



COR

PERCEÇÃO DA COR

Na base de qualquer teoria da cor estão os fenómenos associados à cor e à forma como as cores são percecionadas e distinguidas.

A linguagem corrente emprega termos como **cor**, **cor pura**, **cor saturada**, **luminosidade** e **brilho** de uma cor com sentidos bastante latos.

O termo cor pretende distinguir entre azul, verde, amarelo, etc.

A saturação da cor, por vezes denominada pureza da cor ou simplesmente saturação, indica o afastamento da cor observada de um cinzento com a mesma intensidade luminosa. Uma cor vermelha ou azul puras são cores altamente saturadas, enquanto um rosa e as cores denominadas de pastéis são cores pouco saturadas.

PERCEÇÃO DA COR

A **luminosidade** é a intensidade da luz refletida pela superfície dos objetos, enquanto que, para marcar a diferença, o **brilho** é a quantidade de luz emitida pelas superfícies de objetos luminosos como o Sol ou uma lâmpada.

A modelação e reprodução da cor obrigam a uma maior correção do que aquela permitida pela linguagem corrente. Esta maior correção pode ser obtida de forma empírica como é o caso do modelo de cor de Munsell.

MODELO DE COR DE MUNSEL

Este modelo estabelece padrões de cor que são empregues na determinação dos parâmetros das cores que o modelo define por comparação entre amostras das cores a determinar com os padrões.

O modelo de Munsel estabelece como parâmetros a **cor** (hue), o **valor** (a luminosidade) e o **croma** (saturação).

O modelo de Munsel é intrinsecamente subjetivo dado que depende do julgamento pessoal de cada observador ajuizar se duas cores são ou não idênticas.

Este processo é bastante impreciso pois depende do tamanho relativo das amostras comparadas, da cor da luz circundante, da iluminação geral do ambiente em que a medida é realizada e ainda da forma como a iluminação é efectuada.

COR

A cor é uma sensação subjetiva, produzida no cérebro em resposta à presença da luz

A cor dos objetos resulta da forma como estes interagem com a luz e da forma como a refletem ou transmitem

A cor de um objeto não existe no objeto mas na luz que incide e é refletida ou transmitida pelo objeto

NATUREZA DA COR

A luz do Sol é formada por espectro de radiações eletromagnéticas de diferentes longitudes de onda, formando um espectro contínuo de radiações, que compreende desde longitudes de onda muito pequenas, de menos de 1 picómetro (raios cósmicos), até longitudes de onda muito grandes, de mais de 1 quilómetro.

As cores representam uma banda estreita no espectro eletromagnético

- Mais baixa: Vermelho (4.3×10^{14} Hz, 700 nm)
- Mais alta: Violeta (7.5×10^{14} Hz, 400 nm)

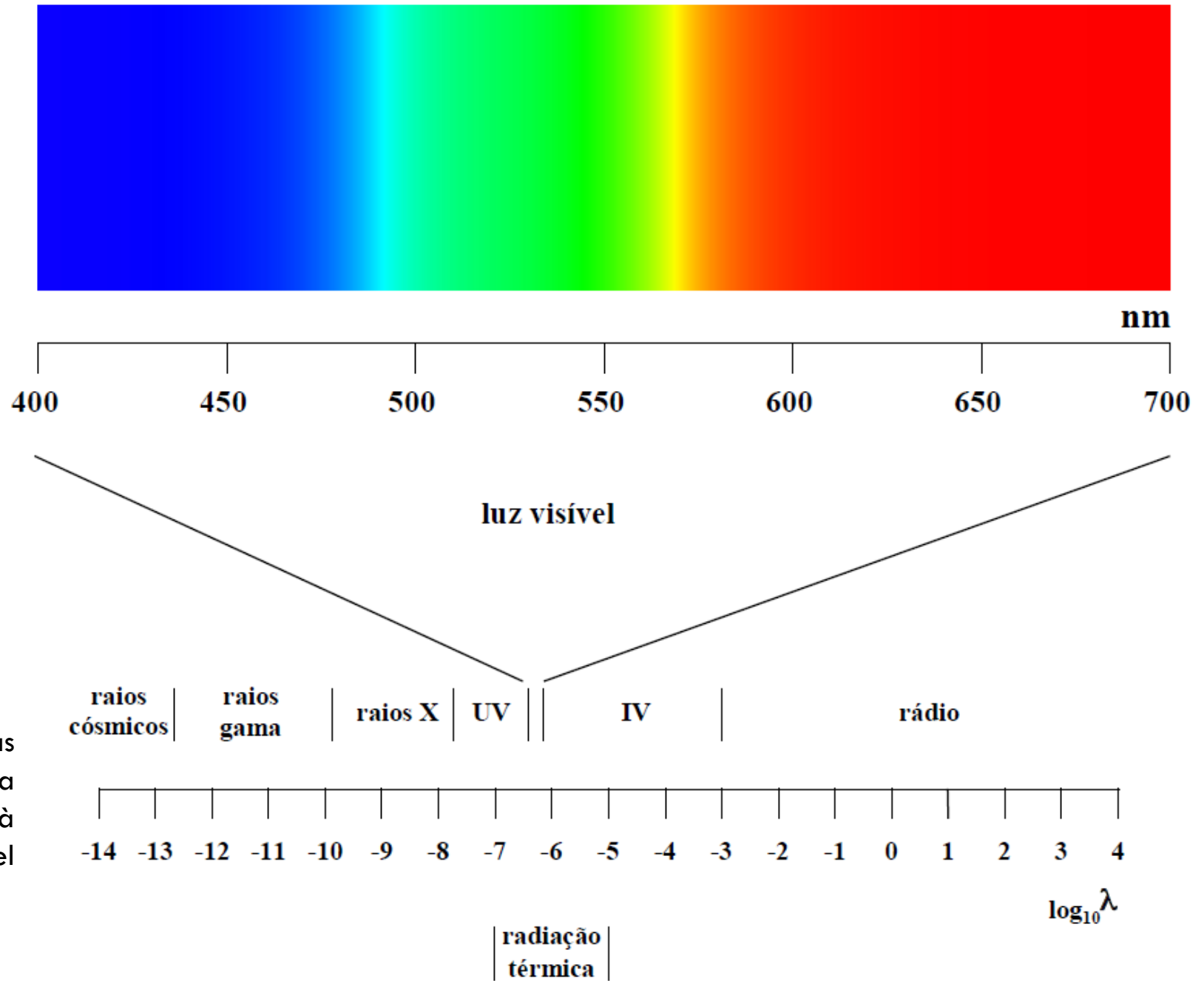
ESPECTRO VISÍVEL

O espectro de radiação eletromagnética ocupa uma grande gama de frequências (ou comprimentos de onda) que se estende desde as baixas frequências das ondas de rádio para comunicação submarina às muito altas frequências correspondentes aos raios gama.

O espectro eletromagnético é habitualmente dividido em bandas segundo os efeitos ou o tipo de utilização de cada banda.

Os animais possuem órgãos recetores, os olhos, que são sensíveis à radiação eletromagnética numa banda estreita de comprimentos de onda denominada **Espectro Visível**, pois estes órgãos interpretam como luz a radiação eletromagnética dentro desta banda.

CORES VISÍVEIS E CORES ESPECTRAIS

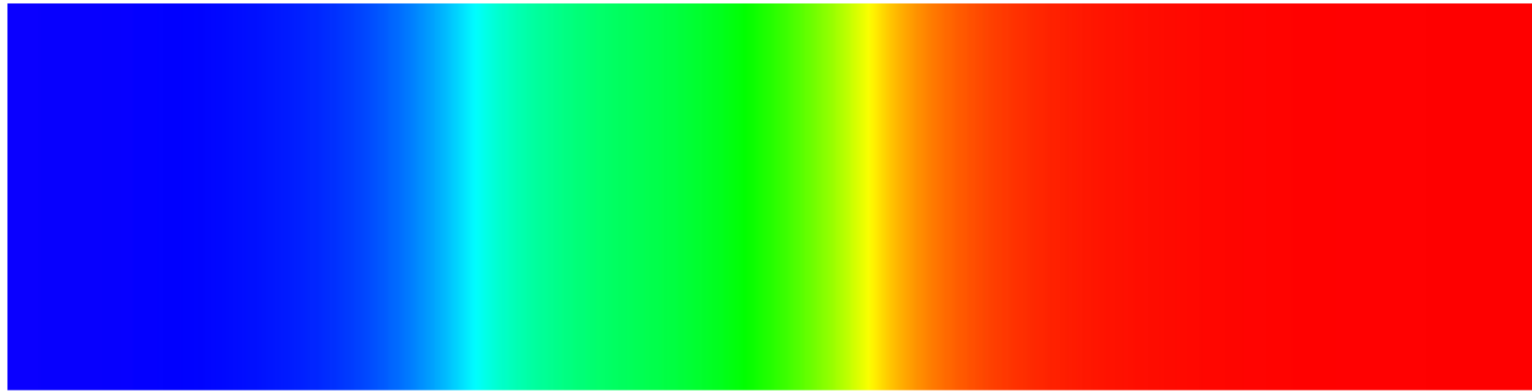


Espectro eletromagnético mostrando as
bandas de comprimento de onda
principais e a banda correspondente à
luz visível

CORES VISÍVEIS E CORES ESPECTRAIS

Cores espectrais são cores a que correspondem comprimento de onda bem determinados do Espectro Visível.

A observação de um Espectro Visível mostra que nele não se encontram todas as cores Visíveis.



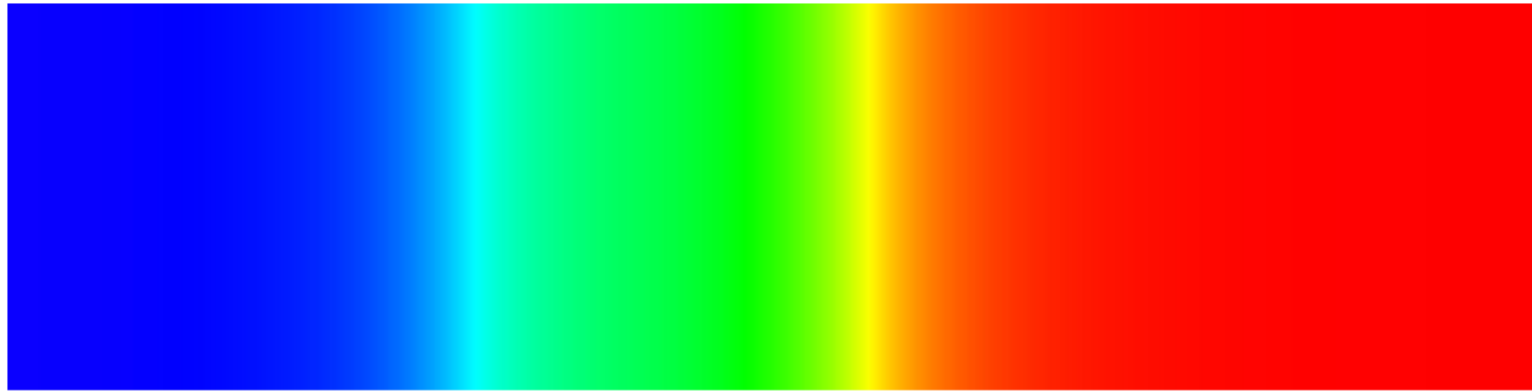
Existe uma gama de cores que habitualmente colocamos entre o azul e o vermelho e que inclui a cor magenta. Esta gama de cores está ausente do Espectro Visível pois tal equivaleria a ligar comprimentos de onda menores (azuis) aos maiores (vermelhos) sem passar pelos comprimentos de onda intermédios (verdes e amarelos).

CORES VISÍVEIS E CORES ESPECTRAIS

As cores não espectrais são devidas à mistura de luzes com diferentes comprimentos ou gamas de comprimentos de onda.

A cor magenta é uma das misturas de cor mais simples que resulta da adição de duas cores do espectro, o azul e o vermelho, dizendo-se que a cor resultante é produzida por adição.

Mas a cor magenta pode também ser produzida por subtração, se se fizer incidir luz branca sobre uma superfície que absorve os comprimentos de onda visíveis intermédios (correspondentes aos verdes), a luz refletida pela superfície ficará reduzida às componentes com comprimentos de onda nas zonas do azul e do vermelho. O cérebro humano interpretará então a superfície como sendo de cor magenta.



SISTEMA DE VISÃO

Através do olho humano é possível perceber a luz que, em consequência, permite a noção das cores

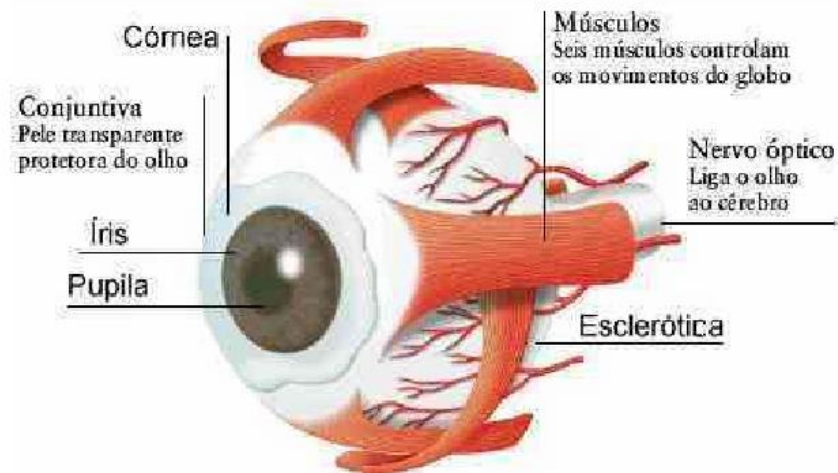


Imagem do exterior do olho humano

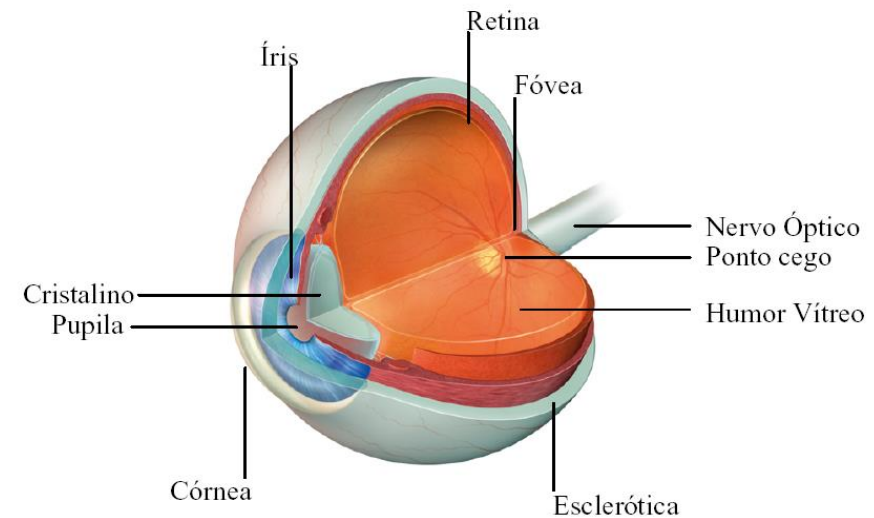


Imagem da parte interior do olho humano

SISTEMA DE VISÃO

A luz é captada pela córnea, passa para o cristalino e retina

A retina está ligada ao cérebro através do nervo ótico tendo como função receber as ondas de luz e convertê-las em impulsos nervosos, que são transformados em percepções visuais

Existem dois fotorreceptores que ajudam no processo: os **cones** e os **bastonetes**

O cérebro (células ganglionares) deteta padrões e movimento processando e interpretando a informação recebida

SISTEMA DE VISÃO

Os cones e os bastonetes produzem sinais elétricos ao serem estimulados pela luz.

O olho humano possui cerca de 115 a 120 milhões de bastonetes, de forma aproximadamente cilíndrica, e cerca de 6,8 milhões de cones.

