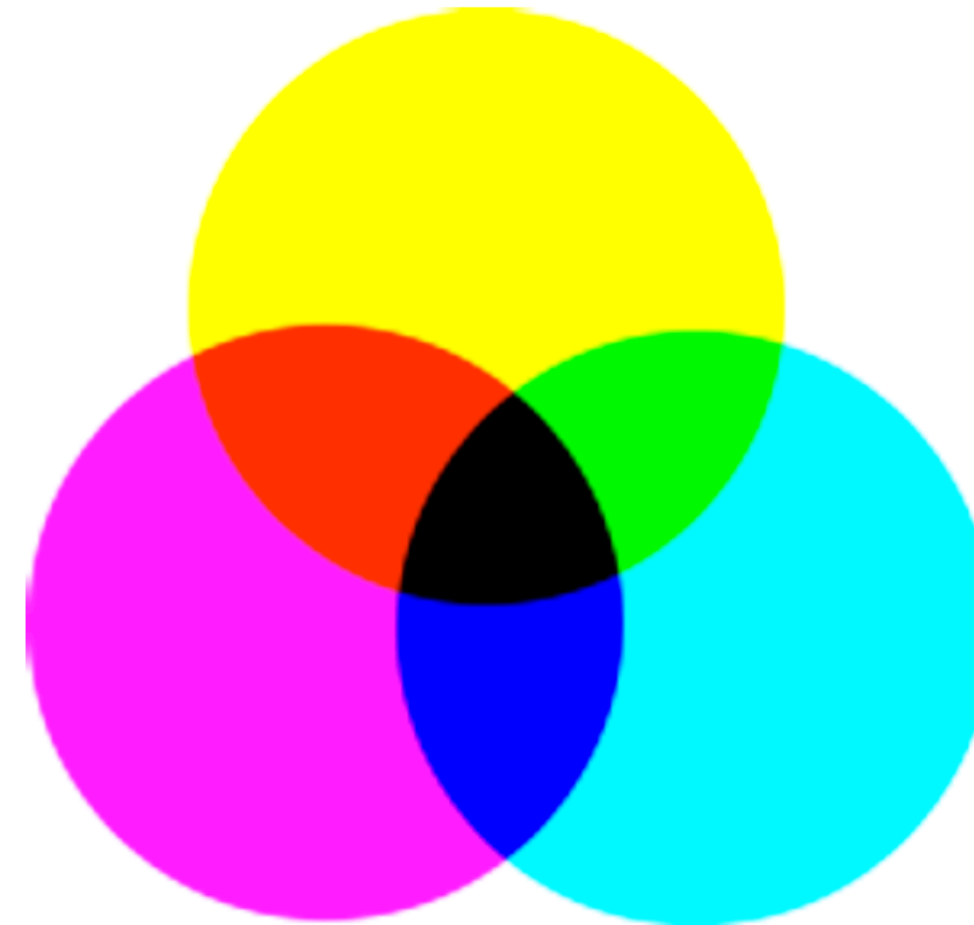
## Modelo subtrativo de cores

**Primárias:** ciano, amarelo e magenta

ciano + amarelo = verde

magenta + azul = roxo

magenta + amarelo = vermelho



## Modelo aditivo de cores

**Primárias:** vermelho, verde, azul

azul + verde = ciano

vermelho + azul = magenta

vermelho + verde = amarelo

# Composição de Cores

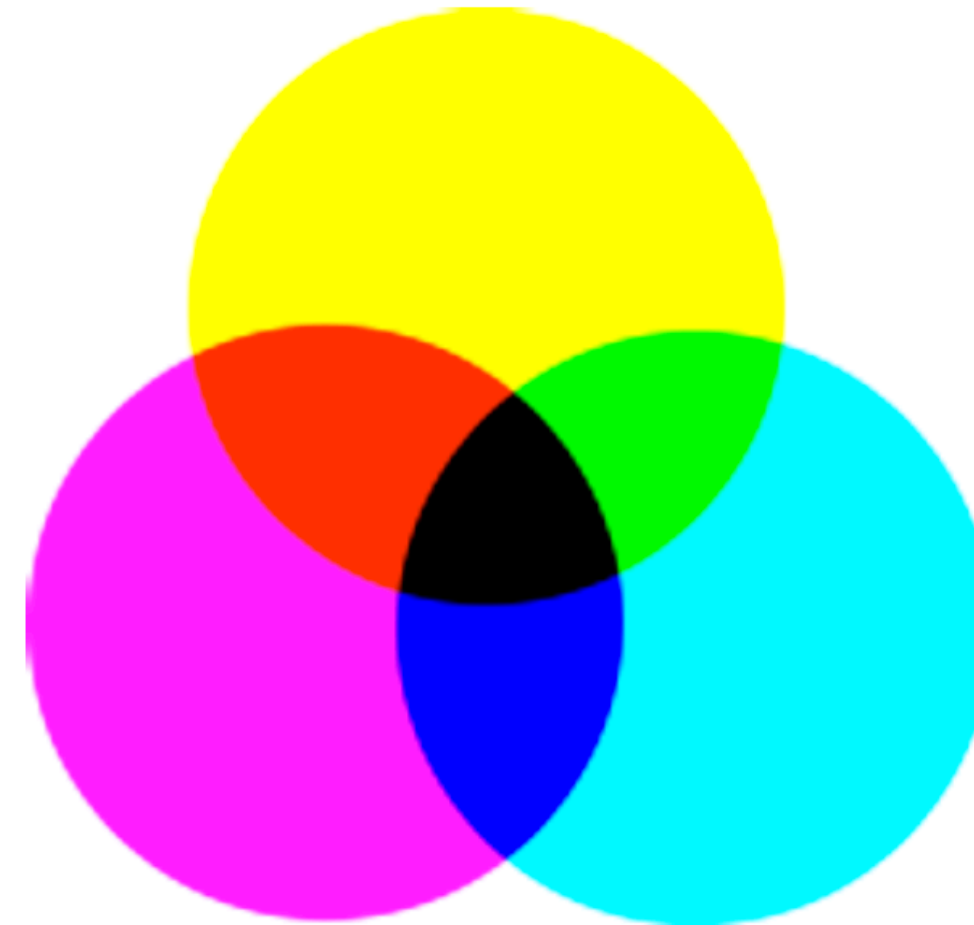
## Modelo subtrativo de cores

**Primárias:** ciano, amarelo e magenta

ciano + amarelo = verde

magenta + azul = roxo

magenta + amarelo = vermelho



## Modelo aditivo de cores

**Primárias:** vermelho, verde, azul

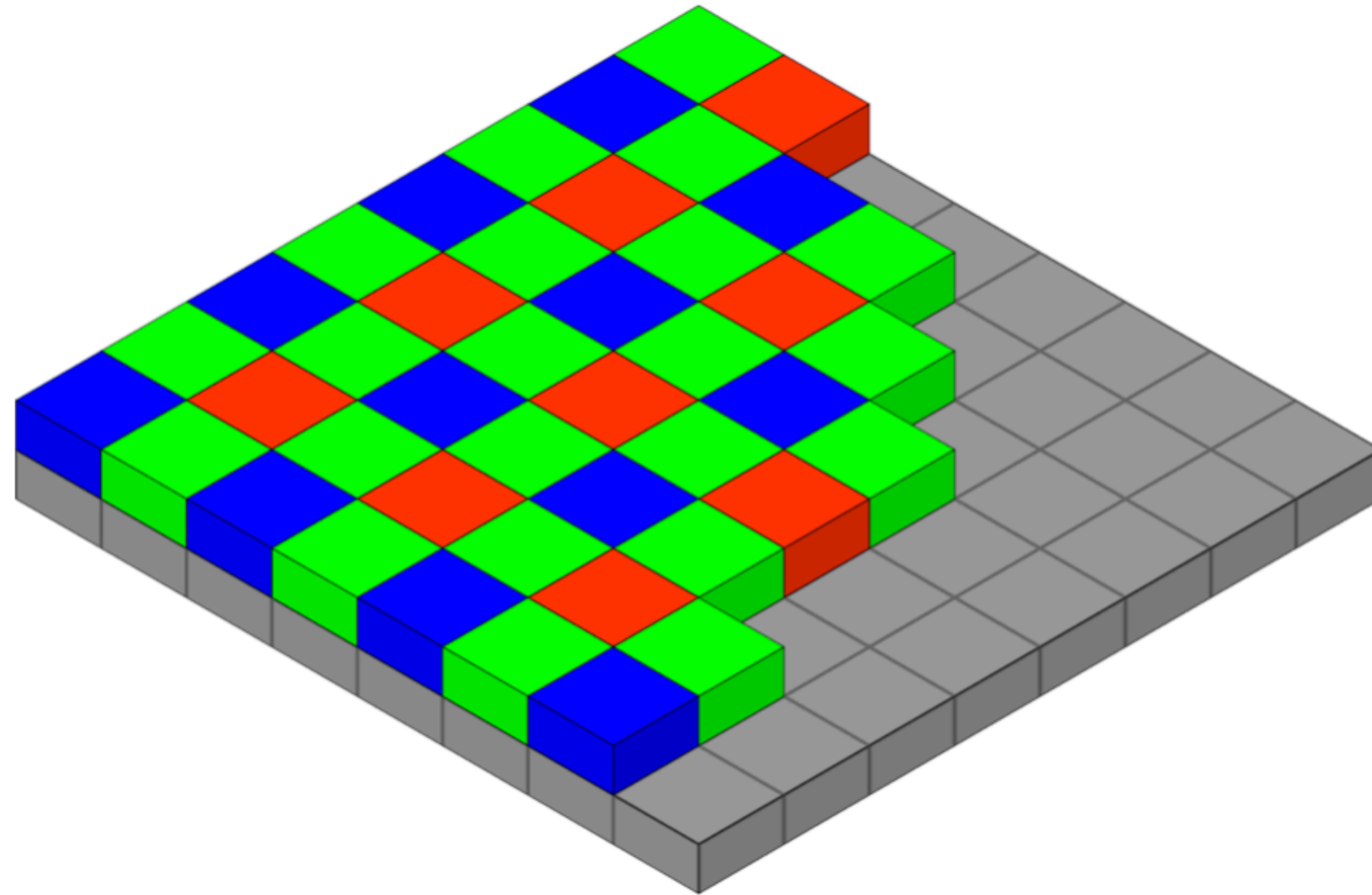
azul + verde = ciano

vermelho + azul = magenta

vermelho + verde = amarelo



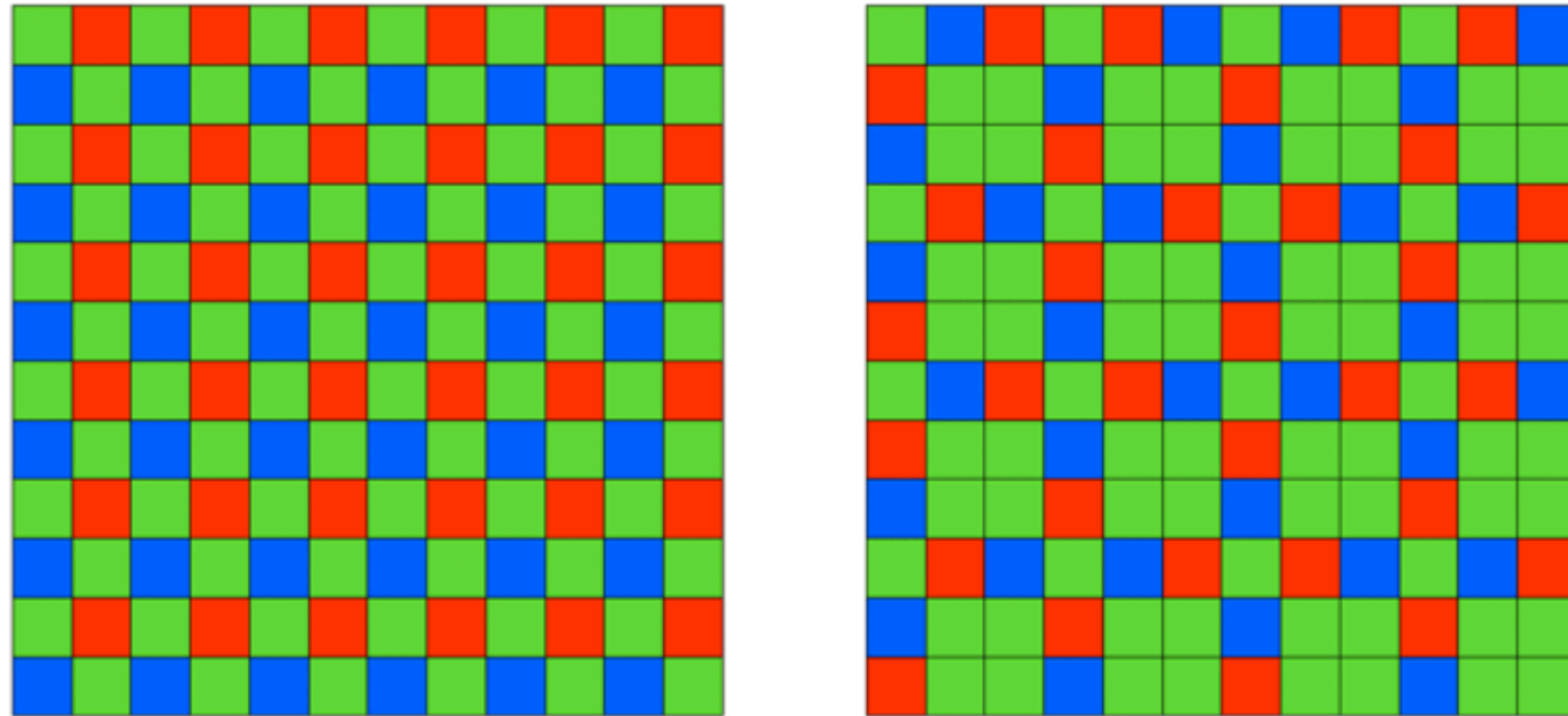
## Imagem Digital: Filtros de Cor



15

[https://en.wikipedia.org/wiki/Bayer\\_filter](https://en.wikipedia.org/wiki/Bayer_filter)

## Imagem Digital: Filtros de Cor



# Modelos de Cores

**Comission Internationale d'Eclairage (CIE)** decidiu em 1931 criar um padrão para representação de cores

# Modelos de Cores

- | **Comission Internationale d'Eclairage (CIE)** decidiu em 1931 criar um padrão para representação de cores
- | Um padrão era necessário para garantir consistência em outros padrões sendo criados na época como cores a serem usadas na aviação e navegação

# Modelos de Cores

- | **Comission Internationale d'Eclairage (CIE)** decidiu em 1931 criar um padrão para representação de cores
- | Um padrão era necessário para garantir consistência em outros padrões sendo criados na época como cores a serem usadas na aviação e navegação