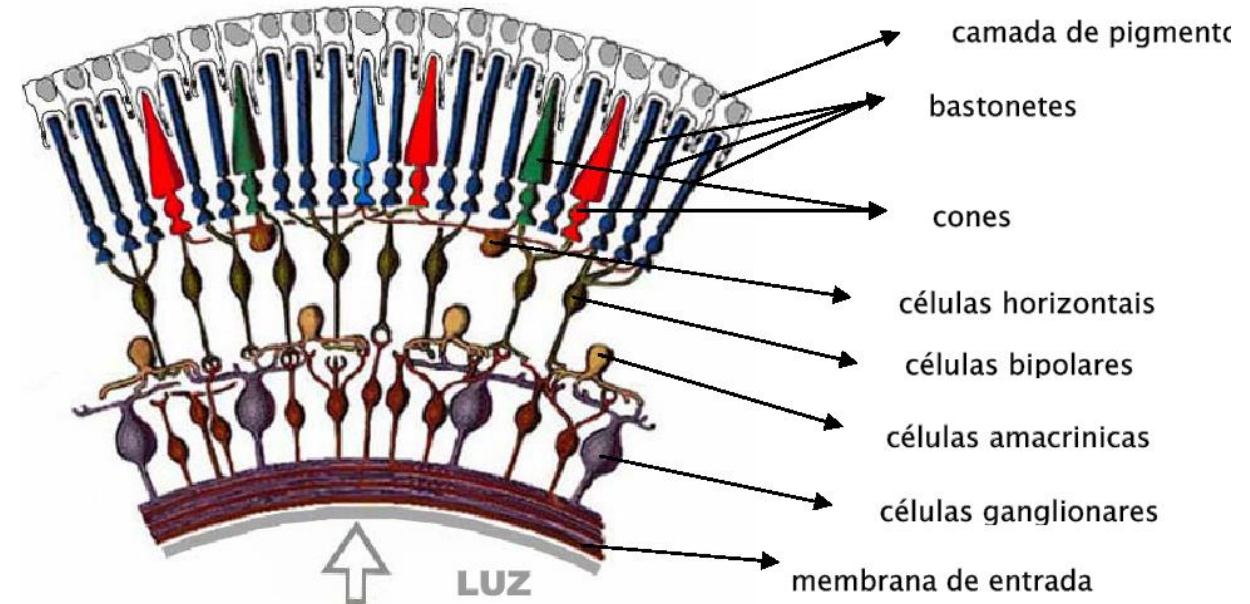


Imagem do interior da retina do olho humano

BASTONETES

Os bastonetes, com cerca de $60\text{ }\mu\text{m}$ de comprimento e $2\text{ }\mu\text{m}$ de espessura, são sensíveis à intensidade luminosa em toda a gama de comprimentos de onda a que o olho humano é sensível.

Proporcionam a deteção das formas dos objetos, a visão noturna e a informação necessária à orientação.

A deteção das formas dos objetos resulta da identificação das suas arestas através da descontinuidade da luminosidade nas arestas devida às diferentes luminosidades provenientes de faces dos objetos com diferentes orientações espaciais.

Sendo sensíveis à luz em todos os comprimentos de onda, os bastonetes não conseguem discriminar entre luz recebida num comprimento de onda e luz recebida noutra comprimento de onda diferente, isto é, não detetam a cor.

Os bastonetes concentram-se em zonas afastadas da fóvea e são os responsáveis da visão escotópica (visão a baixos níveis).

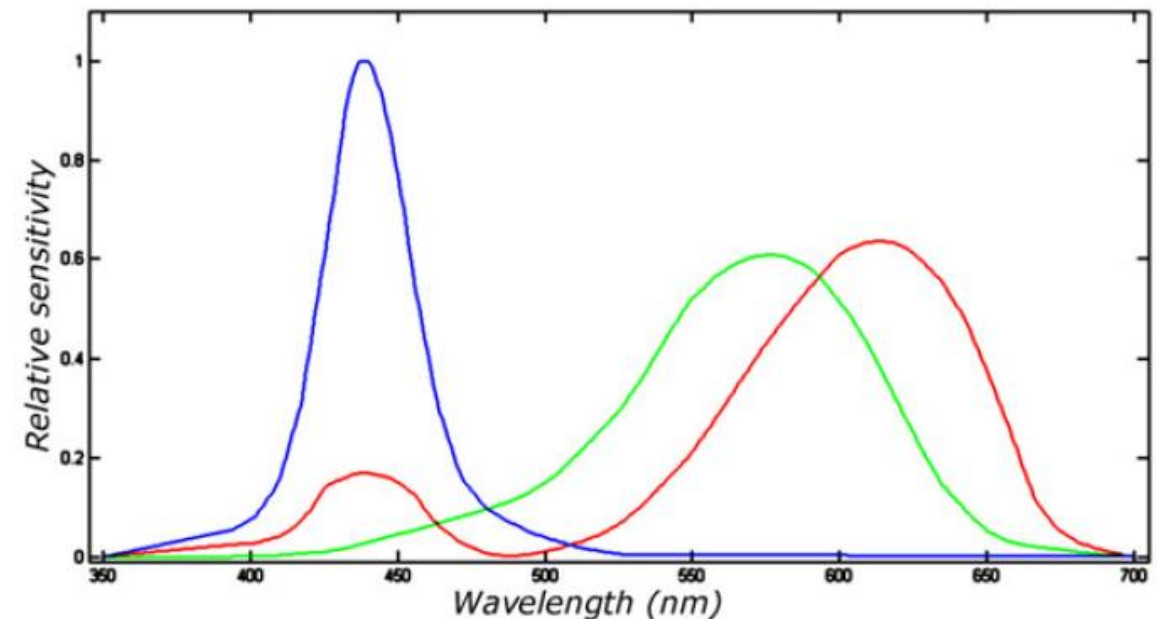
CONES

Os cones são células da retina com forma aproximadamente cônica, mais curtas do que os bastonetes e um pouco mais largas (6 a 7 μm na sua secção média).

São sensíveis à luz apenas em certas gamas de comprimento de onda.

Há três tipos de cones sensíveis à luz na zona do vermelho (cones do tipo ρ), na zona do verde (cones do tipo γ) e na zona do azul (cones do tipo β).

As gamas de comprimentos de onda a que cada tipo de cone é sensível estão parcialmente sobrepostas.

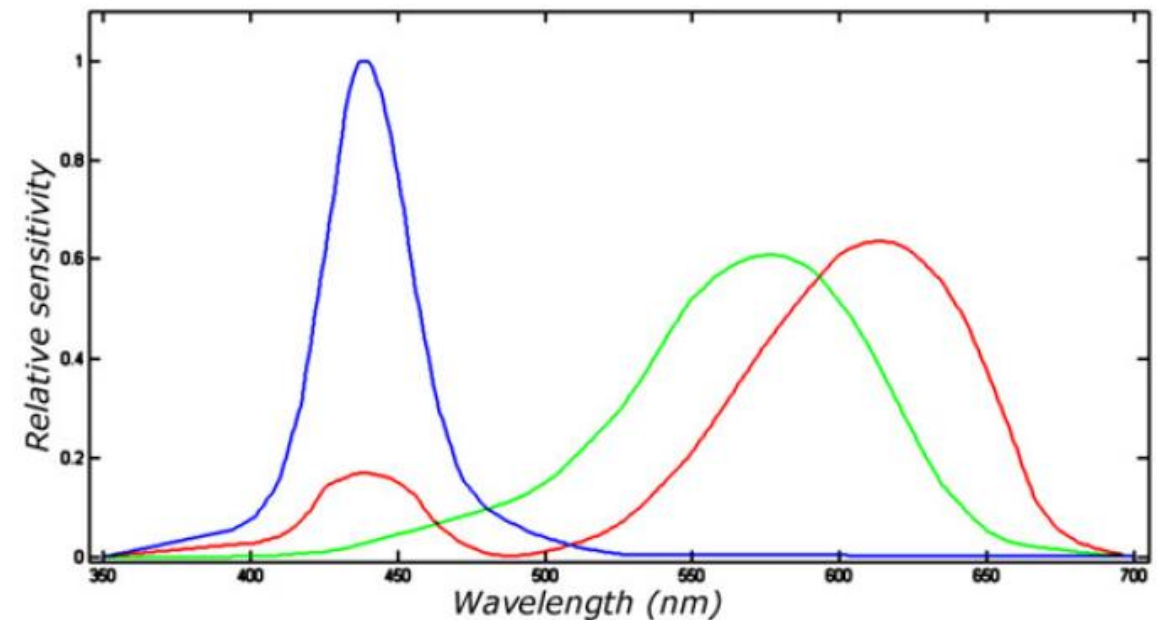


CONES

Devido a esta sobreposição, é errado falar em cones de uma dada cor, como se cada tipo de cone fosse sensível a um comprimento de onda único e bem determinado.

Os cones necessitam de níveis de luminosidade mais elevados do que os bastonetes e, por esta razão, o olho humano não é capaz de detetar a cor dos objetos em condições de iluminação muito fraca como à noite.

Se a intensidade luminosa oscilar muito rapidamente, o olho pode não acompanhar as variações.



SISTEMA DE VISÃO

A distribuição de cones e bastonetes na retina não é uniforme.

No centro da retina existe uma pequena depressão com cerca de 1,5 mm de diâmetro, denominada "*fovea centralis*", onde apenas existem cones.

Em torno desta depressão localiza-se uma área com a forma de uma coroa circular com cerca de 1 cm de diâmetro exterior, a "*macula lutea*", que possui cones e bastonetes.

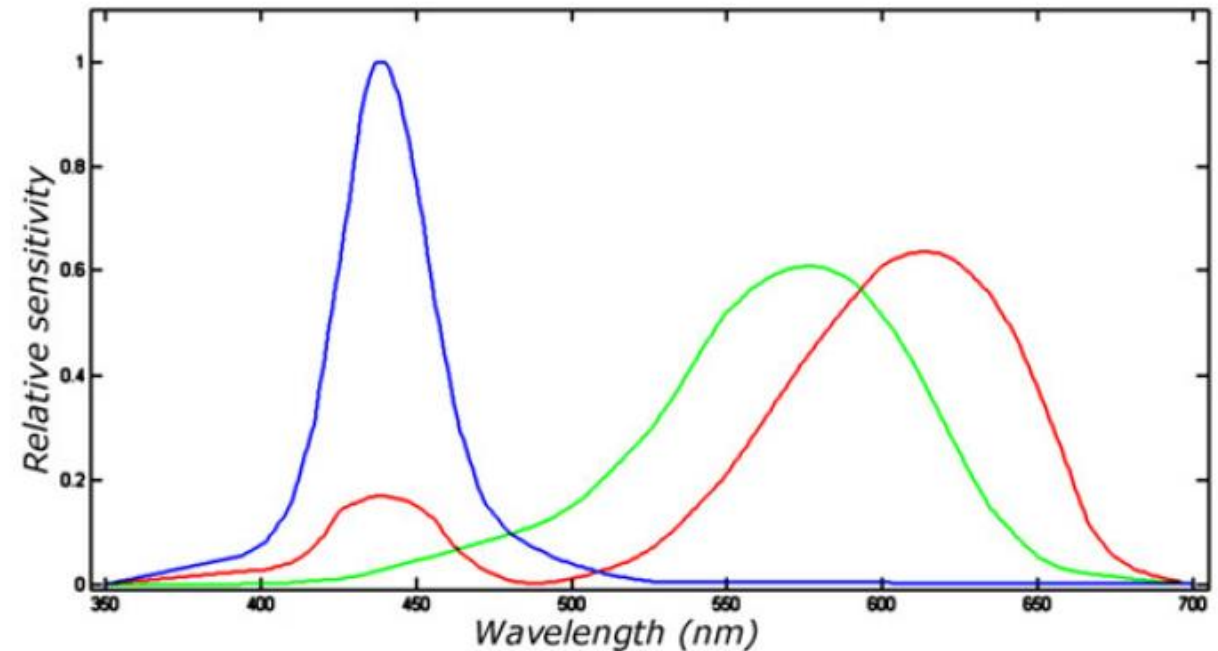
No resto da retina existem apenas bastonetes cuja densidade vai diminuindo à medida que aumenta a distância ao centro da retina.

Esta distribuição de cones e bastonetes divide a visão em Visão central, que permite identificar pormenores e cores e realizar a focagem do olho, e em Visão periférica que apenas deteta formas e movimentos de objetos sem grande detalhe e sem cor.

SISTEMA DE VISÃO

O número de cones do tipo ρ existentes na retina é quase o dobro do número de cones do tipo γ . O número de cones do tipo β é muito inferior ao número de cones de qualquer dos outros dois tipos.

A maior sensibilidade do olho humano deverá verificar-se na gama de comprimentos de onda detetada pelos cones ρ e γ , entre os 500 μm e os 600 μm , ou seja a zona intermedia entre o vermelho e o verde.



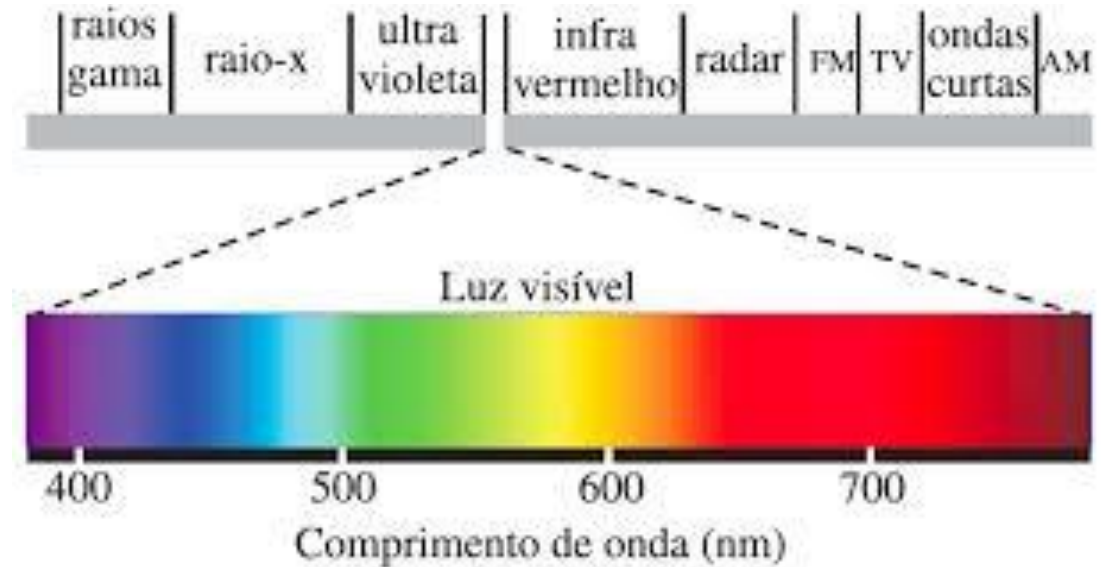
Tipo de cone	Cor principal	Distribuição relativa [%]	Gama detetada [nm]	λ da maior sensibilidade [nm]	Fracção de luz absorvida a λ_{max} [%]
β	azul	4	350-550	440	2
γ	verde	32	400-660	540	20
ρ	vermelho	64	400-700	580	19

Distribuição relativa dos três tipos de cones da retina, gamas detetadas e características dos comprimentos de onda de absorção máxima

SISTEMA DE VISÃO

Medidas experimentais confirmaram esta hipótese e permitiram determinar que a gama de sensibilidade máxima combinada dos três tipos de cones está centrada em torno do comprimento de onda de $550 \mu\text{m}$, que corresponde à cor amarela.

De modo inverso, é possível também concluir que é na gama de comprimentos de onda mais baixos (zona do azul) que existe menor sensibilidade à cor por parte de todos os tipos de cones.



Tipo de cone	Cor principal	Distribuição relativa [%]	Gama detectada [nm]	λ da maior sensibilidade [nm]	Fracção de luz absorvida a λ_{max} [%]
β	azul	4	350-550	440	2
γ	verde	32	400-660	540	20
ρ	vermelho	64	400-700	580	19

Distribuição relativa dos três tipos de cones da retina, gamas detetadas e características dos comprimentos de onda de absorção máxima

SISTEMA DE VISÃO

Da discriminação variável em função do comprimento de onda o olho humano é capaz de discriminar o que corresponde a 128 cores.

Por outro lado, uma análise das respostas combinadas dos três tipos de cones da retina leva-nos a considerar que deverá existir maior facilidade de discriminar entre cores sombreadas na zona do amarelo (23 cores) e uma menor facilidade na zona do azul (16 cores).

Como o olho humano consegue igualmente distinguir entre cerca de 130 níveis de saturação, é fácil então concluir que o olho humano é capaz de discriminar cerca de 380 000 ($128 \times 23 \times 130$) cores diferentes.