- | Um **espaço de cores** permite que possamos fazer operações matemáticas com cores que podem ser representadas no mundo real



# Modelos de Cores

Comission Internationale d'Eclairage (**CIE**) criou o padrão de três-estímulos (CIE 1931 XYZ)

# Modelos de Cores

**Comission Internationale d'Eclairage (CIE)** criou o padrão de três-estímulos (CIE 1931 XYZ)

O padrão XYZ é especial pois é definido em todo espectro visível de cores

# Modelos de Cores

**Comission Internationale d'Eclairage (CIE)** criou o padrão de três-estímulos (CIE 1931 XYZ)

O padrão XYZ é especial pois é definido em todo espectro visível de cores

**XYZ contém então todos os outros modelos:**

LAB, LUV foram criados para adaptar melhor visão humana

RGB é usado para luz, CMY e CMYK para impressoras

HSV separa cores em luminância, cor e saturação

# Modelos de Cores

**Comission Internationale d'Eclairage (CIE)** criou o padrão de três-estímulos (CIE 1931 XYZ)

O padrão XYZ é especial pois é definido em todo espectro visível de cores

$$x = \frac{X}{X + Y + Z} \quad y = \frac{Y}{X + Y + Z} \quad z = \frac{Z}{X + Y + Z} = 1 - x - y$$

# Modelos de Cores

**Comission Internationale d'Eclairage (CIE)** criou o padrão de três-estímulos (CIE 1931 XYZ)

O padrão XYZ é especial pois é definido em todo espectro visível de cores

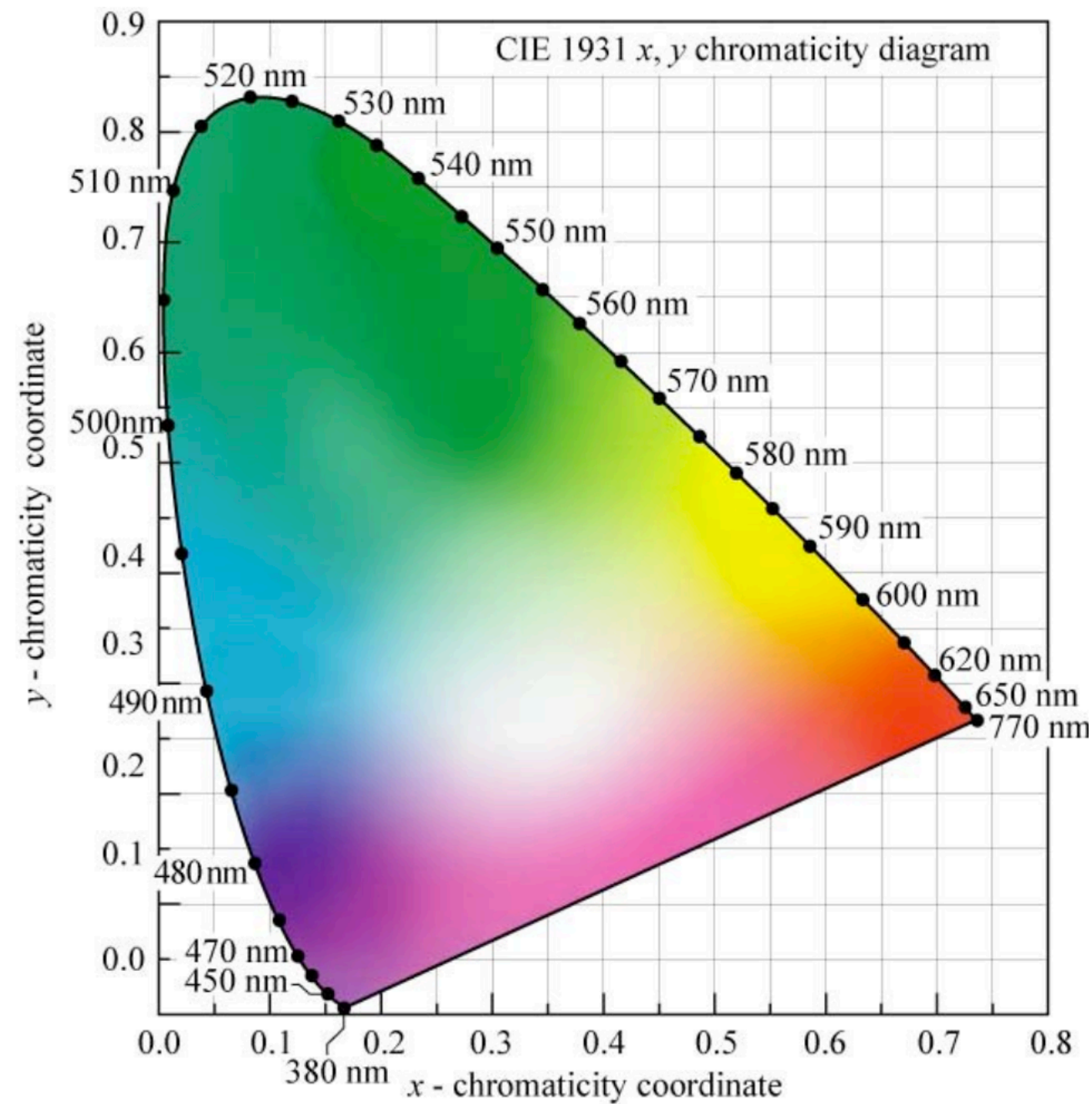
$$x = \frac{X}{X + Y + Z} \quad y = \frac{Y}{X + Y + Z}$$

$$z = \frac{Z}{X + Y + Z} = 1 - x - y$$

# Modelos de Cores

**Comission Internationale d'Eclairage (CIE)** criou o padrão de três-estímulos (CIE 1931 XYZ)

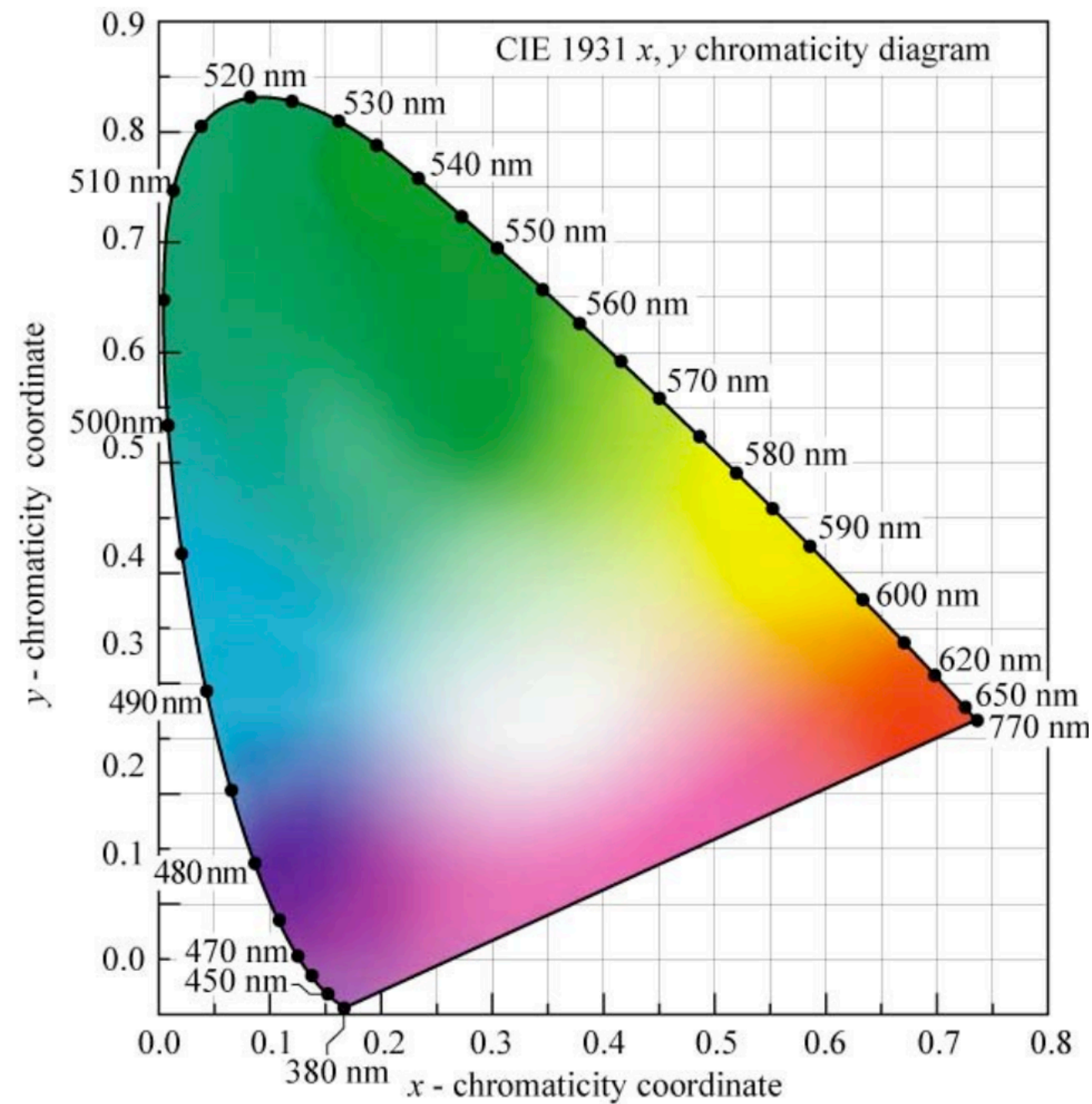
O padrão XYZ é especial pois é definido em todo espectro visível de cores