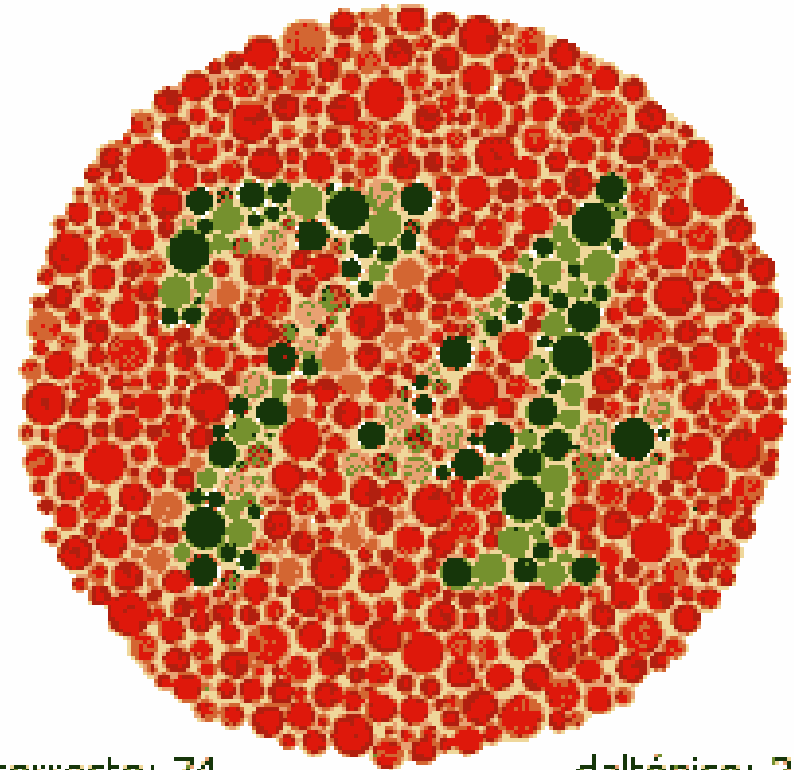
SISTEMA DE VISÃO

Quando o sistema de cones e bastonetes de uma pessoa não é o correto produzem-se uma série de irregularidades na apreciação da cor

Há partes do cérebro encarregadas de processar estes dados que também saem prejudicadas

Esta é a explicação de fenómenos como o Daltonismo

Test de daltonismo



correcto: 74

daltónico: 21

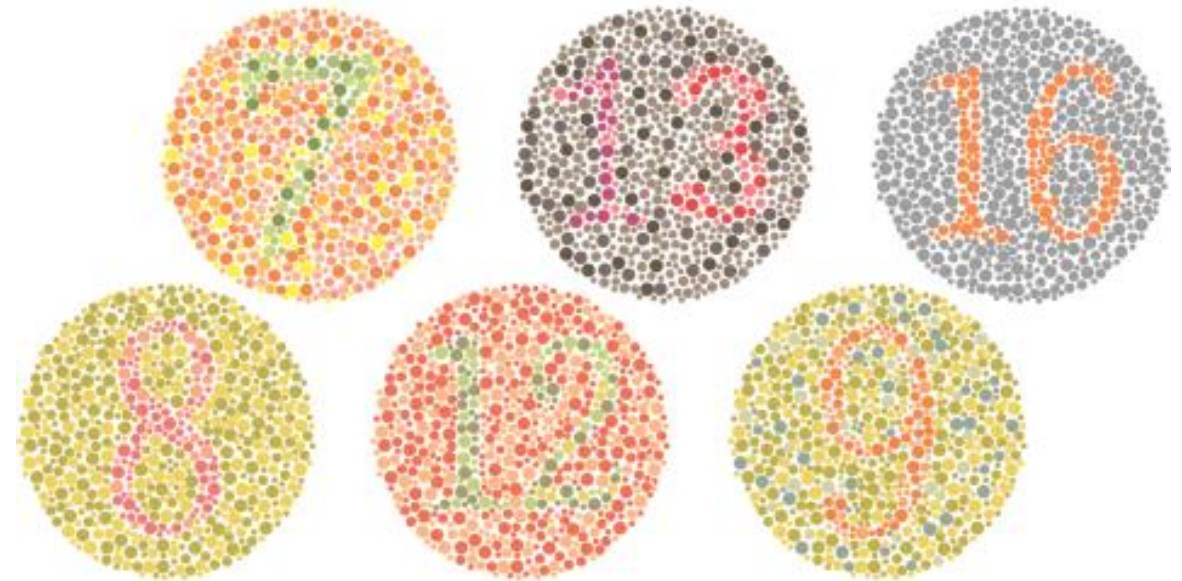
CEGUEIRA À COR

Mais comum do que se pensa, afetando 1 em cada 12 homens e 1 em cada 200 mulheres. Há diferentes tipos de daltonismo:

PRONATOMALIA - sensibilidade menor nos recetores de vermelho fazem as cores quentes penderem para o marrom e os verdes ficam desbotados.

DEUTERANOMALIA - dificuldade em ver os verdes que tendem para cinza, as cores quentes ficam acastanhadas e os roxos, azulados. É a mais comum.

TRITANOMALIA – os azuis confundem-se com verdes e vice-versa. Roxos e amarelos desbotam – se a tritanomalia for intensa, os amarelos tendem ao rosa claro.



<https://colormax.org/color-blind-test/>

TEORIA DOS TRÊS ESTÍMULOS

Os comprimentos de onda compreendidos entre 400 e 680 μm são detetados pelos três tipos de cones, mas cada tipo de cone deteta um dado comprimento de onda com uma sensibilidade diferente, o que dá origem a impulsos nervosos de diferentes intensidades.

À luz com um comprimento de onda de 500 μm , que corresponde, aproximadamente, à cor cião, correspondem sensibilidades dos cones de tipo β , γ e ρ de cerca de 20%, 30% e 10% das respectivas sensibilidades máximas. Para um comprimento de onda de 550 μm (amarelo, aproximadamente) teremos respostas de 0%, 99% e 80%, respetivamente.

É a diferença entre as respostas dos três tipos de cones que permite interpretar diferentes comprimentos de onda como correspondendo a cores diferentes.

Esta interpretação é conhecida como teoria dos três estímulos:

Qualquer cor (comprimento de onda) do espectro visível pode ser reproduzida através da adição dos resultados obtidos pelo estímulo dos três tipos de cones de forma diferente. A cor percebida depende unicamente da relação entre os três estímulos.

MODELOS DE COR

A teoria dos três estímulos parece indicar que bastará emitir três cores primárias que sejam detetáveis pelos três tipos de cones da retina para que se possam reproduzir todas as cores visíveis, variando simplesmente a proporção das quantidades de luz emitida por cada uma das fontes primárias.

Estas proporções seriam determinadas pelas curvas de resposta característica de cada um dos três tipos de cones.

MODELOS DE COR

Na prática, as três cores primárias emitidas por cada um dos tubos de raios catódicos de um monitor (vermelho a 700 nm, verde a 546 nm e azul a 436 nm) não correspondem às cores detetadas pelos cones.

Há então que modificar as funções peso aplicadas a cada uma das componentes primárias emitidas. Estas novas funções peso apresentam valores negativos em algumas gamas de comprimento.

Com um monitor, não é possível reproduzir todos os comprimentos de onda de luz visível, isto é, não é possível reproduzir todas as cores do espectro visível pela combinação ponderada de luzes vermelha, verde e azul.

Há cores que não podem ser simplesmente reproduzidas em monitores a cores pela adição ponderada das cores vermelha, verde e azul.

MODELO CIE

A incapacidade de modelos baseados na mistura de cores vermelhas, verdes e azuis poderem representar todas as cores do espectro Visível levou a que a CIE (Commission Internationale de l'Éclairage) criasse em 1931 um modelo com três cores primárias denominadas X, Y e Z, que substituíam as cores primárias vermelha, verde e azul, e que possuíam funções peso (ou de mistura) de X, Y e Z, intrinsecamente positivas e tais que passasse a ser possível representar todas as cores do espectro visível.

MODELO CIE

Essas funções, denominadas **funções de ajustamento da cor** ou CMF (Colour Matching Functions) foram calculadas a partir das funções de mistura para as cores vermelha, verde e azul e apresentam a particularidade de a função se encontrar ajustada à resposta combinada do olho humano em função do comprimento de onda.

A relação entre as cores primárias CIE e as cores vermelha, verde e azul é dada por

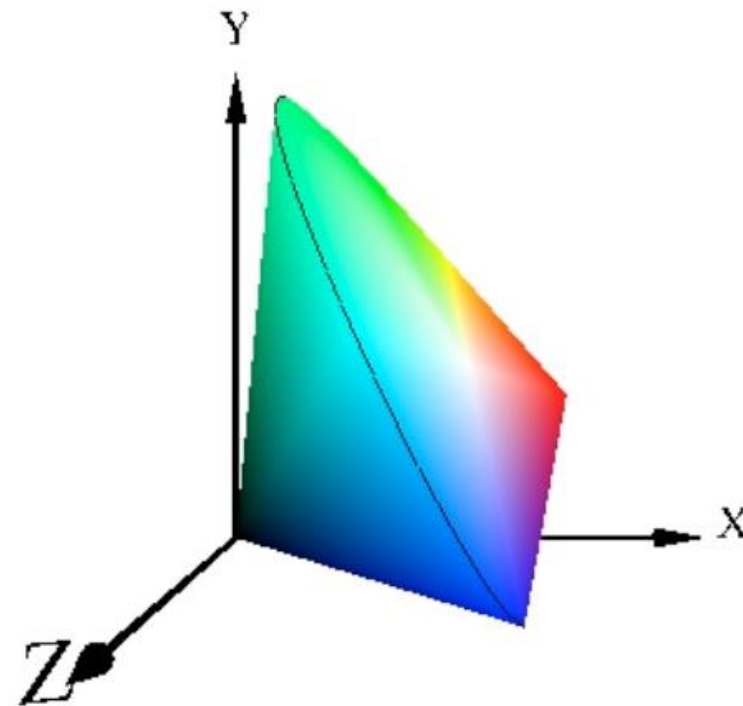
$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,49 & 0,31 & 0,20 \\ 0,17697 & 0,81240 & 0,01063 \\ 0 & 0,01 & 0,99 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r \\ g \\ b \end{bmatrix}$$

MODELO CIE

Sistema Primário CIE XYZ

Y – denominado Luminosidade ou Luminância, está associado à luminosidade/brilho, percepção de claro/escuro. Relacionado com a refletância do objecto

X e Z – associados a informações de cromaticidade (tom e saturação)



Espaço de cor CIE

MODELO CIE

O diagrama de cromaticidade apresenta algumas propriedades das quais a mais relevante é a sua linearidade.

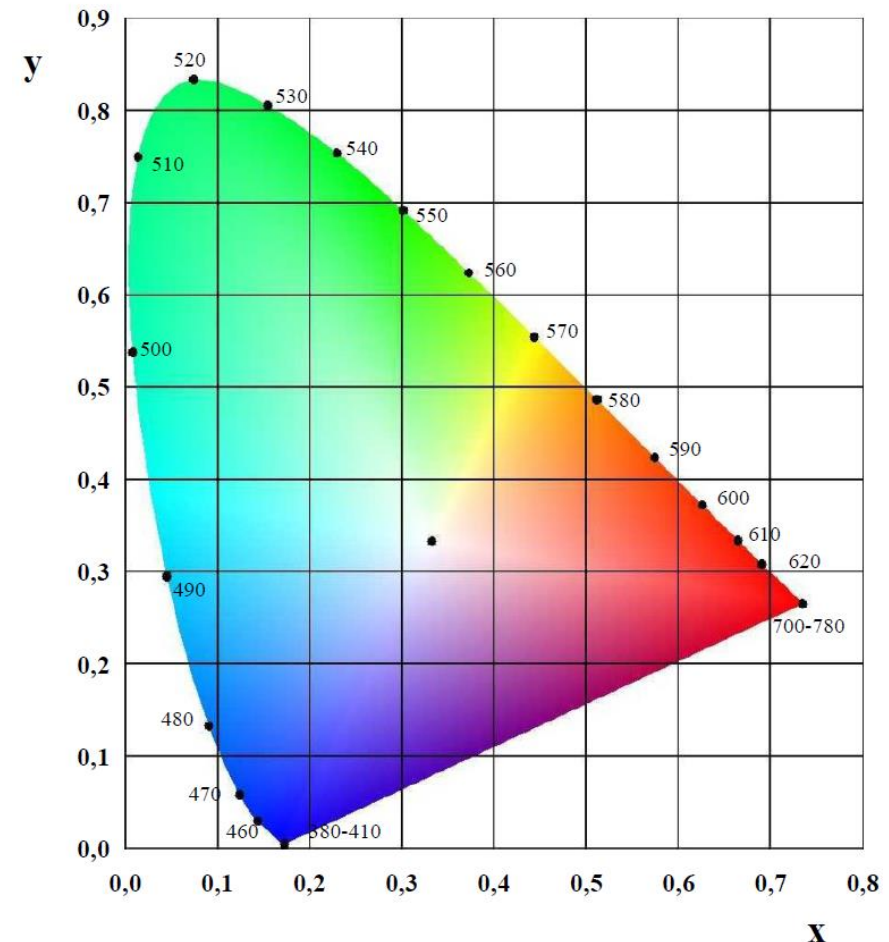
Um segmento de reta que una os pontos representativos de duas cores representa todas as cores possíveis de obter pela mistura dessas duas cores em quaisquer proporções.

As proporções de mistura correspondentes à cor de um ponto localizado sobre esse segmento podem ser calculadas a partir da chamada regra da alavanca.

Quando essas duas cores forem o iluminante branco de referência e uma cor pura, o quociente entre a distância da cor resultante à cor pura e a distância da cor pura ao iluminante de referência corresponde à saturação da cor.

O comprimento de onda dominante desta cor é o comprimento de onda característico da cor pura

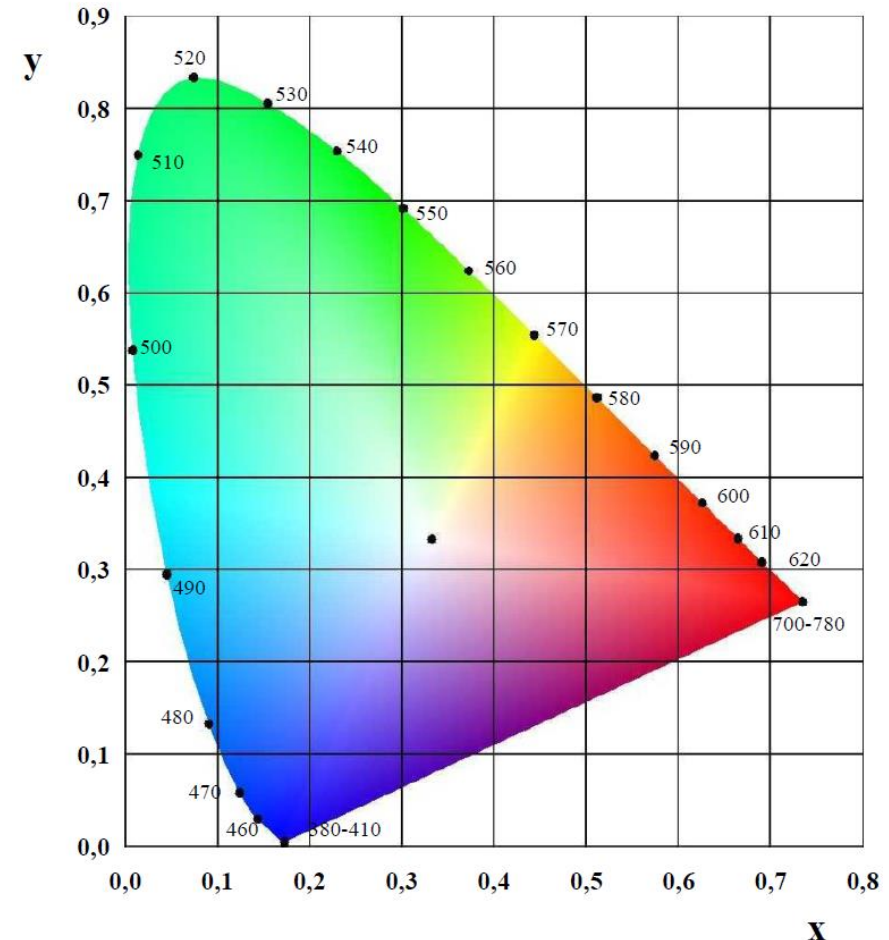
Diagrama CIE de cromaticidade



MODELO CIE

Outra consequência da linearidade respeita à adição de duas cores de igual saturação localizadas sobre uma linha que contém o ponto representativo da cor branca e que se localizam de lados diferentes da linha relativamente à cor branca. A adição dessas duas cores produz luz branca e, portanto, as duas cores são complementares.

Diagrama CIE de cromaticidade



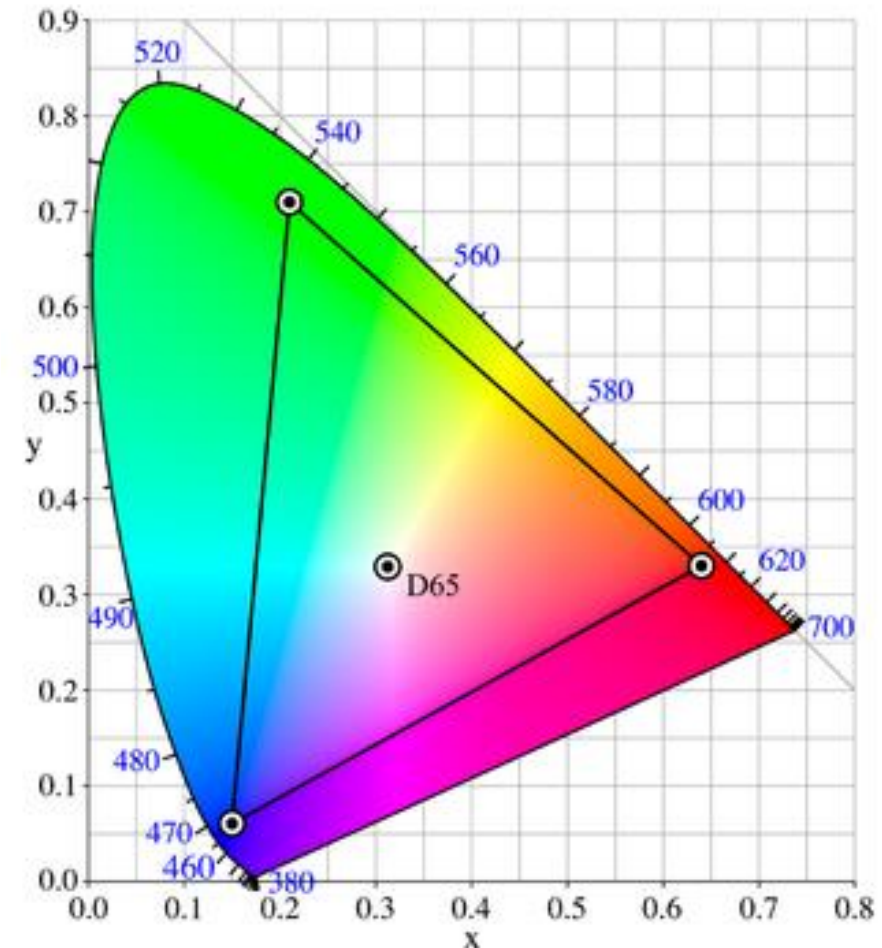
MODELO CIE

A linearidade do diagrama CIE de cromaticidade permite também a visualização das gamas de cor disponíveis nos dispositivos de saída gráfica.

Se representarmos no diagrama as três cores primárias típicas de dispositivos como monitores a cores, obtemos um triângulo completamente inscrito dentro do diagrama. Qualquer que seja o triângulo considerado, este nunca poderá compreender todos os pontos interiores do diagrama CIE de cromaticidade.

Demonstra-se assim que os dispositivos de saída gráfica do tipo monitor a cores e baseados nas três cores primárias vermelha, verde e azul, nunca poderão reproduzir todas as cores visíveis.

Diagrama CIE de cromaticidade

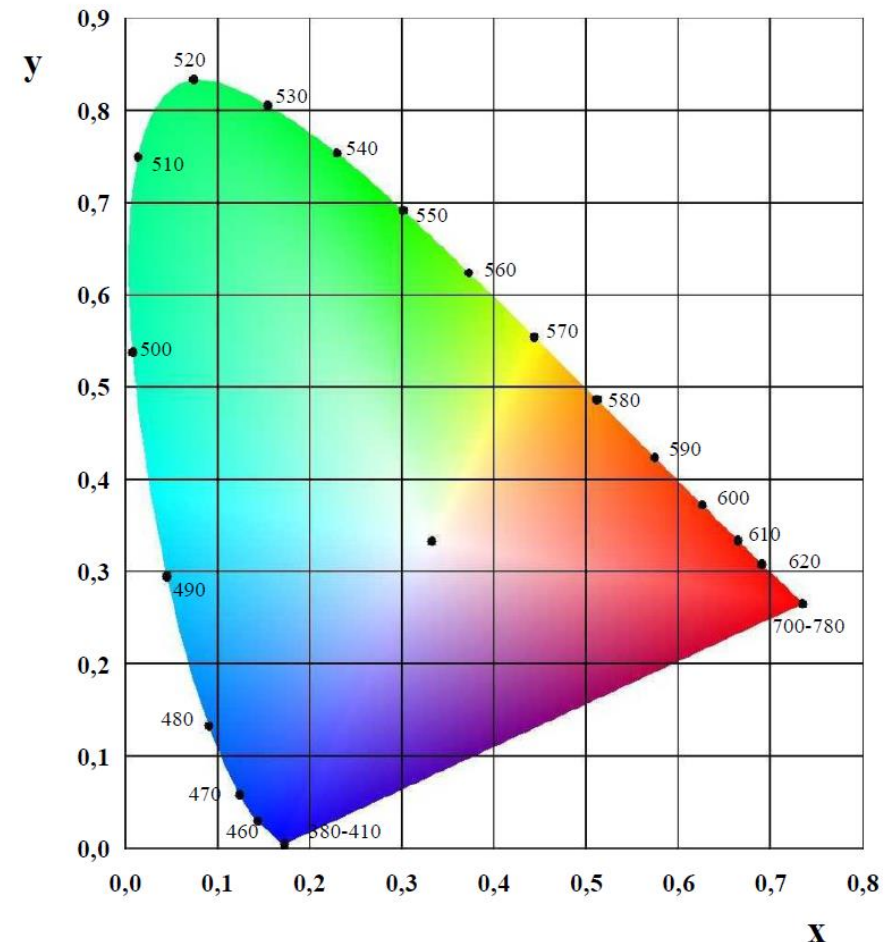


MODELO CIE

Por outro lado, comparando as gamas de monitores a cores com as gamas de impressoras a cores, verifica-se que estas últimas estão normalmente contidas dentro daquelas, o que significa que existem cores que é possível apresentar em monitores a cores, mas que não podem ser reproduzidas por impressoras a cores.

Para resolver este problema, o modelo CIE foi objeto de várias alterações, entre as quais as que resultaram no modelo CIE LUV de 1976.

Diagrama CIE de cromaticidade



MODELOS DE COR

As cores obtidas naturalmente por decomposição da luz solar ou artificialmente mediante focos emissores de luz de um determinado comprimento de onda, denominam-se **cores aditivas**.

Não é necessária a união de todas as longitudes do espectro visível para obter o branco, já que se misturarmos só o vermelho, verde e azul obteremos o mesmo resultado.

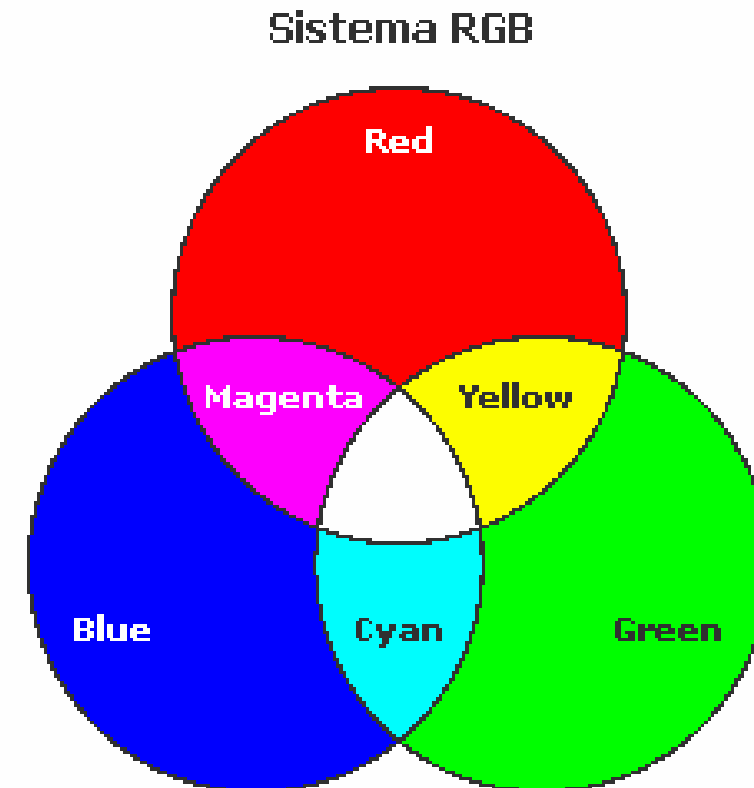
É por isso que estas cores são denominadas **cores primárias, porque a soma das três produz o branco**. Ademais, todas as cores do espectro podem ser obtidas a partir delas.

MODELO ADITIVO

Modelo RGB (Red, Green, Blue)

É o sistema de cores, normalmente, utilizado nos monitores de computadores e outros sistemas digitais.

Ao controlar a intensidade e proporção da geração destas três cores básicas conseguem-se muitas outras (mistura aditiva).

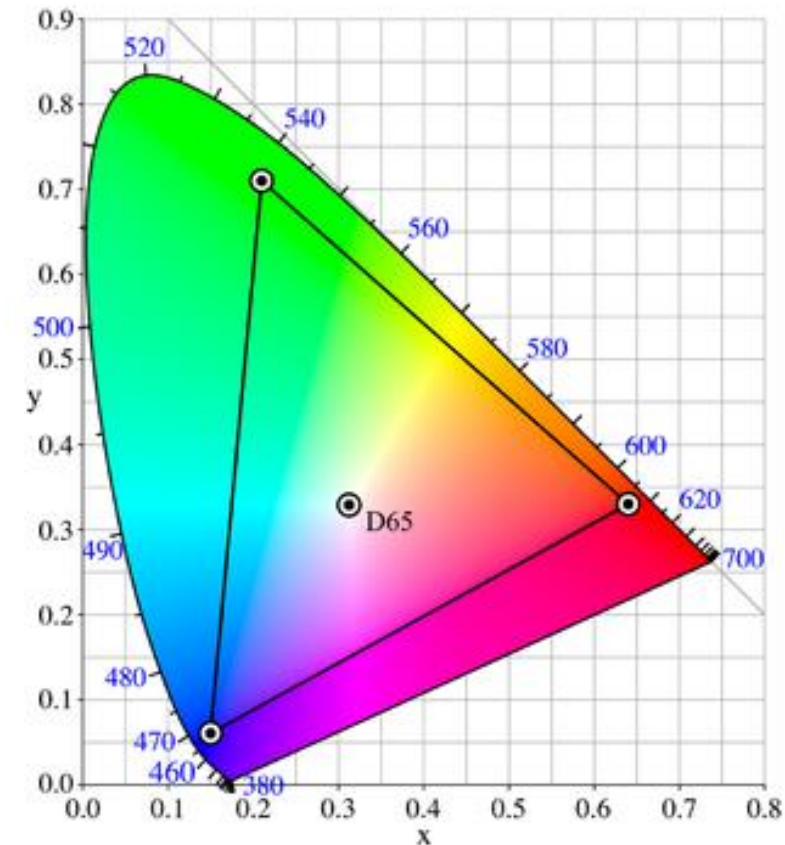


MODELO RGB

Todas as cores que se visualizam no monitor estão em função das quantidades de vermelho, verde e azul utilizadas.

O modelo é omissivo quanto ao que é uma cor primária pura, ou seja, não define qual o comprimento de onda a que corresponde cada uma das três cores primárias. Esta omissão tem consequências na reprodução da cor.








Com efeito, verificam-se variações sensíveis de monitor para monitor e, no caso dos televisores, a publicidade menciona muitas vezes a expressão “cores mais naturais”.



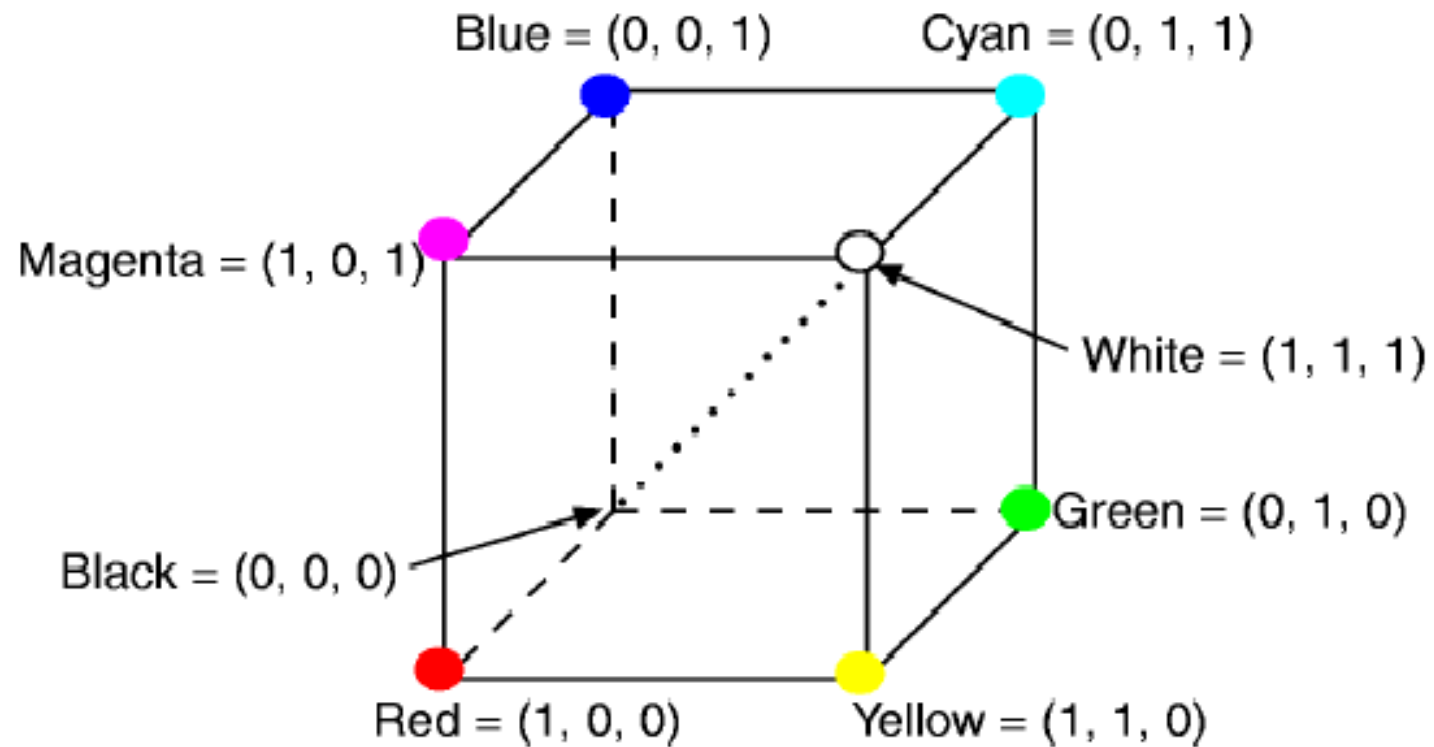
MODELO RGB

Para representar uma cor no sistema RGB pode atribuir-se um valor entre 0 e 255 (notação decimal) ou entre 00 e FF (notação hexadecimal) para cada um dos componentes vermelho, verde e azul que o formam.