# Modelos de Cores

Comission Internationale d'Eclairage (**CIE**) criou o padrão de três-estímulos (CIE 1931 XYZ)

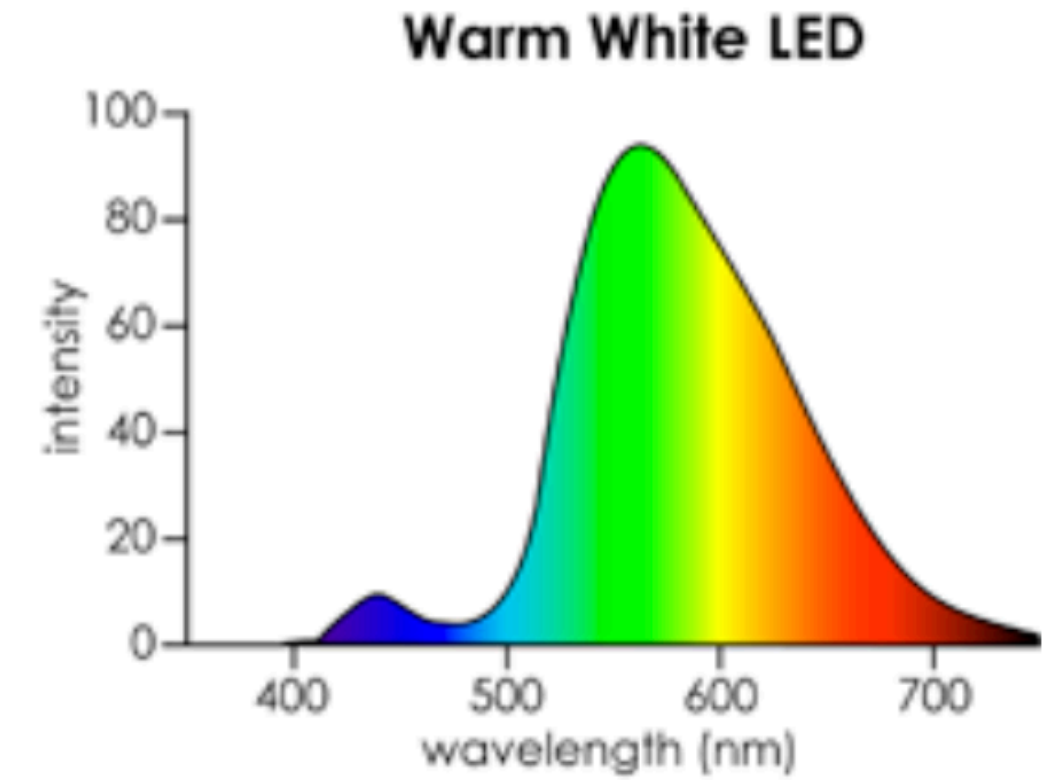
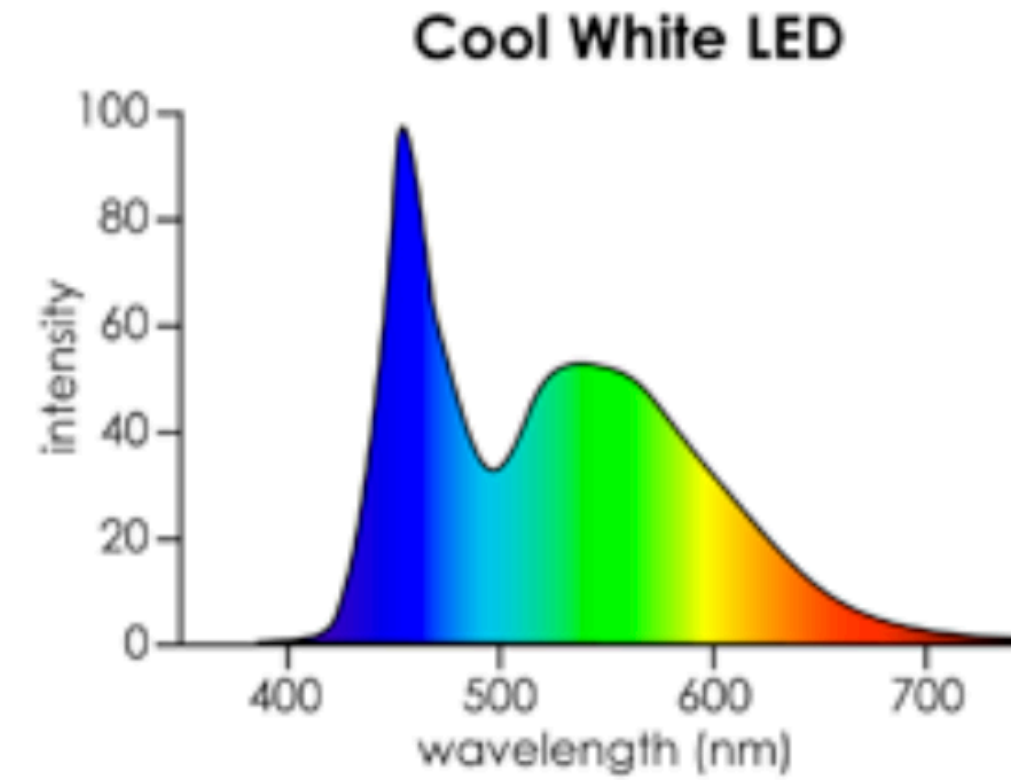
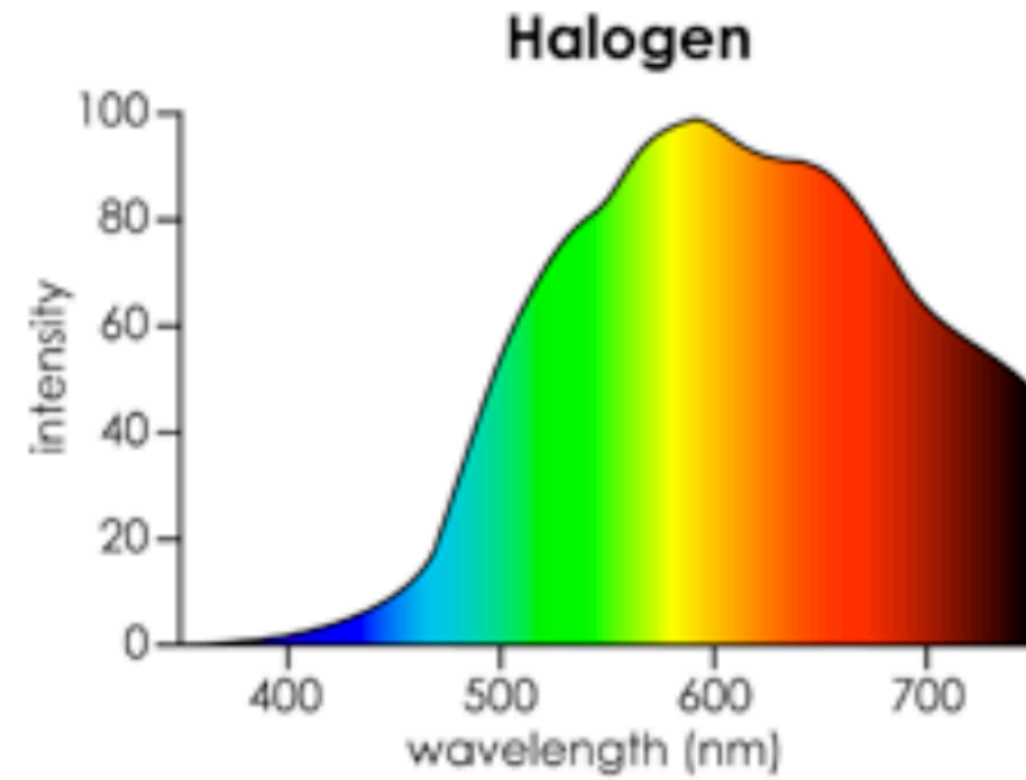
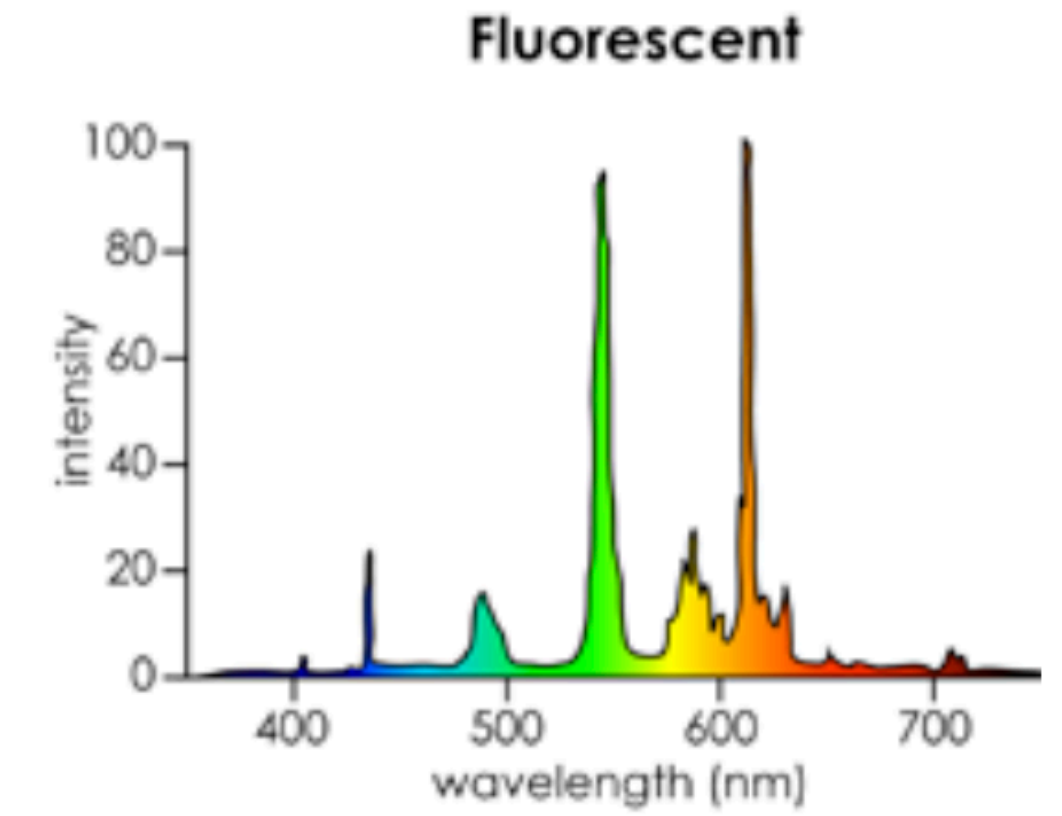
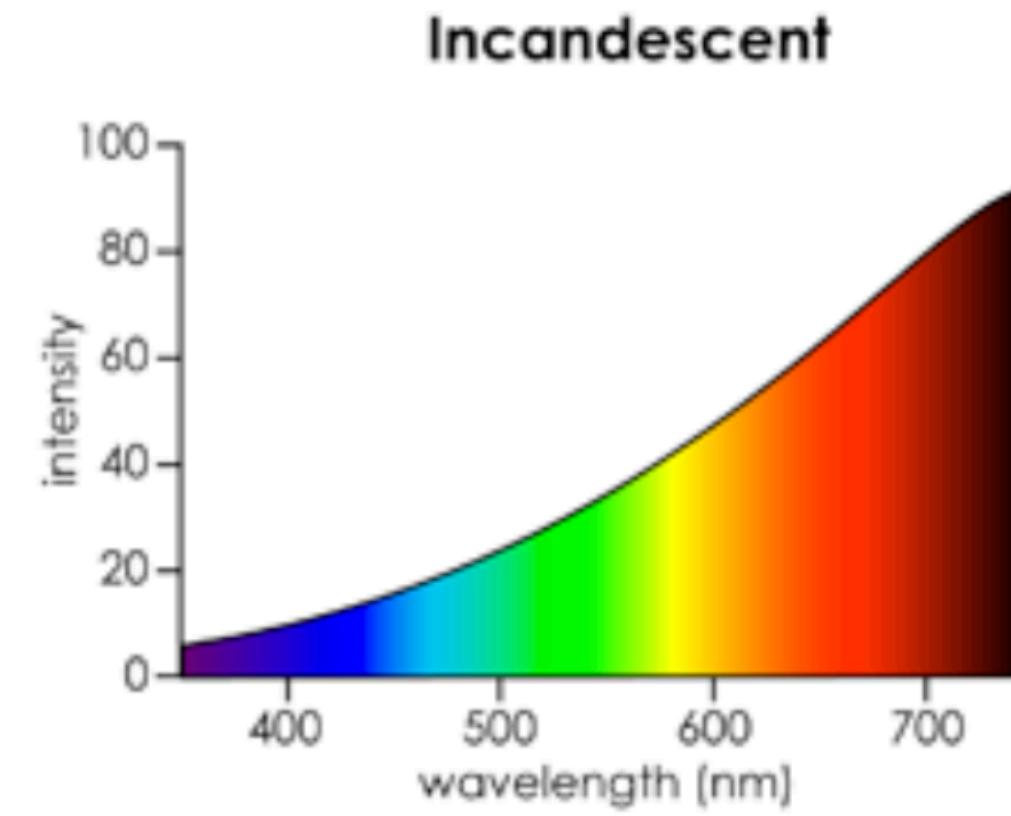
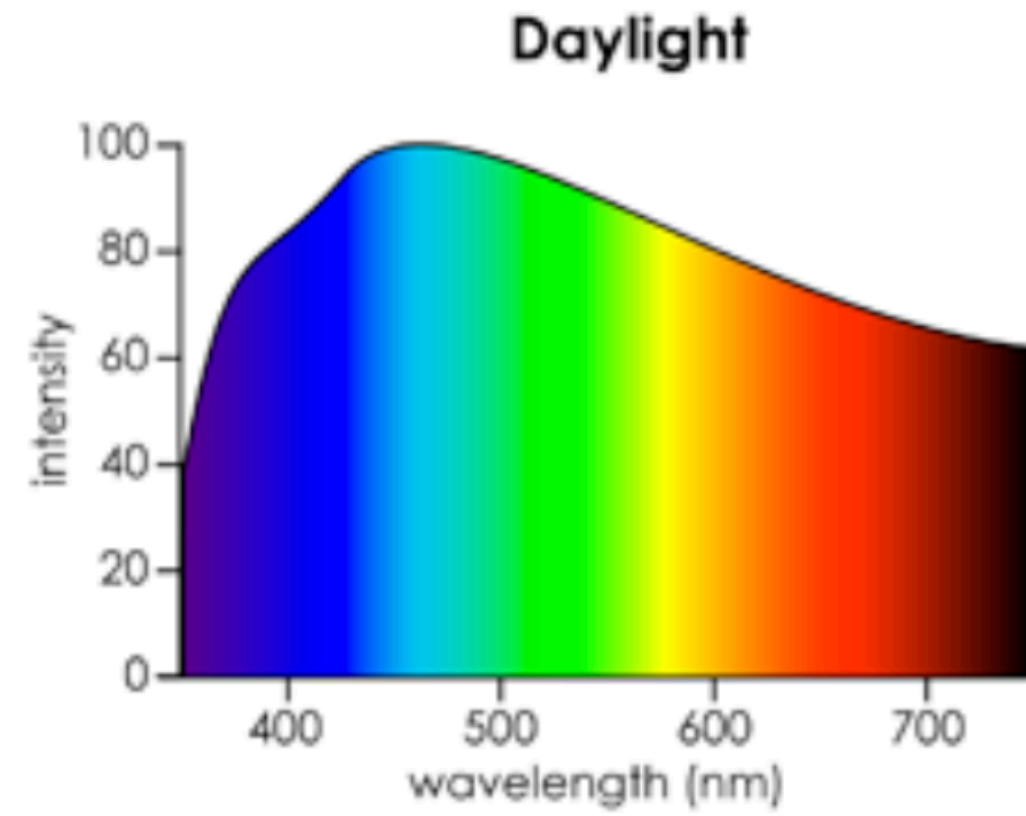
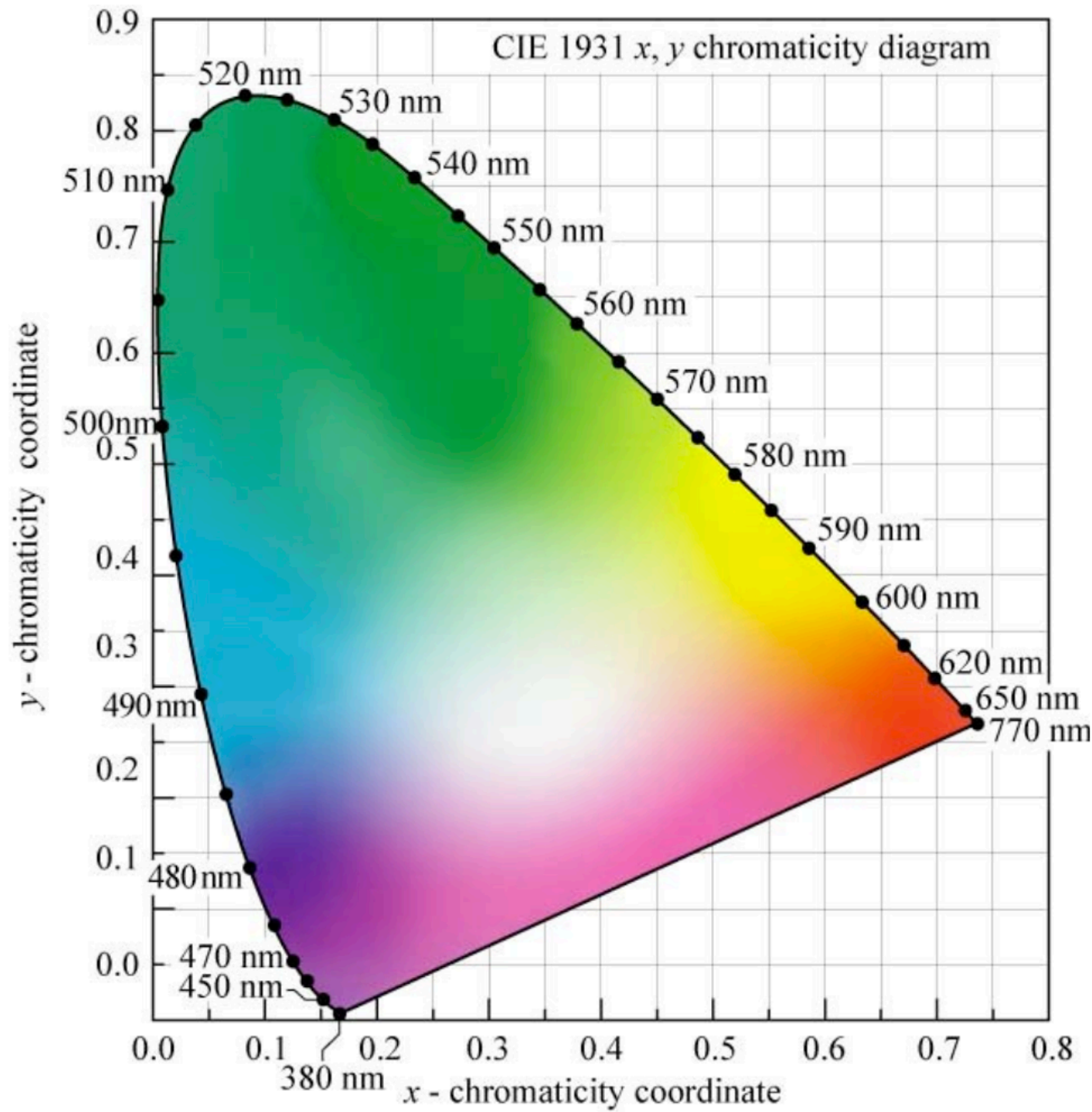
O padrão XYZ é especial pois é definido em todo espectro visível de cores