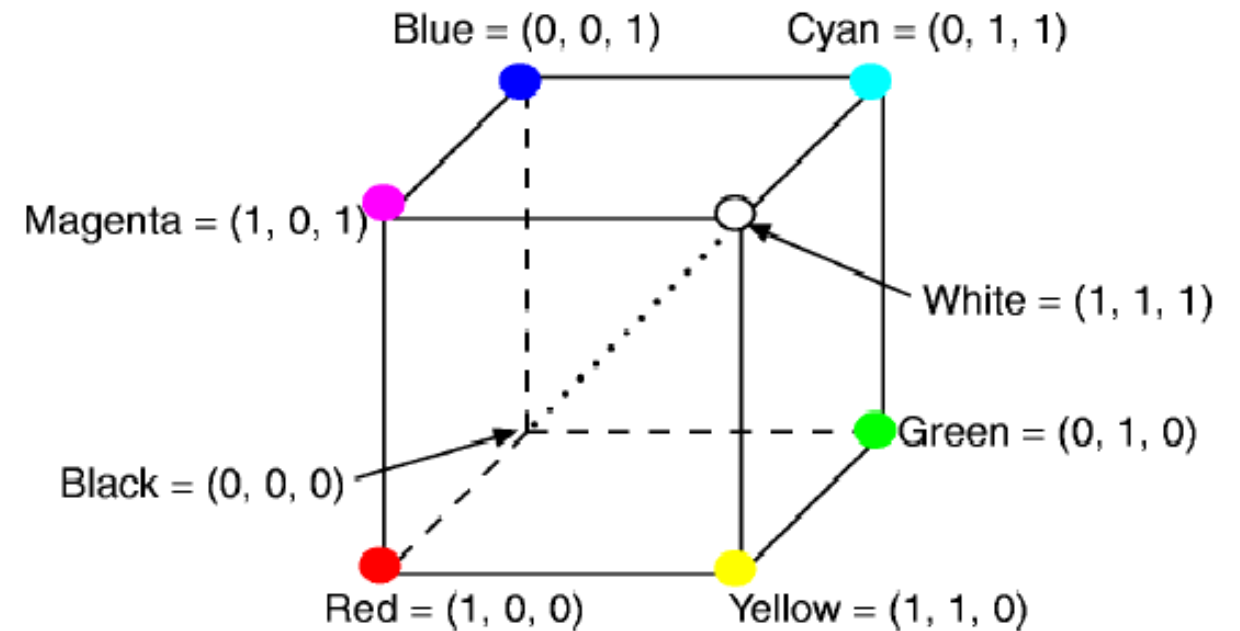
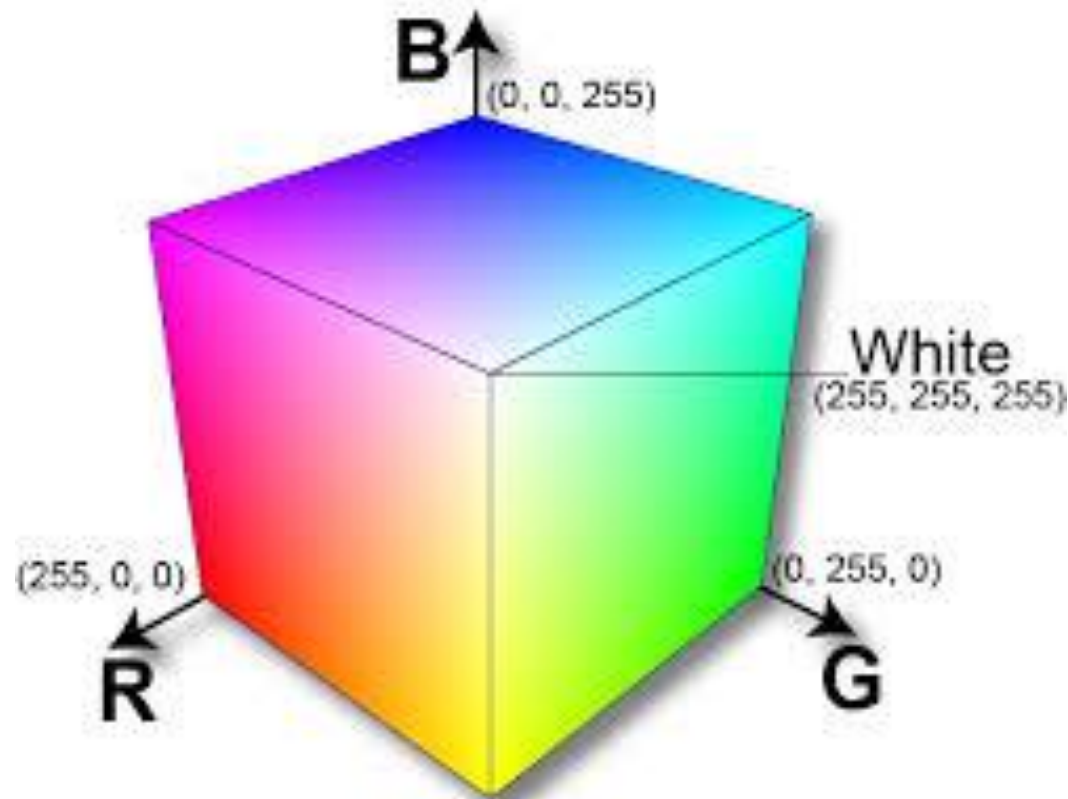
Os valores mais altos de RGB correspondem a uma quantidade maior de luz branca. Por conseguinte, quanto mais altos são os valores RGB, mais claros são as cores.

hexadecimal	Notaciones RGB	decimal
#A52A2A		165, 42, 42
#DEB887		222, 184, 135
#5F9EA0		95, 158, 160
#7FFF00		127, 255, 0
#D2691E		210, 105, 30
#FF7F50		255, 127, 80
#6495ED		100, 149, 237

MODELO RGB



MODELO RGB



MODELO SUBTRATIVO

Quando a luz solar choca contra a superfície de um objeto, este absorve diferentes longitudes de onda de seu espectro total, enquanto que refletem outras.

Estas longitudes de onda refletidas são precisamente as causadoras das cores dos objetos. As cores que por ser produzidas por filtragem de longitudes de onda denominam-se **cores subtrativas**.

Um carro é de cor azul porque absorve todas as longitudes de onda que formam a luz solar, exceto a correspondente à cor azul, que reflete, enquanto que um objeto é branco porque reflete todo o espectro de ondas que formam a luz, ou seja, reflete todas as cores, e o resultado da mistura de todas elas dá como produto, o branco.

Por sua vez, um objeto é negro porque absorve todas as longitudes de onda do espectro: o negro é a ausência de luz e de cor.

MODELO CMY

O modelo CMY é um modelo de cor baseado nas cores complementares: Cyanide, Magenta e Yellow (cião, magenta e amarelo).

O modelo CMY tem por base os fenómenos que se verificam quando a luz incide em superfícies. Estas podem absorver, refletir ou refratar a luz de forma desigual consoante o comprimento de onda.

Quando uma luz branca incide sobre uma superfície, existem gamas de comprimento de onda em que a luz é absorvida pela superfície. A luz correspondente às gamas de comprimento de onda não absorvidas é, em geral, refletida.

A nossa perceção visual da cor da superfície é dada pela cor dessa luz refletida.

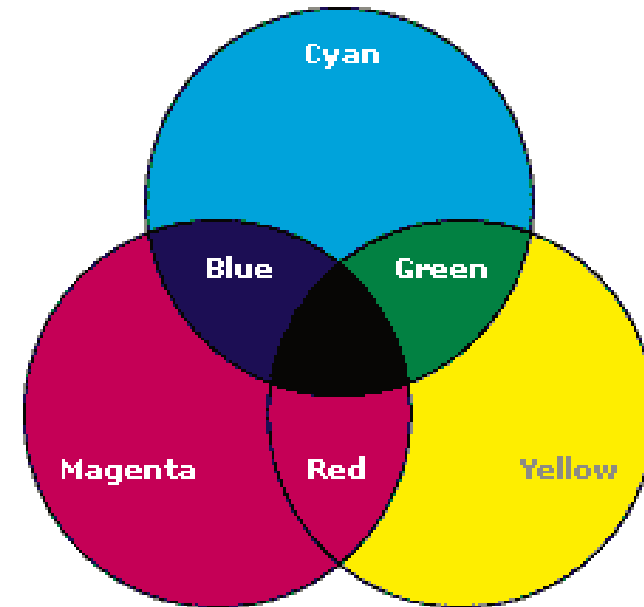
MODELO CMY

Baseia-se na subtração de luz

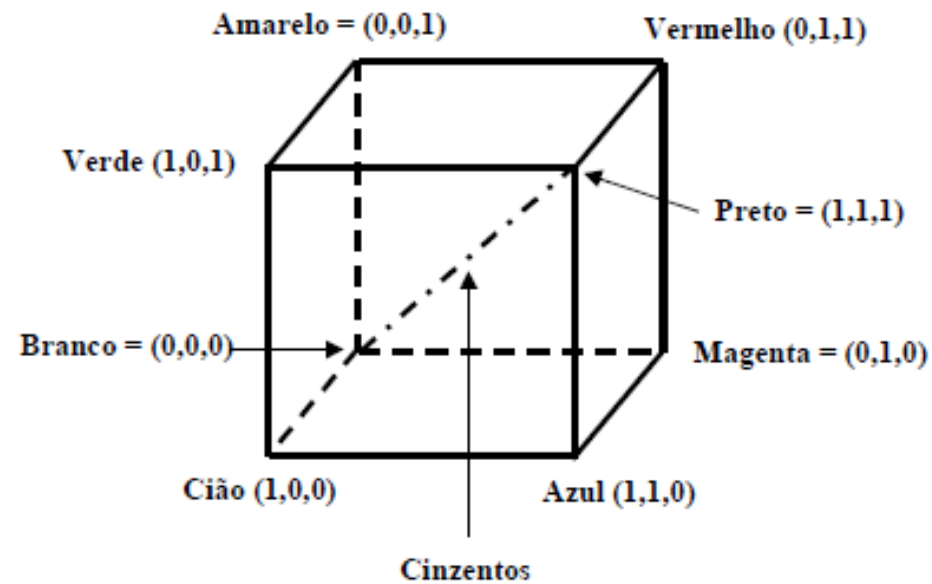
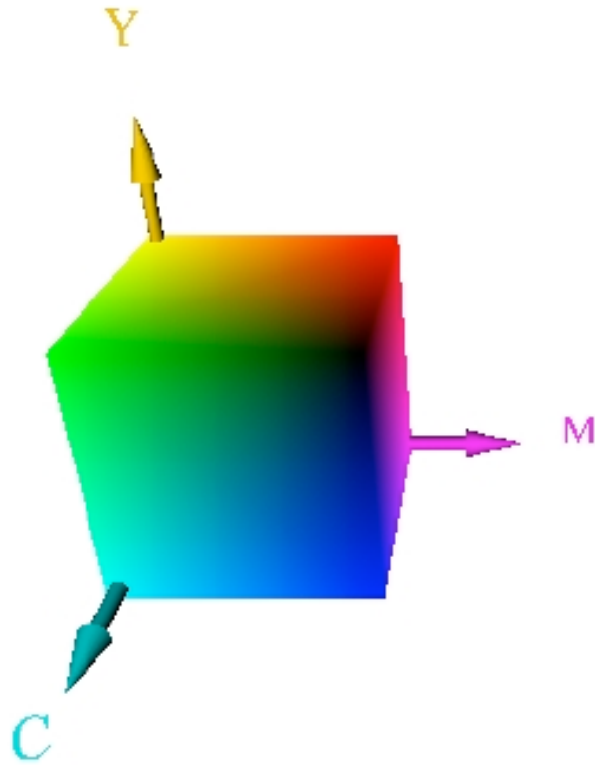
As cores ciano, magenta e amarelo são designadas **cores primárias subtrativas**.

O seu efeito consiste em subtrair ou absorver alguma cor da luz branca

A partir destas três cores podemos obter quase todas as demais, salvo o branco e o negro.



MODELO CMY



MODELO CMYK

As impressoras a cores empregam o modelo CMY por deposição sobre o papel de tintas correspondentes às cores primárias complementares.

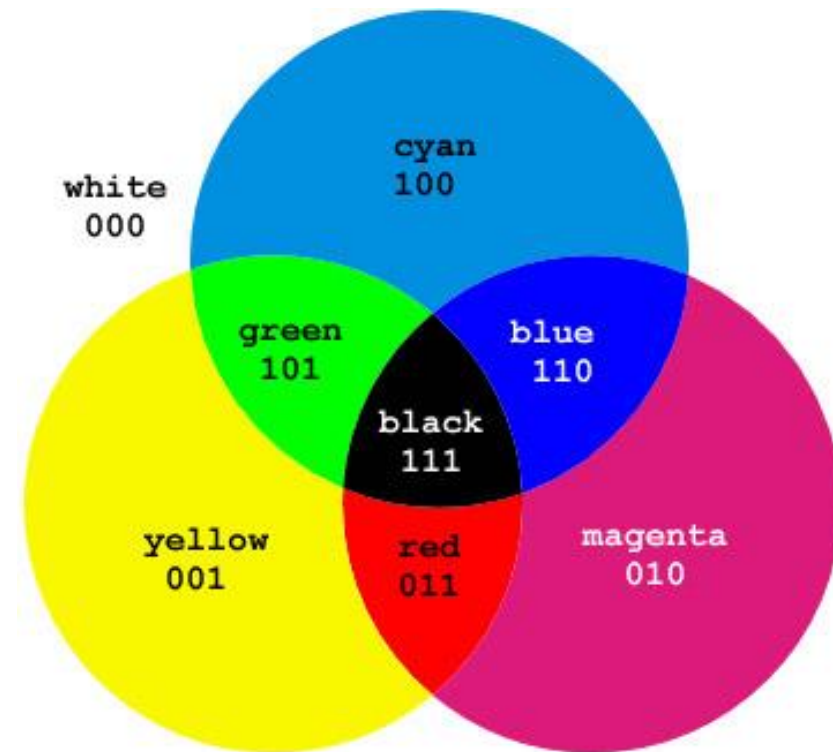
Tal como no modelo RGB, o modelo CMY também não define os comprimentos de onda das cores primárias pelo que a reprodução da cor está dependente das tintas empregues e poderá variar de impressora para impressora devido à dificuldade adicional da fabricação de tintas cujas cores correspondam exatamente às cores primárias subtrativas.

A deposição de três tintas correspondentes às cores primárias subtrativas não consegue produzir uma cor negra porque a absorção da gama de comprimentos de onda da luz incidente a ser absorvida por cada tinta não é total. Os fabricantes de impressoras a cores resolveram este problema instalando um quarto tinteiro com uma tinta de cor negra que permite obter uma cor negra muito mais correta.

MODELO CMYK

Efetivamente, a mescla de pigmentos ciano, magenta e amarelo não produz a cor branca, e sim uma cor cinza sujo, neutro.

Quanto ao negro, também não é possível obtê-lo a partir dos primários, sendo necessário incluí-lo no conjunto de cores básicas subtrativos, obtendo-se o modelo CMYK (Cyan, Magenta, Yellow, Black).



MODELO CMYK

Modelo essencialmente usado em impressão, onde o branco se consegue por ausência de tinta.

Uma cor virá expressa no sistema CMYK mediante a expressão (C,M,Y,K), onde aparece a percentagem que a cor possui dos componentes básicos do sistema. Por exemplo, (0,0,0,0) é branco puro (o branco do papel), enquanto que (100,0,100,0) corresponde à cor verde

Nomenclatura CMYK



CYAN - 80%



MAGENTA - 40%



YELLOW - 18%



BLACK - 19%



C-80, M-40, Y-18, B-19

TRANSFORMAÇÃO CMY PARA RGB

A transformação entre o espaço CMY e o espaço RGB é dada pela fórmula

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

Os sistemas RGB, CMY encontram-se relacionados, já que as cores primárias de um são os secundários do outro

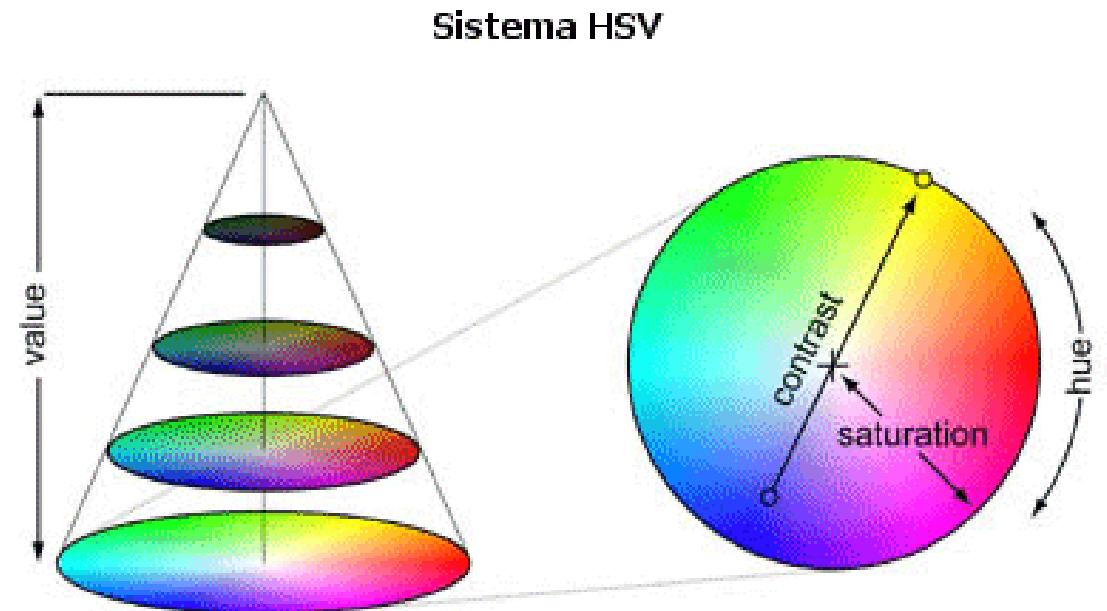
- as cores secundárias são as cores obtidas por mistura direta das primárias
- CMY (100, 0, 100) = RGB (0, 100, 0)

MODELO HSV

O modelo HSV baseia-se na percepção humana da cor do ponto de vista dos artistas plásticos.