## Metamerismo

# Modelos de Cores

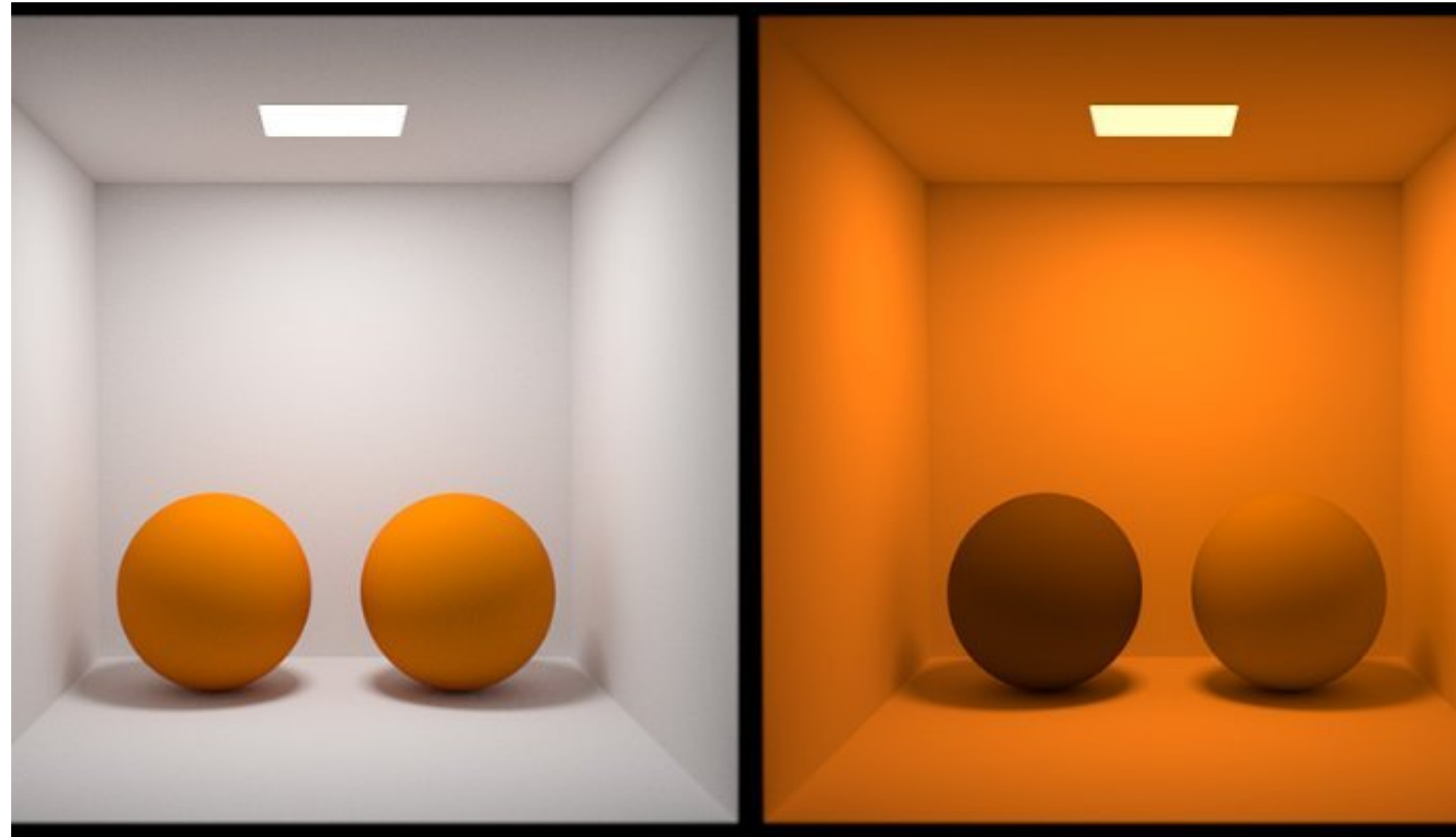
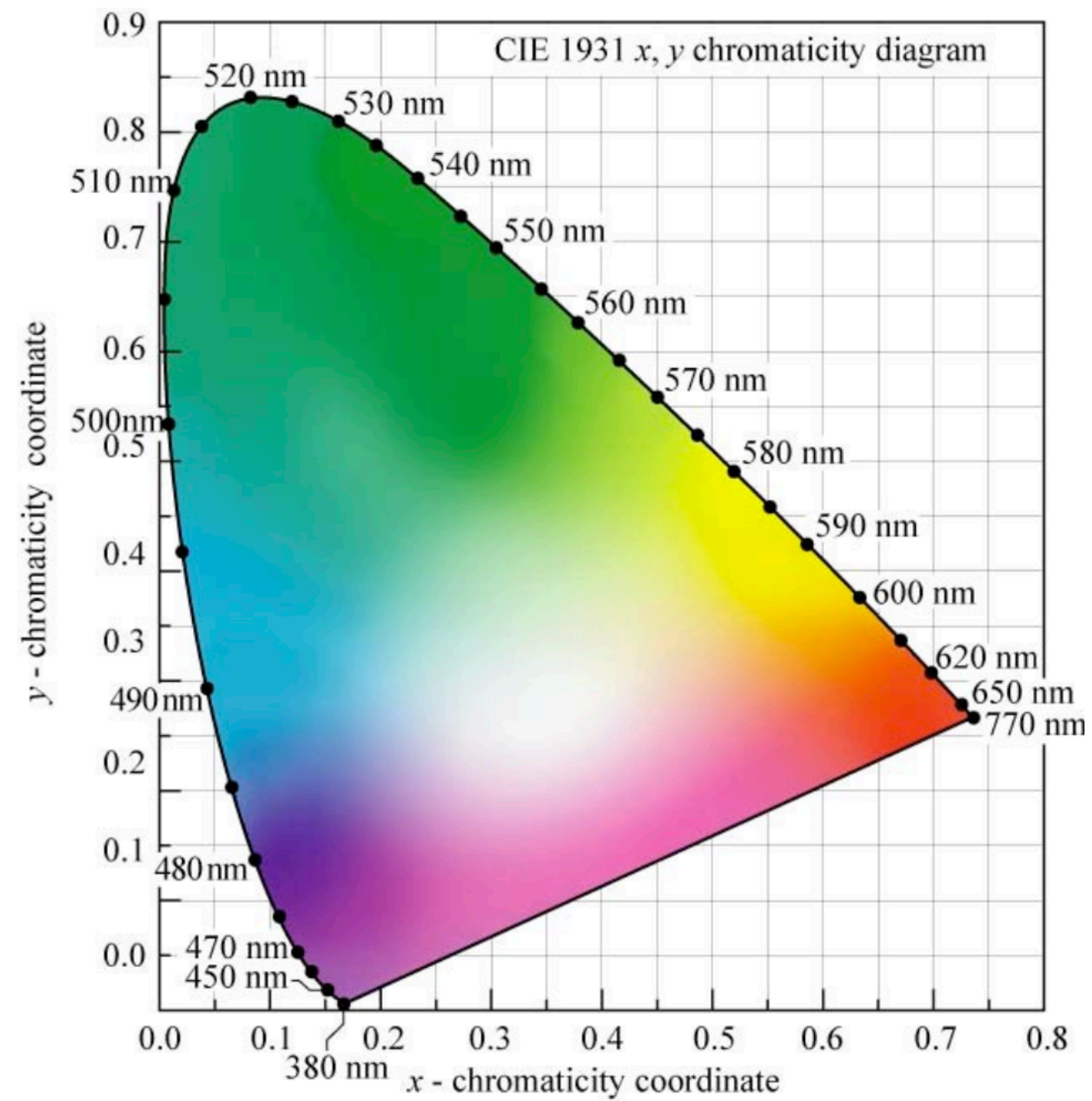
## Metamerismo





# Modelos de Cores

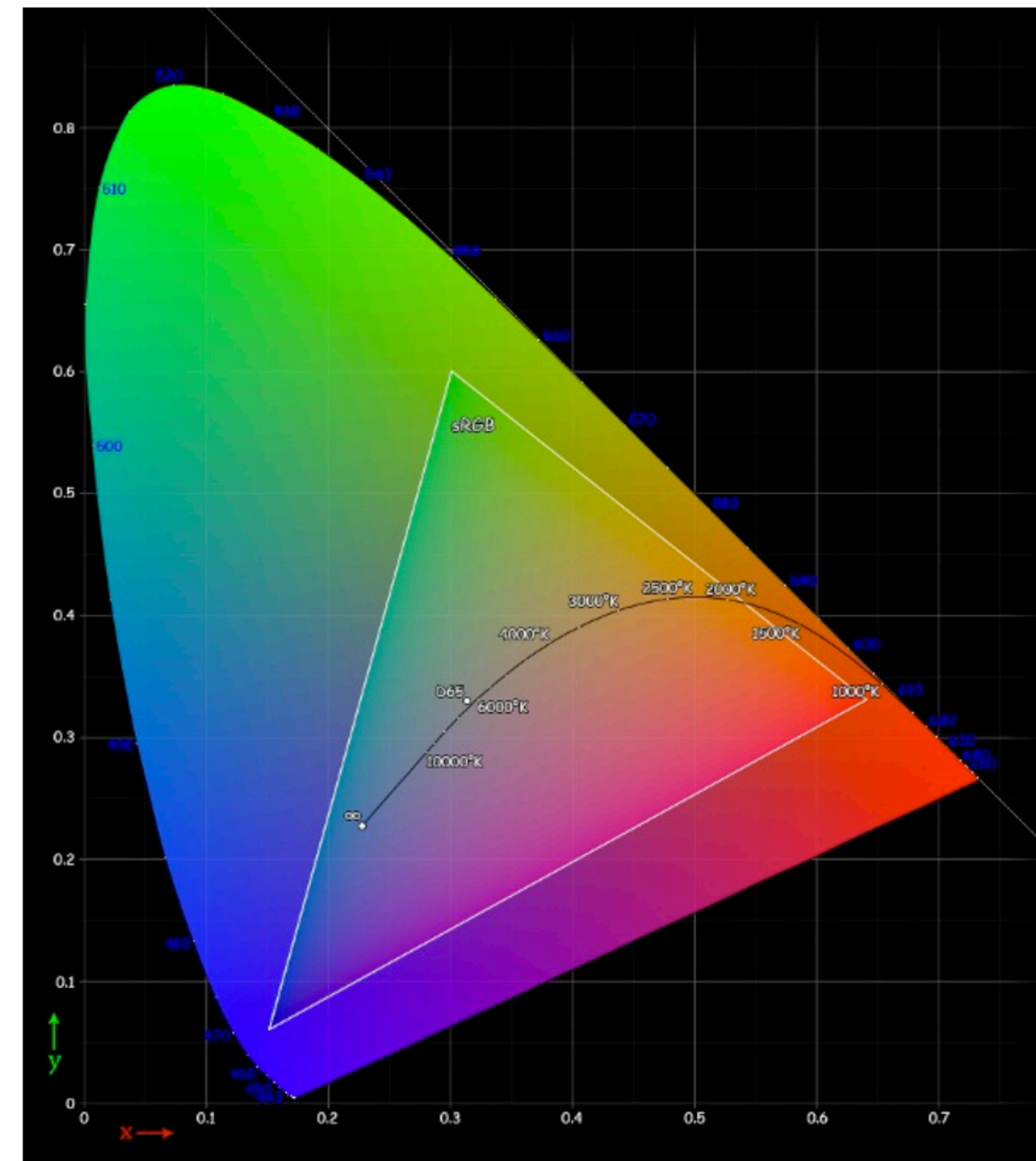
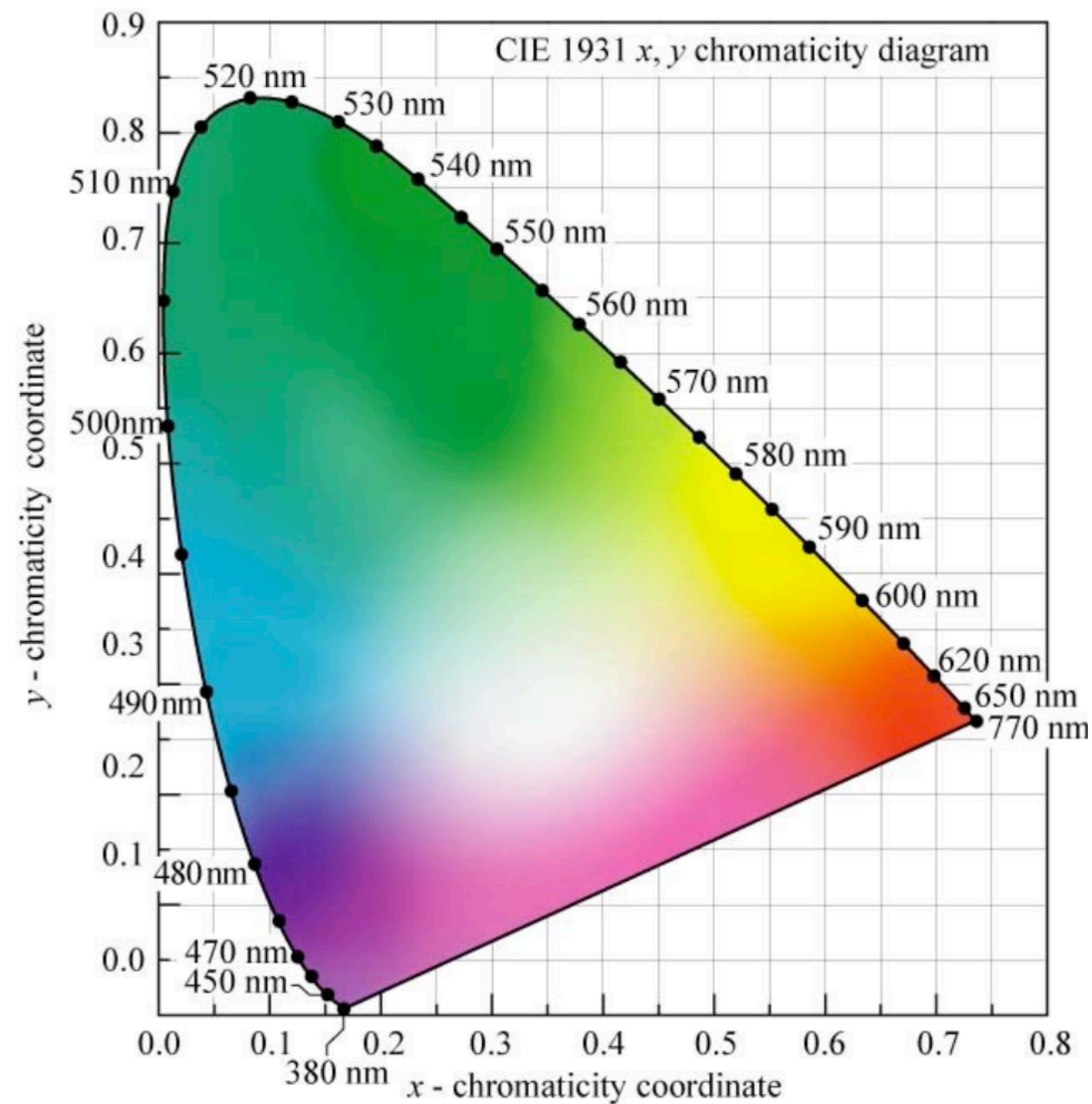
## Metamerismo



# Espaço RGB

A adição de cores vermelhas, azuis e verdes produzem a cor final

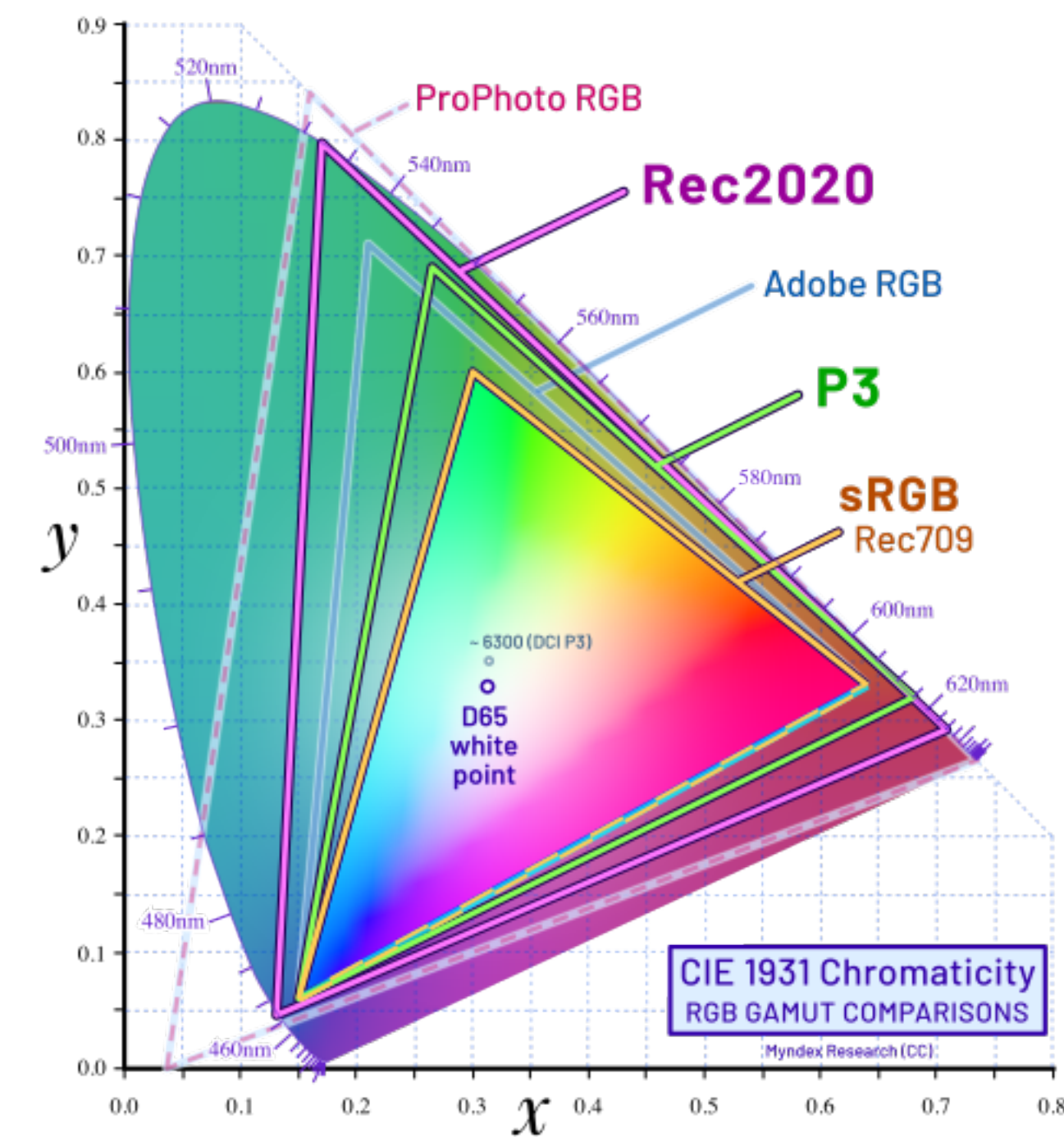
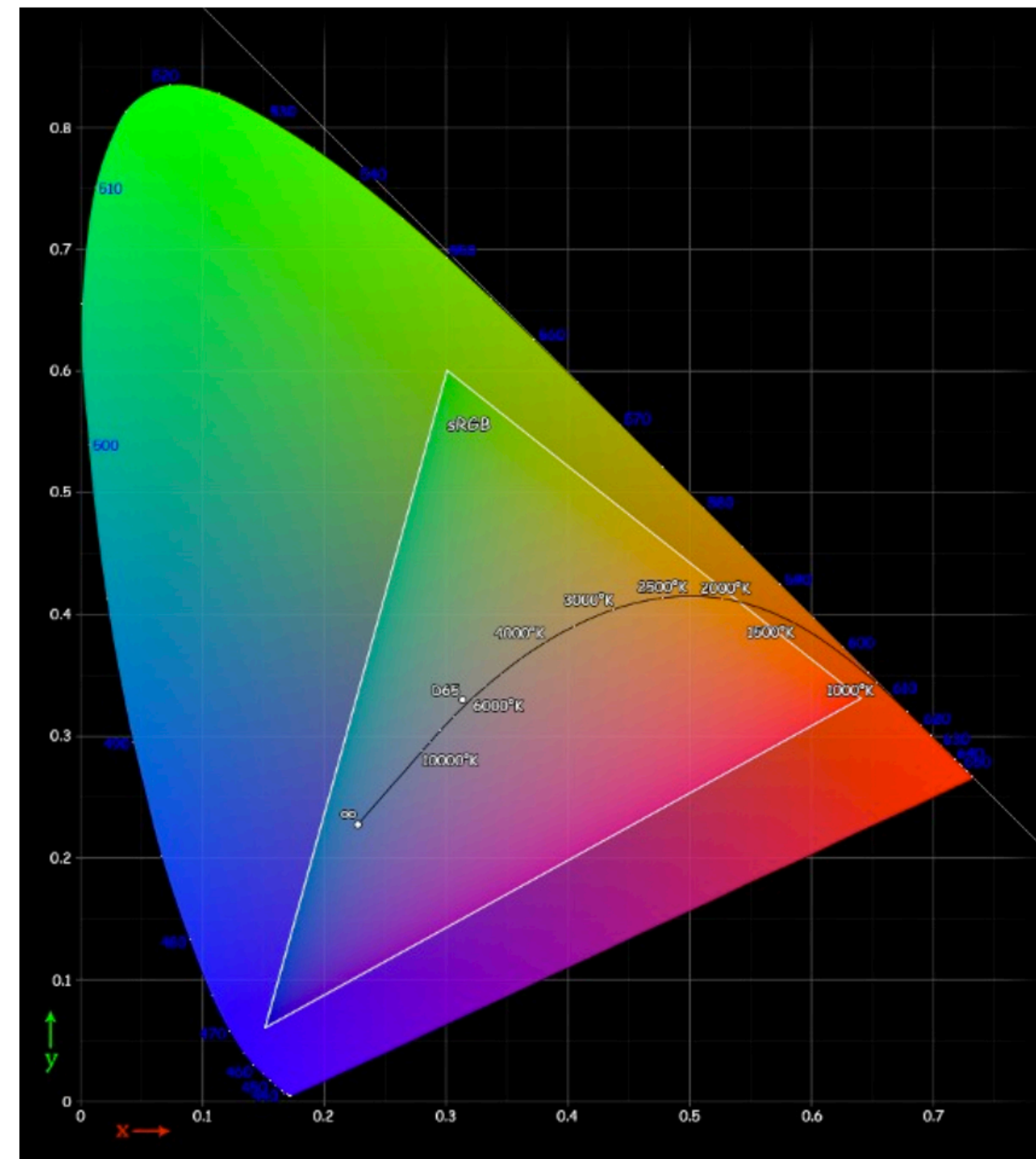
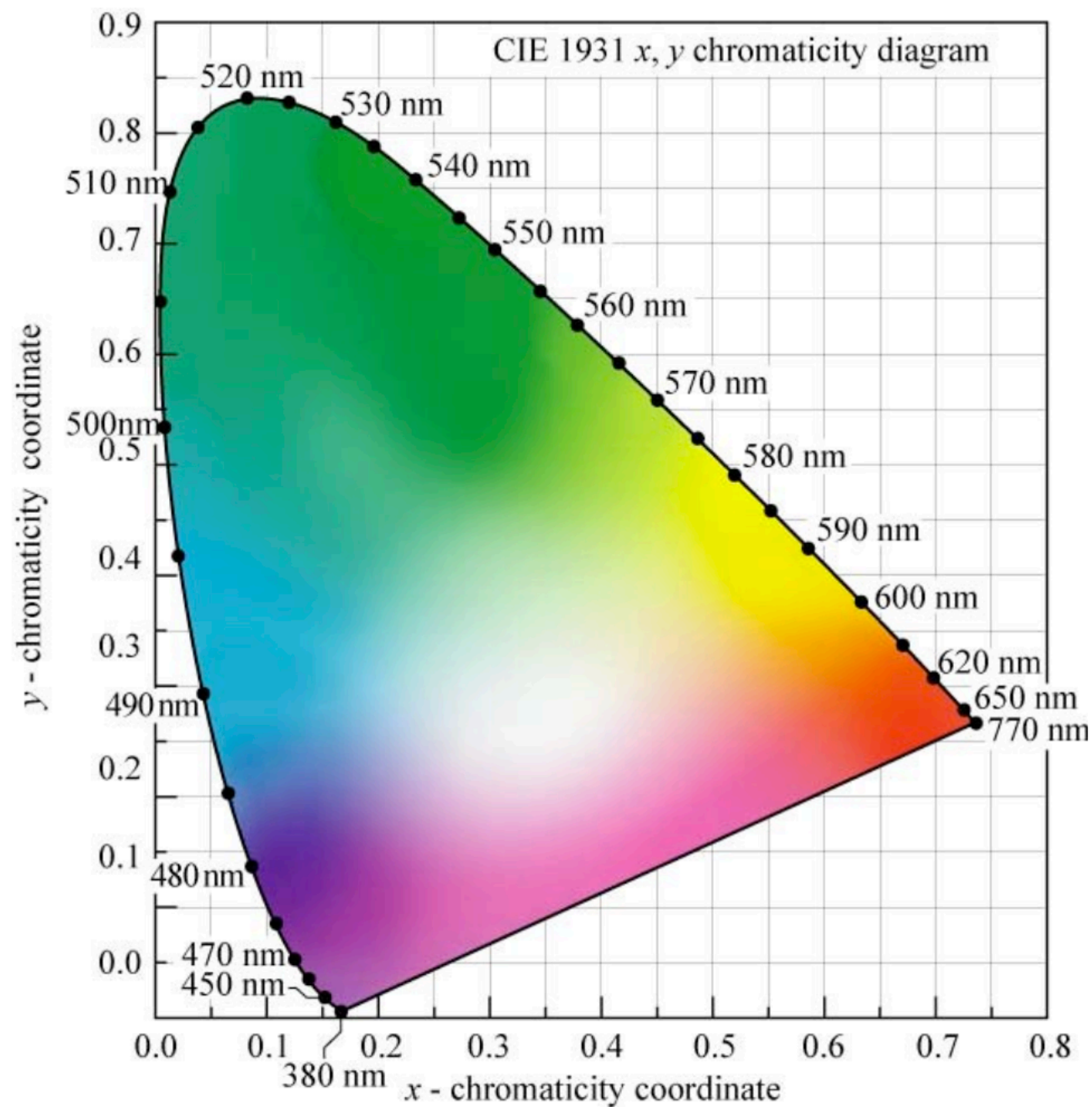
sRGB é o padrão mais usado para apresentação de cores RGB; mas essa representação não é linear e portanto não podemos fazer operações lineares sobre as cores