Os artistas plásticos para obterem as várias cores das suas pinturas combinam a tonalidade com elementos de brilho e saturação.

Desta forma, o modelo HSV é mais intuitivo de utilizar do que o modelo RGB. Do ponto de vista de um artista plástico, é mais fácil manusear as cores em função de tons e sombras do que apenas como combinações de vermelho, verde e azul



MODELO HSV

HSV (Hue, Saturation, Value)

Value

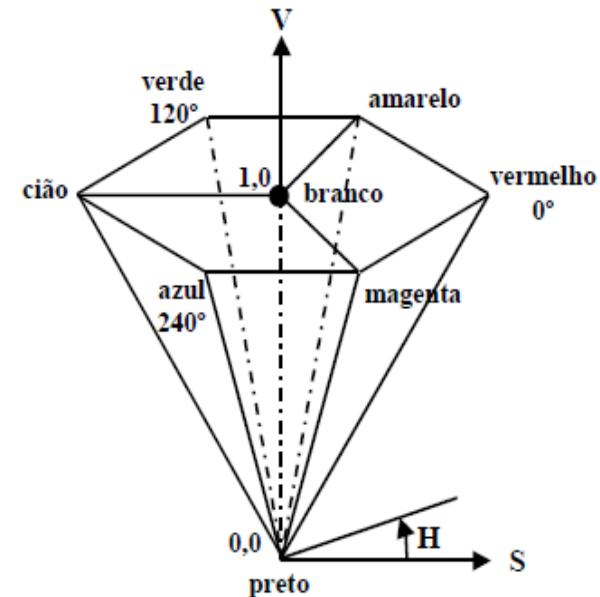
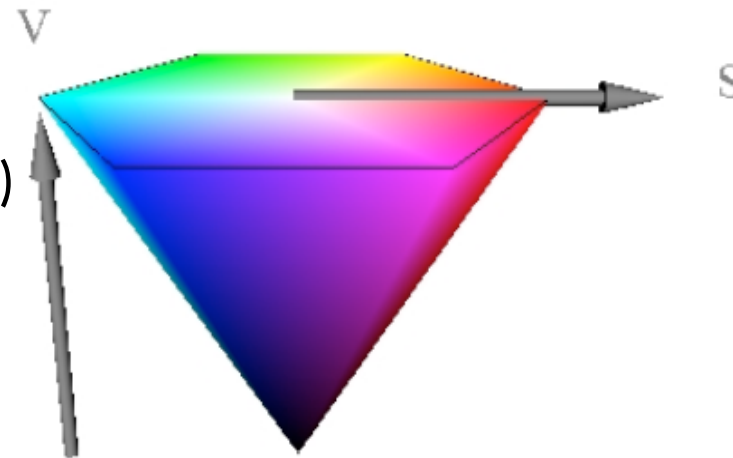
- Topo ($V=1$)
- Cores mais brilhantes

Hue (Ângulo em torno do eixo vertical)

- 0° = vermelho
- 180° = verde
- Duas cores que façam 180° são complementares

Saturação

- Centro = 0
- Periferia = 1



MODELO HSV

As cores primárias ocupam no espaço HSV os vértices do hexágono e encontram-se dispostas segundo um ângulo correspondente de acordo com a tabela.

Cor	Ângulo
Vermelho	0
Amarelo	60
Verde	120
Ciã	180
Azul	240
Magenta	300

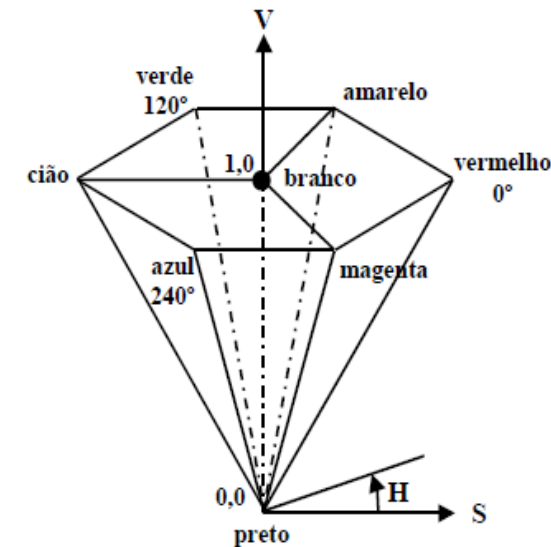
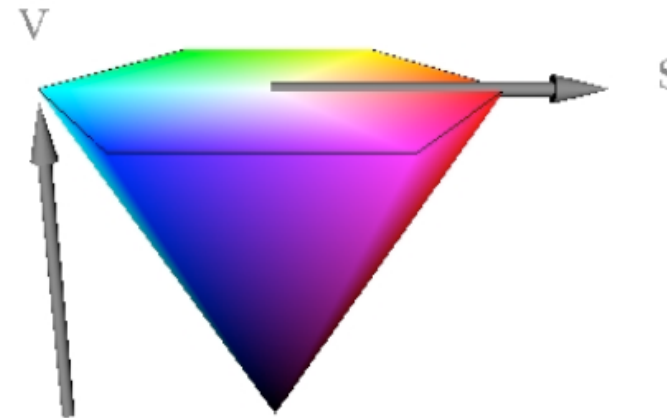
MODELO HSV

A saturação de uma cor corresponde à quantidade de cor branca que a cor apresenta.

Uma saturação de 1 significa que a cor é pura (está na periferia), enquanto uma saturação de 0 significa que a cor é totalmente branca e, neste caso, o valor do parâmetro H é irrelevante.

O parâmetro V (valor) corresponde à intensidade da cor e varia entre 0 (intensidade nula, ou seja, cor negra em que os valores de H e S são irrelevantes) e 1 (intensidade máxima).

Naturalmente, os tons cinzentos encontram-se localizados sobre o eixo da pirâmide em que $S = 0$, sendo o valor de H indiferente.



MODELO HLS

O modelo HLS é também um modelo muito intuitivo tal como o modelo HSV.

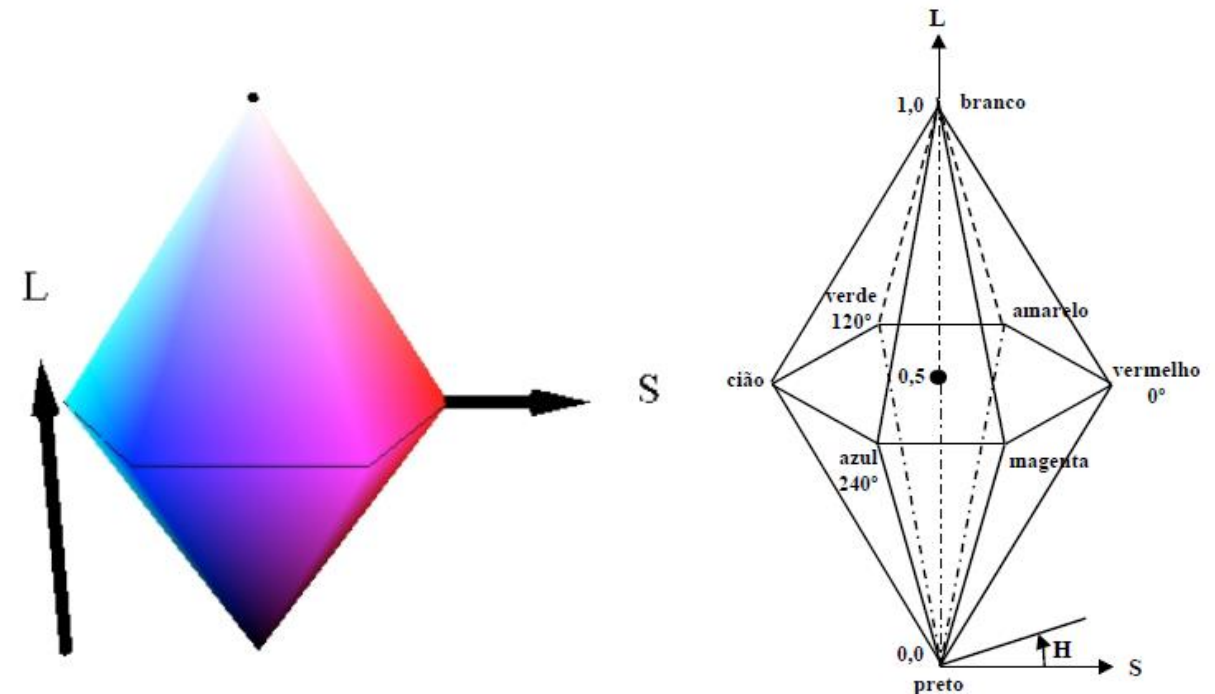
A sigla deste modelo deriva das primeiras letras das palavras em língua inglesa **Hue** (cor, matiz, cambiante de cor), **Lightness** (luminosidade) e **Saturation** (saturação), que são os nomes dos três parâmetros deste modelo.

MODELO HLS

A representação tridimensional do espaço de cor deste modelo é constituída por dois cones unidos pelas bases.

As cores primárias estão situadas no perímetro da base comum e as cores branca e negra no vértice de cada um dos cones.

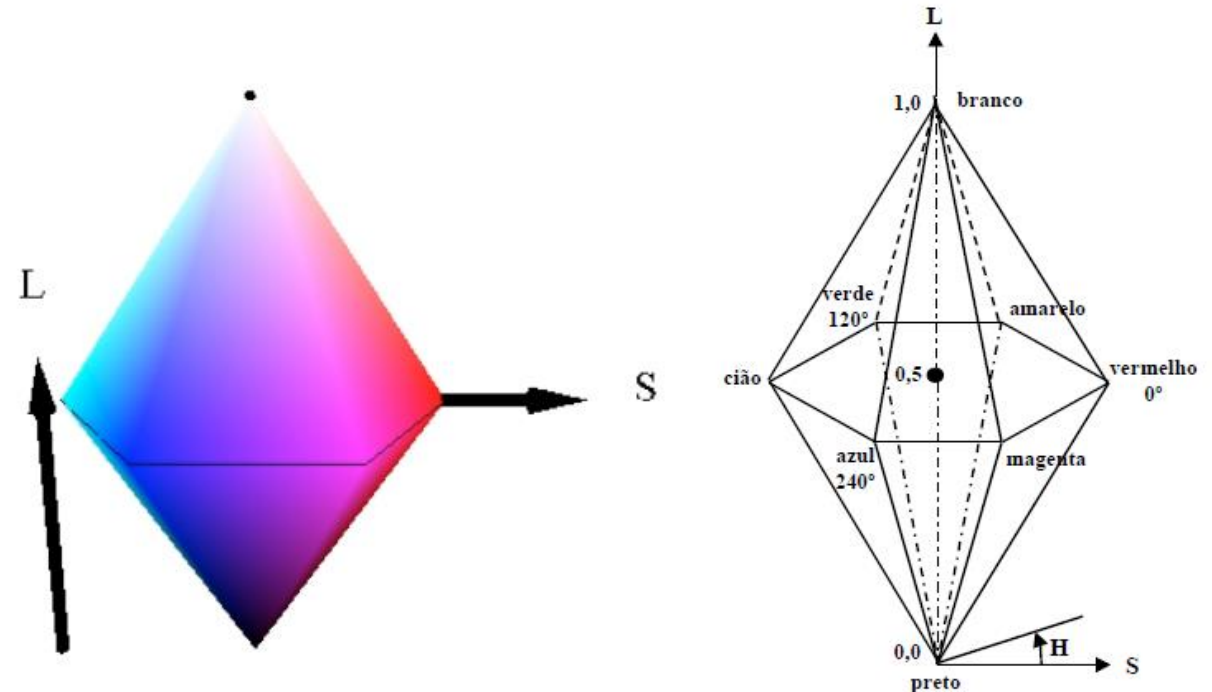
Os tons cinzentos localizam-se sobre o eixo comum dos dois cones.



MODELO HLS

Tal como no espaço HSV, o parâmetro **H** (cor) corresponde ao ângulo em que a cor se encontra, tomando a cor vermelha como origem.

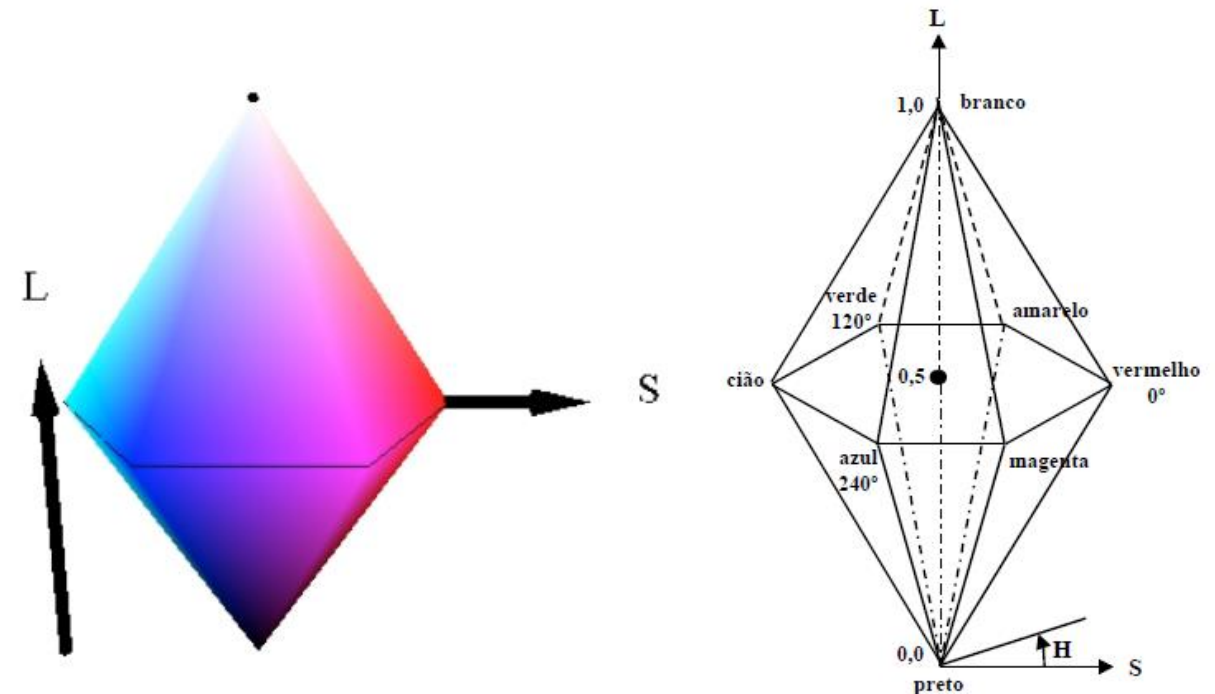
O parâmetro **S** (saturação) tem também o mesmo significado que no modelo HSV. As cores puras têm uma saturação de 1, enquanto que as cores com saturação 0 correspondem a cores brancas de intensidade variável (cinzentos) para as quais o parâmetro H não tem qualquer significado.



MODELO HLS

Finalmente o parâmetro **L** (luminosidade) pode variar entre 0, a que corresponde uma luminosidade nula, e 1 que equivale à luminosidade máxima que só é possível para a cor branca.

Note-se que as cores puras apresentam uma luminosidade de 0,5.



MODELOS YIQ E YCBCR (YUV)

Os modelos anteriores apresentam objetivos específicos, como, por exemplo:

- o modelo RGB permite exibir imagens de cor em monitores
- o modelo CMYK é utilizado na impressão
- os modelos HSV e HLS são utilizados na mistura de cores do ponto de vista artístico.

Contudo, nenhum destes modelos tem em conta uma propriedade da visão humana. Esta é mais sensível às mudanças de intensidade da luz (luminância) do que da cor (crominância).

O modelo YUV tem em conta esta característica e foi criado a par do desenvolvimento da transmissão de sinais de cor de televisão

MODELOS YIQ E YCBCR (YUV)

Os modelos de cor YIQ e YCbCR foram criados para permitir as emissões dos sistemas de televisão a cores fossem compatíveis com os recetores a preto e branco.

O sistema NTSC (National Television Standards Committee), criado em 1953, emprega o modelo YIQ. Por seu lado, os sistemas SECAM (Sequence Electronique Couleur avec Mémoire) e PAL (Phase Alternating Line), de 1961, empregam o modelo YCbCr, definido pela norma CCIR 601-2. Este último modelo é também muitas vezes designado por YUV em Computação Gráfica, no contexto de imagens digitais.

Os dois modelos são muito semelhantes, baseando-se ambos na separação dos sinais de cor RGB em um sinal de luminosidade, ou luminância (Y), e dois sinais de cromaticidade ou diferença de cor. O sinal de televisão correspondente à luminância é transmitido exatamente da mesma forma que o sinal de televisão a preto e branco e, assim, os recetores a preto e branco podiam continuar receber as emissões de televisão.

MODELOS YIQ E YCBCR (YUV)

Nos modelos RGB e CMYK cada cor inclui informação relativa à luminância, permitindo ver cada cor independente de outra.

No caso de se estar a guardar um pixel de acordo com o modelo RGB e se o vermelho, o verde e o azul tiverem os mesmos valores de luminância, isto significa que se está a guardar a mesma informação três vezes, aumentando o tamanho da informação.

O modelo YUV guarda a informação de luminância separada da informação de crominância ou cor. Assim, o modelo YUV é definido pela componente luminância (Y) e pela componente crominância ou cor ($U = \text{blue} - Y$ e $V = \text{red} - Y$).

Com este modelo é possível representar uma imagem a preto e branco utilizando apenas a luminância e reduzindo bastante a informação que seria necessária noutro modelo.

MODELOS YIQ E YCBCR (YUV)

O modelo YUV é adequado às televisões a cores, porque permite enviar a informação da cor separada da informação de luminância. Assim, os sinais de televisão a preto e branco e de televisão a cores são facilmente separados. O modelo YUV é também adequado para sinais de vídeo.

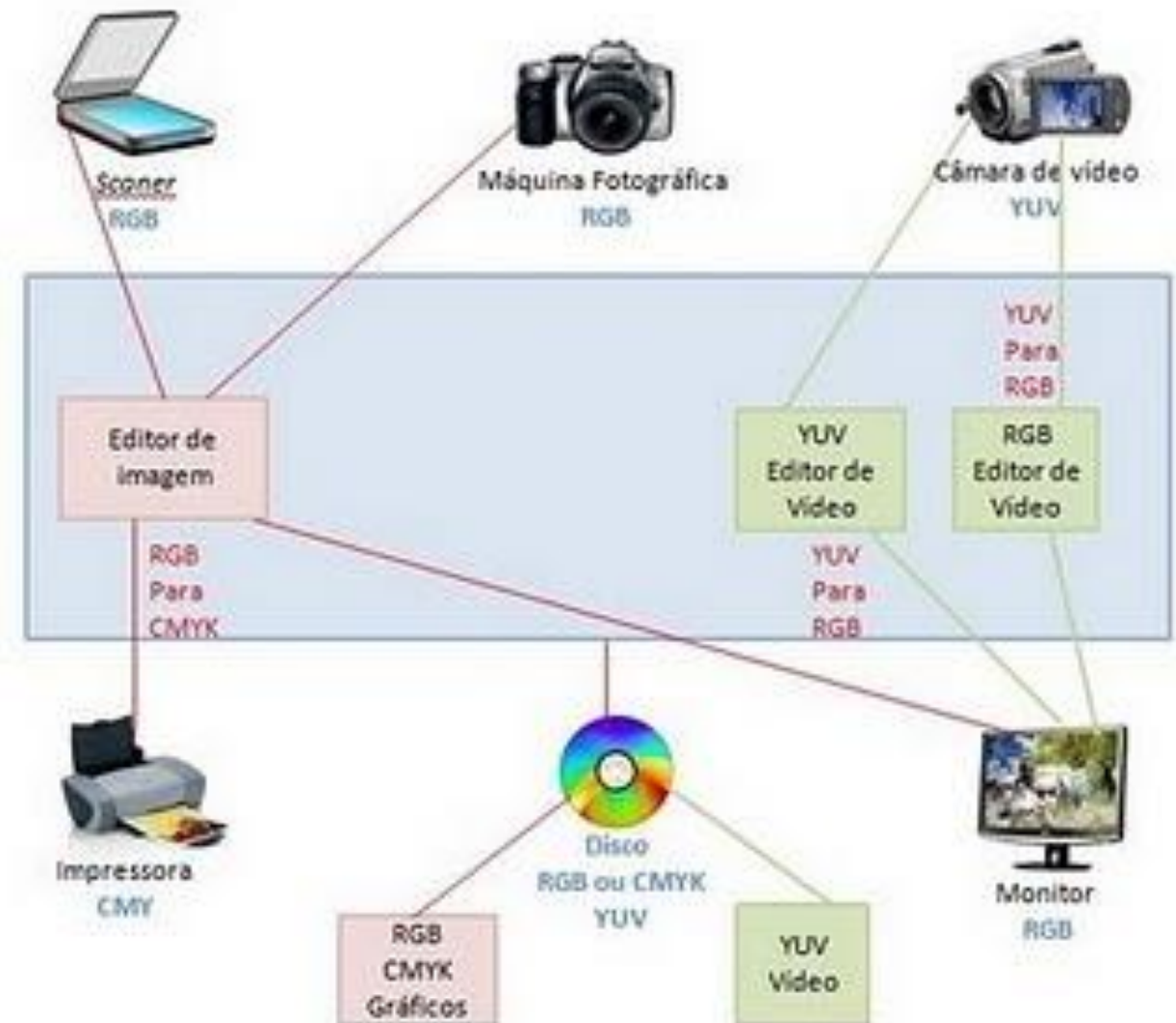
Este modelo permite uma boa compressão dos dados, porque alguma informação de crominância pode ser retirada sem implicar grandes perdas na qualidade da imagem, pois a visão humana é menos sensível à crominância do que à luminância.

O modelo YUV é utilizado pelos sistemas de televisão europeu PAL e francês SECAM e na compressão dos formatos JPEG/MPEG. No sistema de televisão americano e asiático NTSC é utilizado um modelo de cor equivalente designado YIQ.

MODELOS DE COR

Os modelos de cor foram sendo usados consoante as suas aplicações e de acordo com as seguintes categorias:

- standard (CIE-XYZ)
- perceptual (Luv e Lab)
- linear (RGB CMYK)
- artístico (Munsell, HSV HLS)
- transmissão de sinais de televisão (YIQ YUV).



ILUMINAÇÃO

1. Intensidade e tamanho da luz
2. Cor (temperatura)
3. Direção

INTENSIDADE E TAMANHO DA LUZ

Uma luz maior cria uma imagem mais suave e difusa, com sombras mais suaves



Uma fonte de luz mais focada e mais dura pode criar mais tensão



COR (TEMPERATURA)

Uma luz mais fria e azul pode criar uma sensação de frio, tristeza



Uma luz laranja quente e suave pode criar uma atmosfera mais amigável e aberta



DIREÇÃO

Luz frontal pode tornar o personagem mais aberto e acessível



Um personagem em contraluz pode parecer sombrio e perigoso



DIREÇÃO

Um personagem iluminado por baixo vai parecer assustador.



Se a luz estiver por cima, pode parecer que estão a ser interrogados



QUAIS OS SENTIMENTOS?

DESCONFORTO



AMIGÁVEL



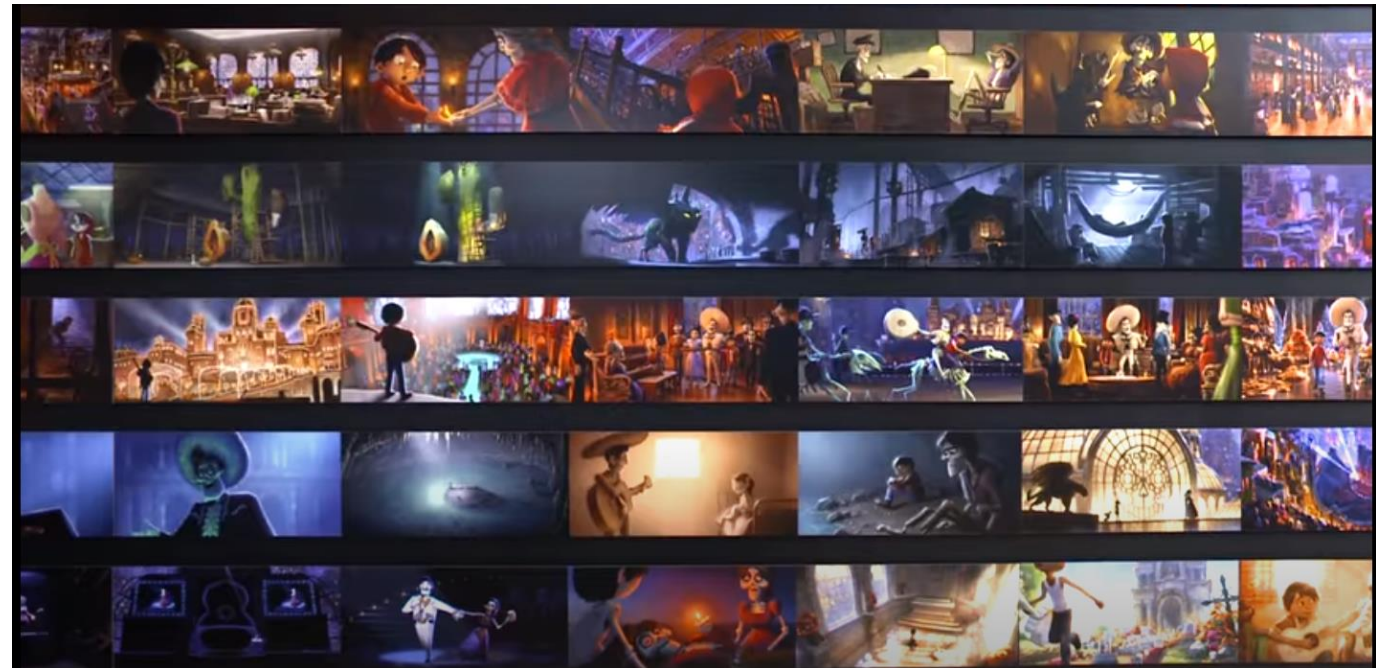


LUZES, CORES, GUIÃO

O guião de cor (color script) mostra como cada cena ficará no contexto de outras cenas.

Mostra a progressão da luz e da cor durante todo o filme.

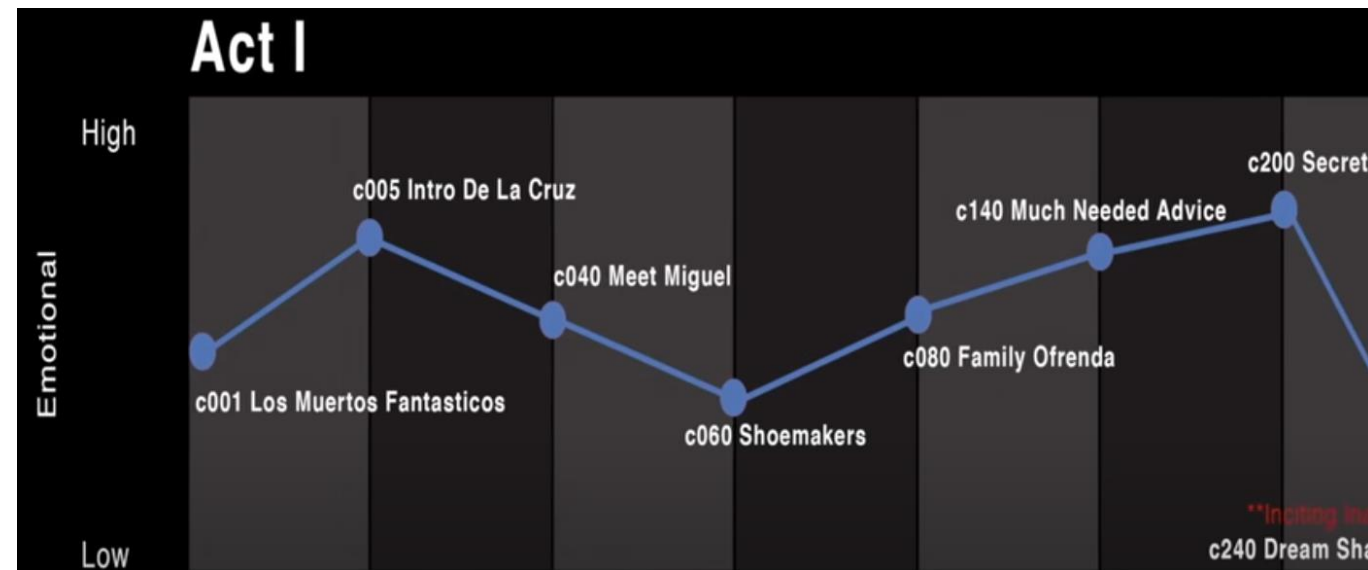
Tal como um guião permite que todos (atores, realizador, etc..) fiquem sincronizados sobre como os pontos da história se desenvolverão ao longo de um filme, um guião colorido faz isso para a iluminação.



LUZES, CORES, GUIÃO

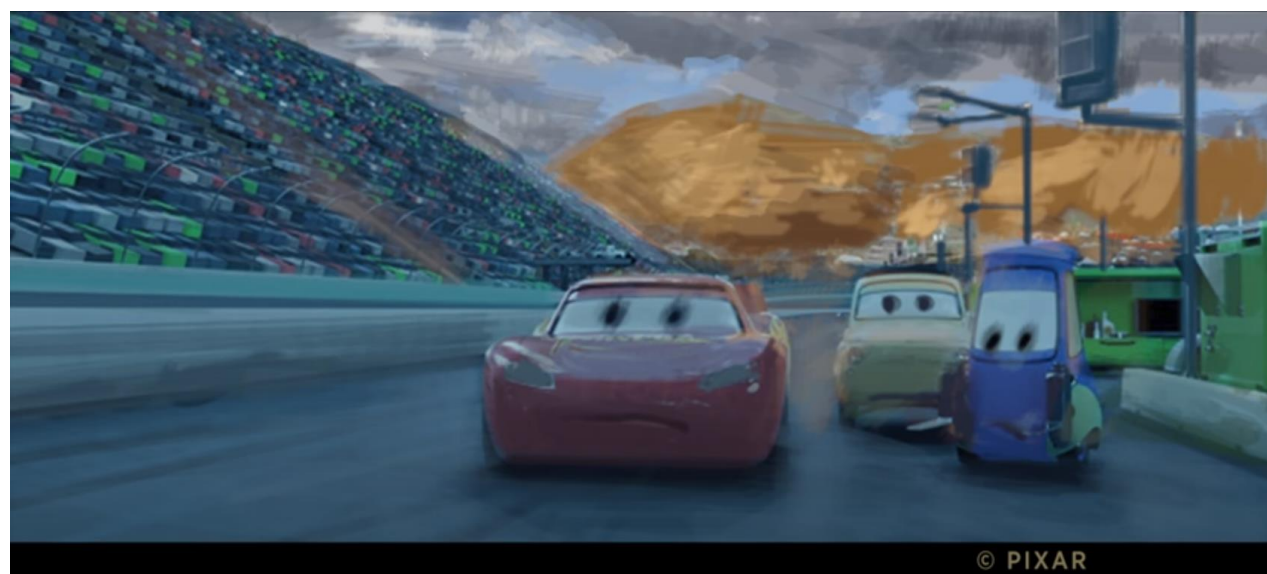
Uma maneira de construir esse guião passa por fazer o mapeamento da parte emocional do filme com os pontos altos e pontos baixos.

Em cada um desses pontos definir as cores que melhor se ajustam ao que se pretende.