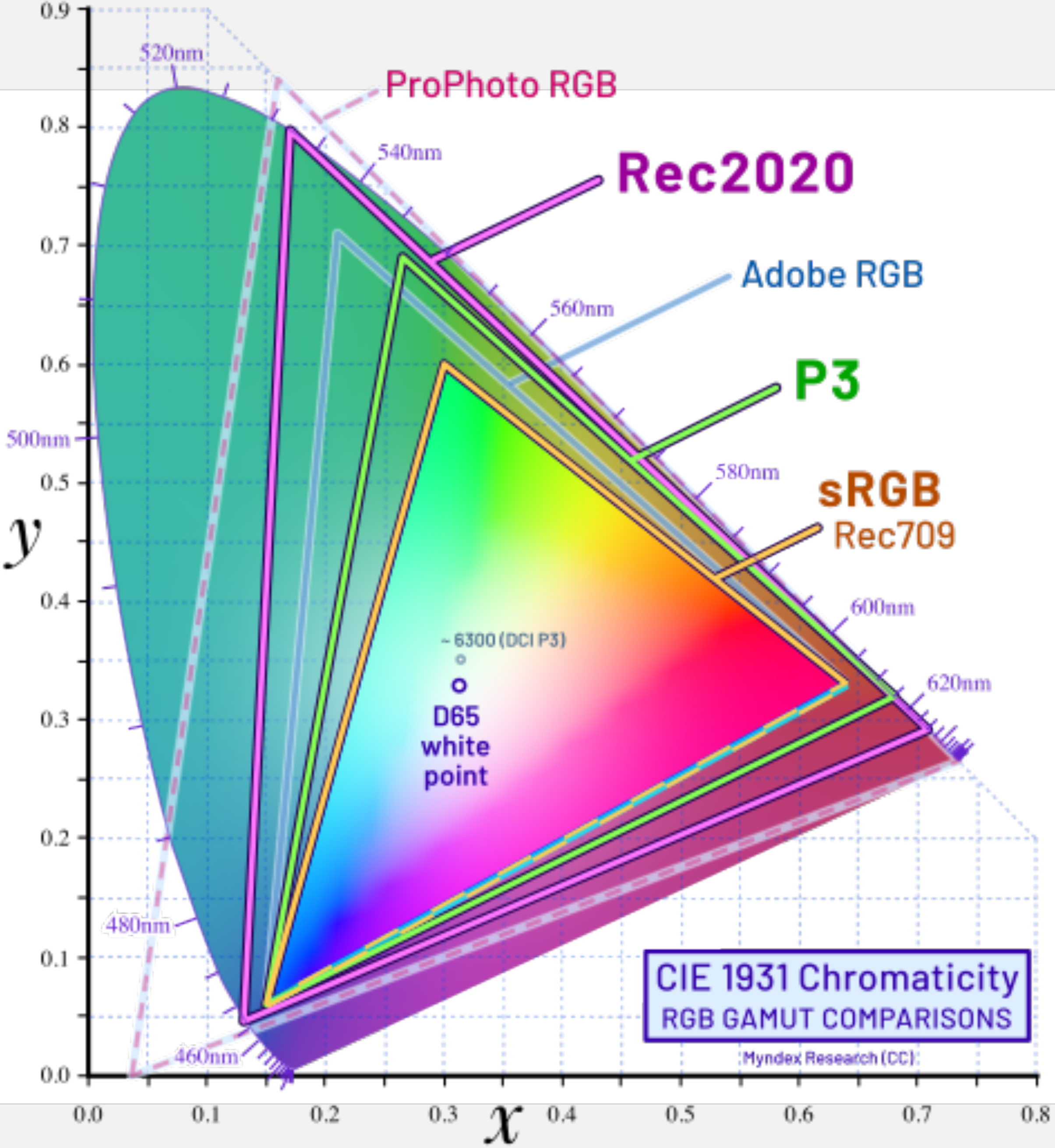
# Espaço RGB

A adição de cores vermelhas, azuis e verdes produzem a cor final

sRGB é o padrão mais usado para apresentação de cores RGB; mas essa representação não é linear e portanto não podemos fazer operações lineares sobre as cores



# Espaço RGB



# Espaço RGB



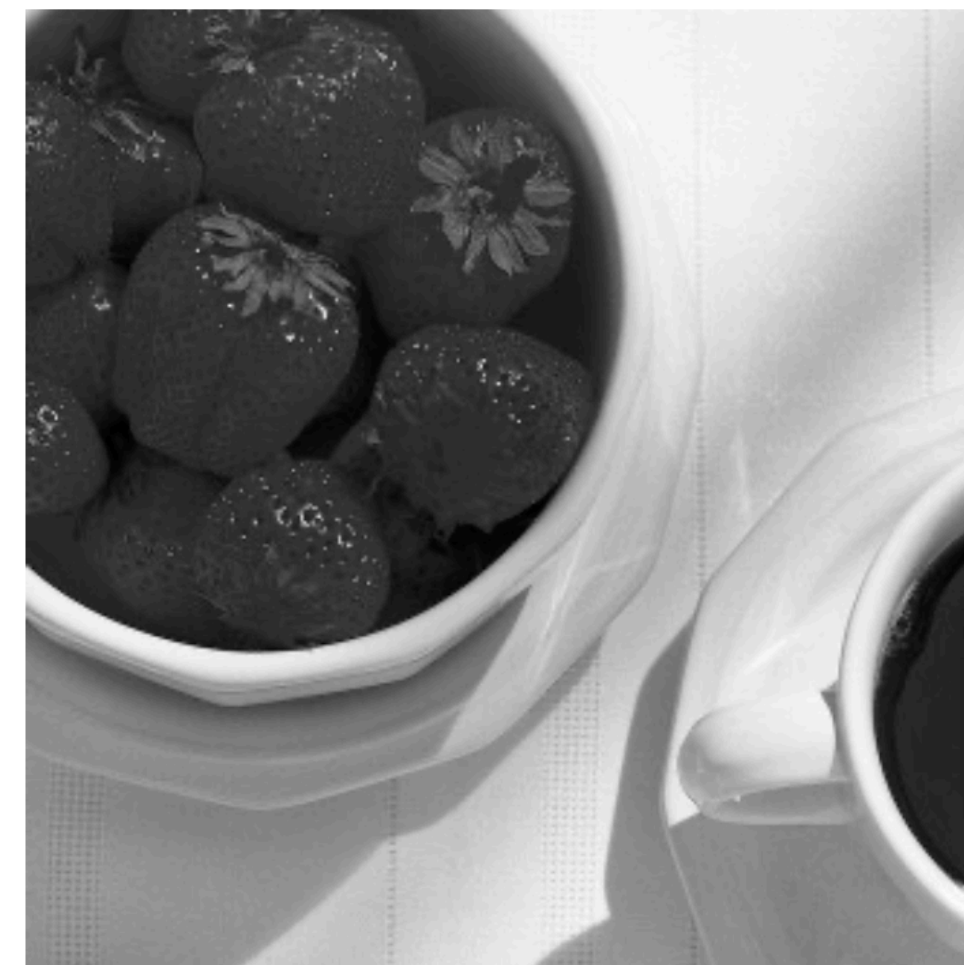
RGB



R



G



B

# Espaço RGB -> XYZ

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \frac{1}{0.17697} \cdot \begin{bmatrix} 0.49 & 0.31 & 0.20 \\ 0.17697 & 0.81240 & 0.01063 \\ 0.00 & 0.01 & 0.99 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

# Lab

Espaço criado separando iluminação/brilho no componente L

# Lab

**Espaço criado separando iluminação/brilho no componente L**

Criado para ser derivado de XYZ e ser “suave”



# Lab

**Espaço criado separando iluminação/brilho no componente L**

Criado para ser derivado de XYZ e ser “suave”

Bom para visualização e interpolações de cores

## **Espaço criado separando iluminação/brilho no componente L**

Criado para ser derivado de XYZ e ser “suave”

Bom para visualização e interpolações de cores

### Interpretação

$L = 0$  é preto,  $L = 100$  é branco;

$a < 0$  tem cor que se aproxima do verde,  $a > 0$  cor se aproxima de magenta

$b < 0$  tem cor que se aproxima do azul,  $b > 0$  tem cor que se aproxima do amarelo

# Lab

## Espaço criado separando iluminação/brilho no componente L

Criado para ser derivado de XYZ e ser “suave”

$$\begin{aligned} L^* &= 116f(Y/Y_n) - 16 \\ a^* &= 500 [f(X/X_n) - f(Y/Y_n)] \\ b^* &= 200 [f(Y/Y_n) - f(Z/Z_n)], \end{aligned} \quad f(t) = \begin{cases} t^{1/3} & \text{if } t > \left(\frac{6}{29}\right)^3 \\ \frac{1}{3} \left(\frac{29}{6}\right)^2 t + \frac{4}{29} & \text{otherwise} \end{cases}$$

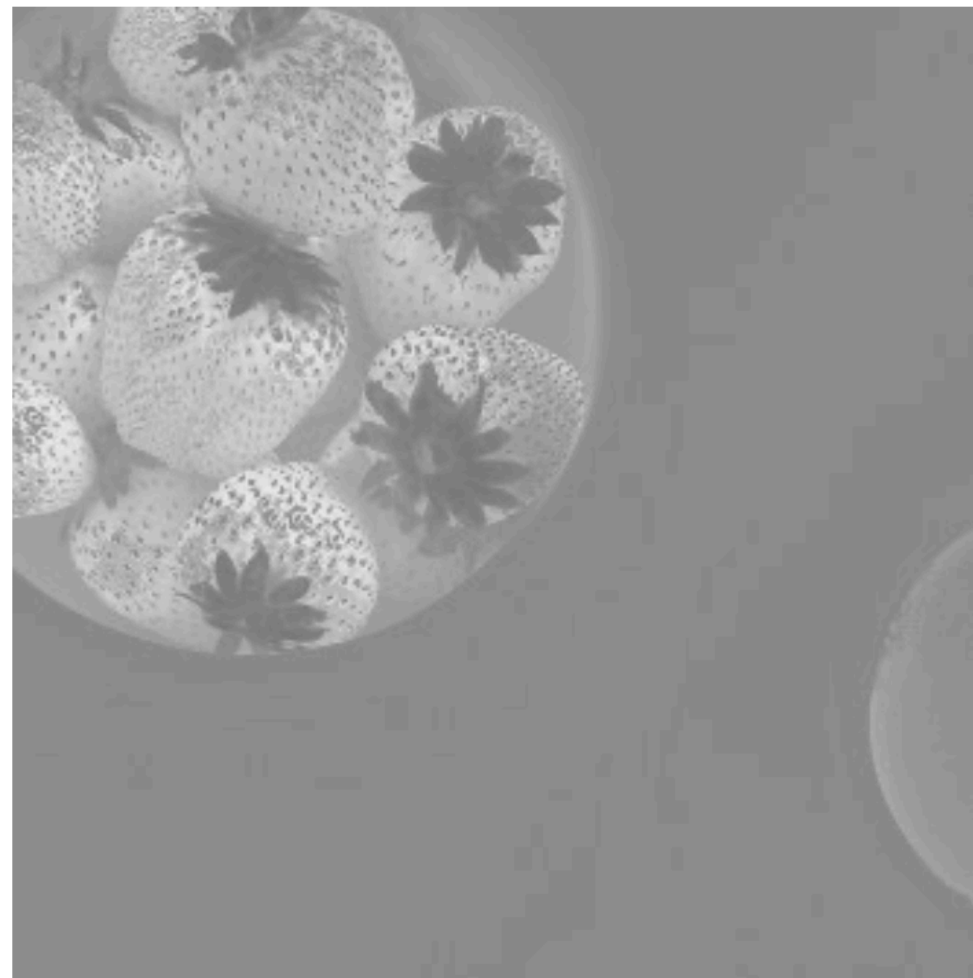
# Lab



RGB



$L^*$



$a^*$



$b^*$

# CMYK

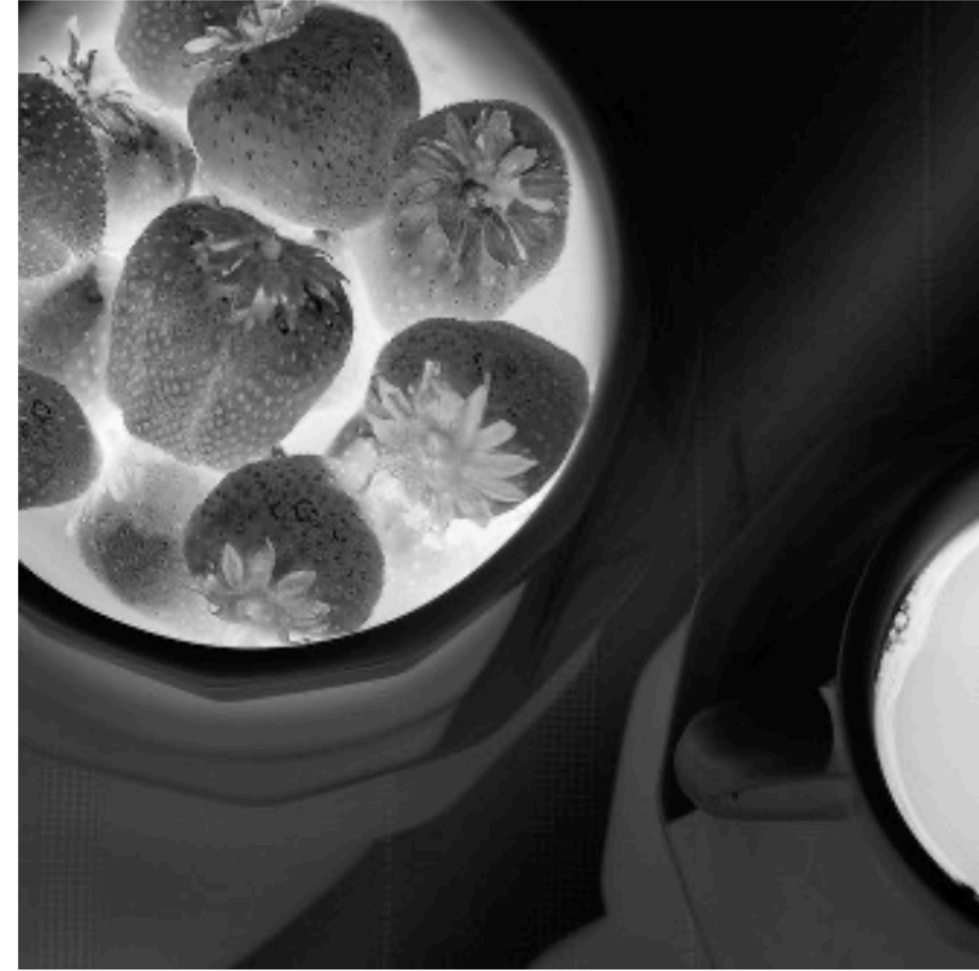
Espaço subtrativo, derivado de RGB

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

# CMYK



RGB



K



C



M



Y

# HSV

Um dos canais é definido para conter toda a informação cromática

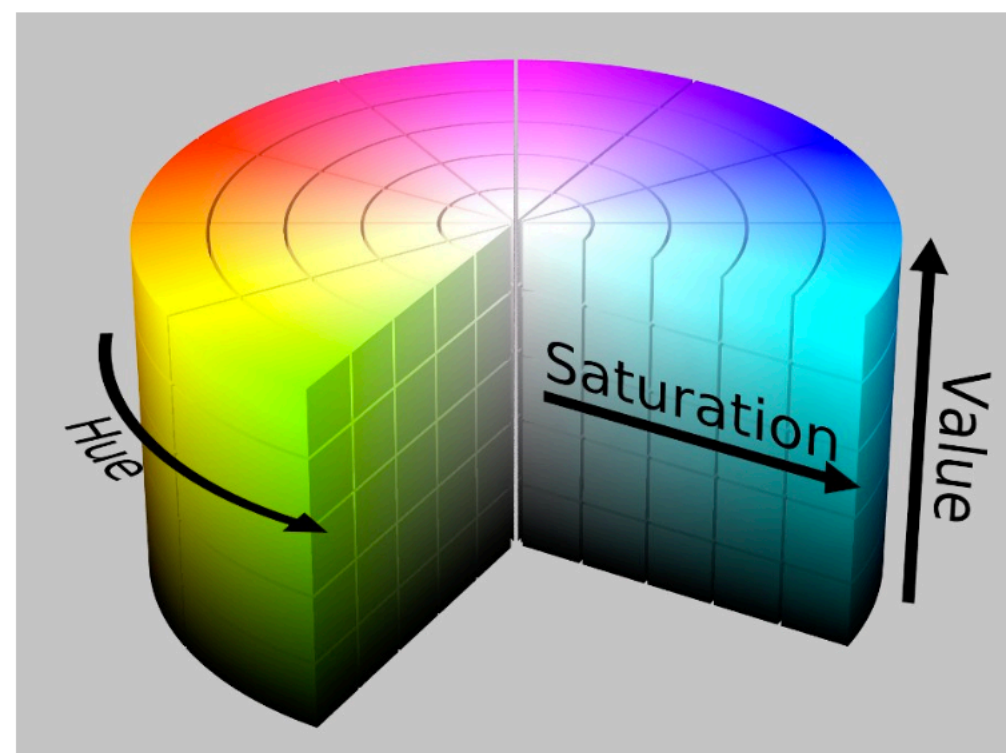


# HSV

Um dos canais é definido para conter toda a informação cromática



Outros dois canais são usados para definir **saturação** e **brilho**

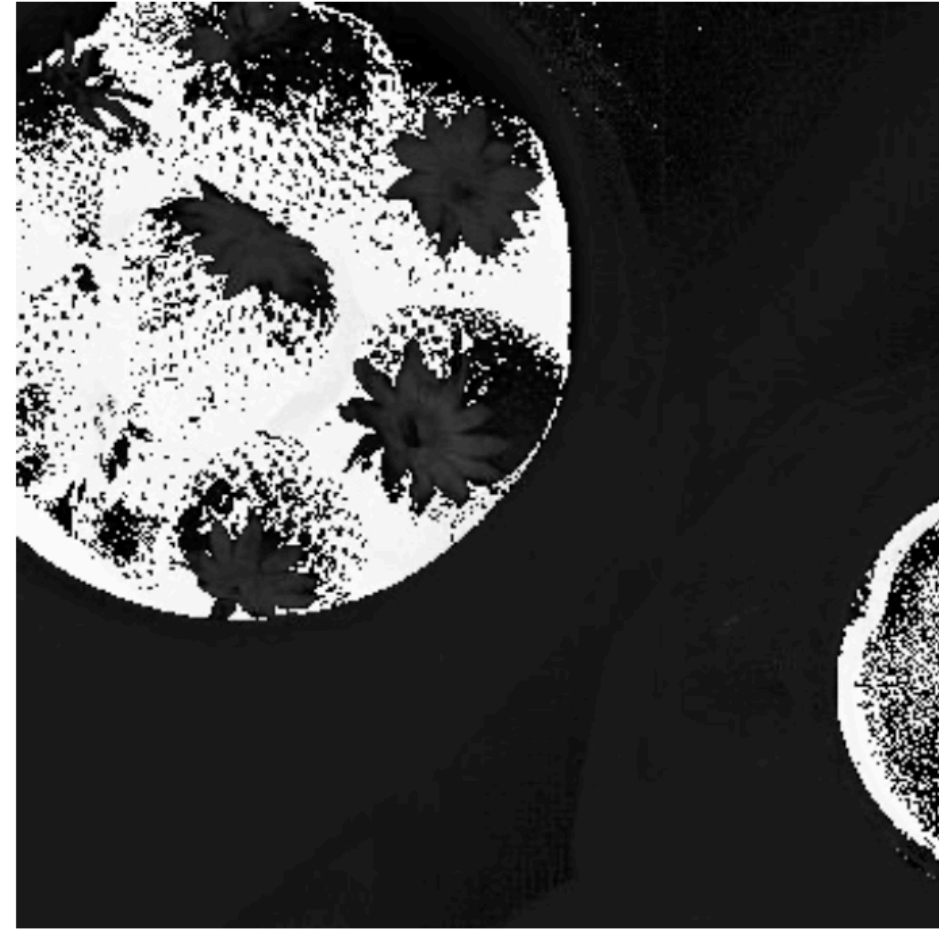




# HSV



RGB



H



S



V

# HSV



RGB



Maximum saturation



Maximum value



Change in hue

# HSV

Um dos canais é definido para conter toda a informação cromática



$$H = \begin{cases} 60 \times \frac{G - B}{\text{MAX} - \text{MIN}} + 0 & \text{if MAX} = R \text{ and } G \geq B \\ 60 \times \frac{G - B}{\text{MAX} - \text{MIN}} + 360 & \text{if MAX} = R \text{ and } G < B \\ B - R & \text{if MAX} = G \text{ and } B \geq R \\ R - G & \text{if MAX} = G \text{ and } B < R \\ G - B & \text{if MAX} = B \text{ and } G \geq R \\ B - G & \text{if MAX} = B \text{ and } G < R \end{cases}$$

# HSV

Um dos canais é definido para conter toda a informação cromática

$$H = \begin{cases} 60 \times \frac{G - B}{\text{MAX} - \text{MIN}} + 0 & \text{if MAX} = R \text{ and } G \geq B \\ 60 \times \frac{G - B}{\text{MAX} - \text{MIN}} + 360 & \text{if MAX} = R \text{ and } G < B \\ 60 \times \frac{B - R}{\text{MAX} - \text{MIN}} + 120 & \text{if MAX} = G \\ 60 \times \frac{R - G}{\text{MAX} - \text{MIN}} + 240 & \text{if MAX} = B \end{cases}$$

# SCC0251

## Processamento de Imagens

### Processamento de Imagens em Cores

Professora Leo Sampaio Ferraz Ribeiro