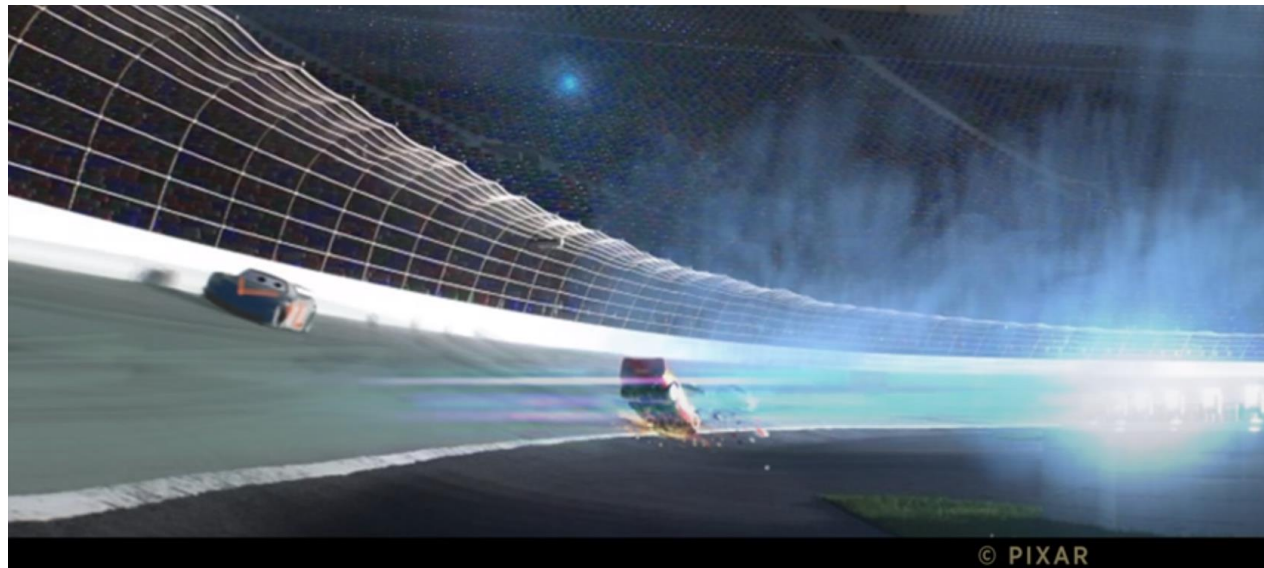




LUZES, CORES, GUIÃO



LUZES, CORES, GUIÃO



COMO CRIAR UM GUIÃO DE COR

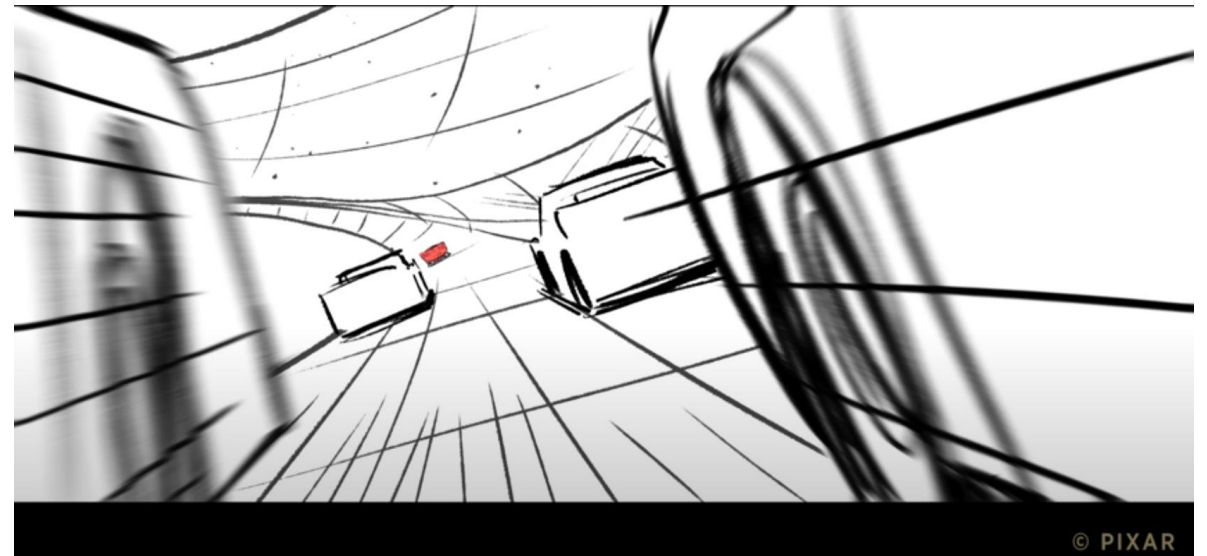
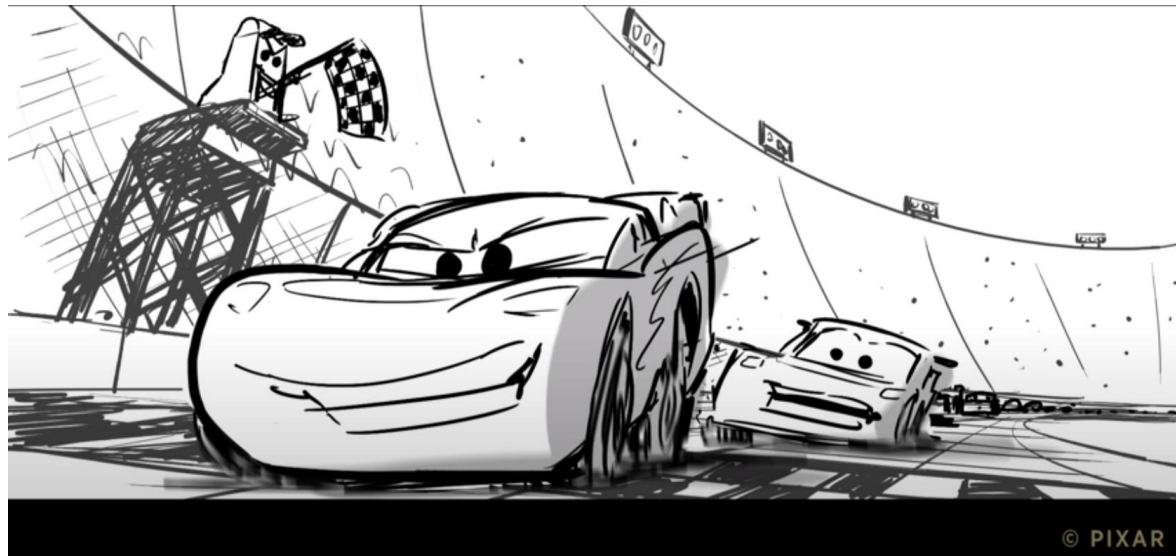
É importante não ser demasiado detalhado

Uma história com princípio, meio e fim pode apenas ter 3 quadros

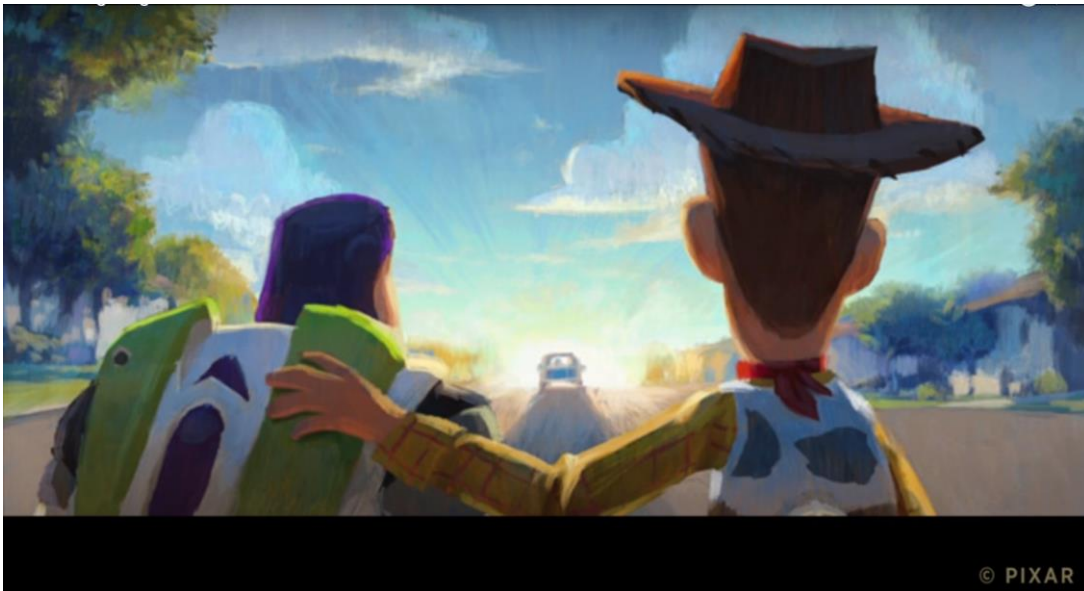
Se for mais complexa, com conflito, disputa, resolução então o número pode aumentar, mas deve-se evitar usar mais de 20 quadros.

Dividir a história maior em Actos e fazer quatro quadros por Acto pode ser uma boa aproximação

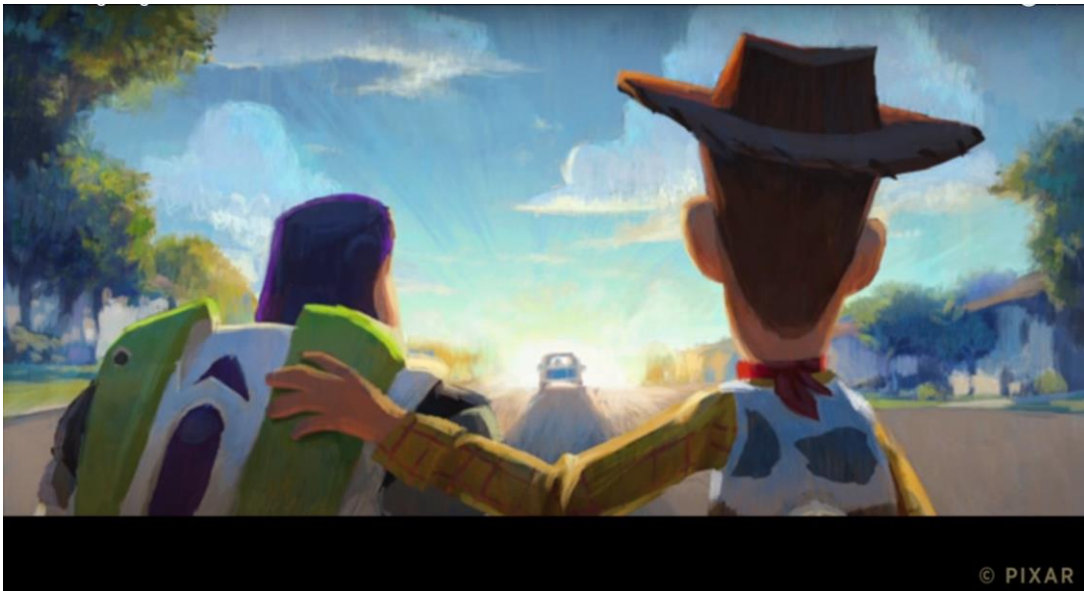
COMO DEFINIR A ILUMINAÇÃO?



COMO DEFINIR A ILUMINAÇÃO?



COMO DEFINIR A ILUMINAÇÃO?

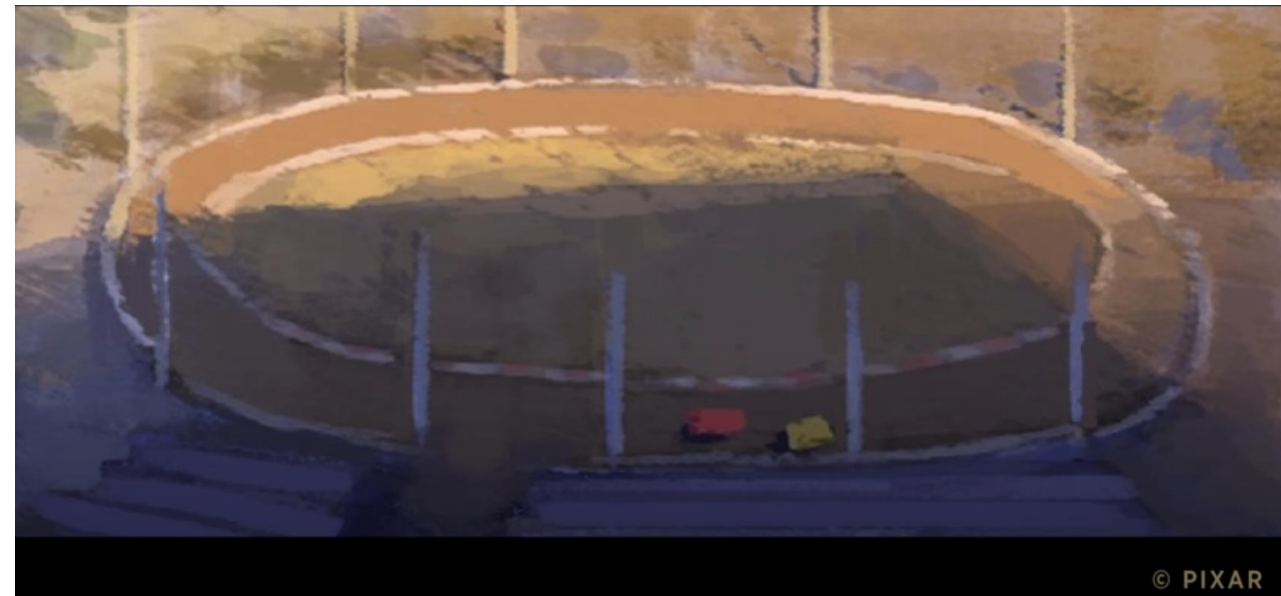


Color Key

AMBIENTE GLOBAL

Escolhem-se planos amplos que permitam mostrar o máximo de ambiente possível.

Desta forma obtém-se os traços gerais do design de iluminação.



AMBIENTE GLOBAL

Da mesma forma, podem-se pintar um grande plano dos personagens para ajudar a mostrar como eles se portarão na cena.



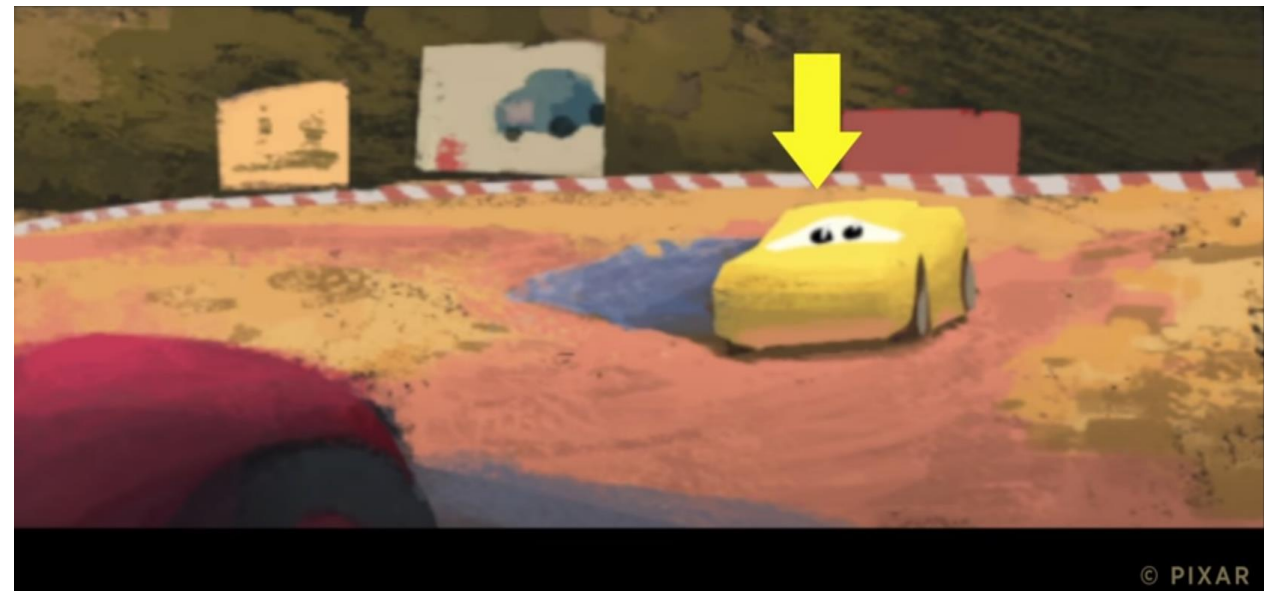
AMBIENTE GLOBAL

McQueen aparece na sombra porque perdeu e percebe que nunca vencerá Storm.

A luz do sol é quente no chão, as sombras são frias, e as árvores atrás de Cruz têm um aspeto sombrio.

São sugestões que a “Color Key” transmite de que a sequência se passa de manhã cedo.

Cruz está a celebrar (aparece na luz) porque venceu McQueen.



ILUMINAÇÃO

Assim que se chega a acordo nas diferentes *color keys*, começa o processo de Iluminação:

Master Lighting – Iluminação principal

Shot Lighting – Iluminação de cena

ILUMINAÇÃO PRINCIPAL

Onde se definem as luzes para toda a cena.

Posição das luzes

Direção das luzes

Hora do dia

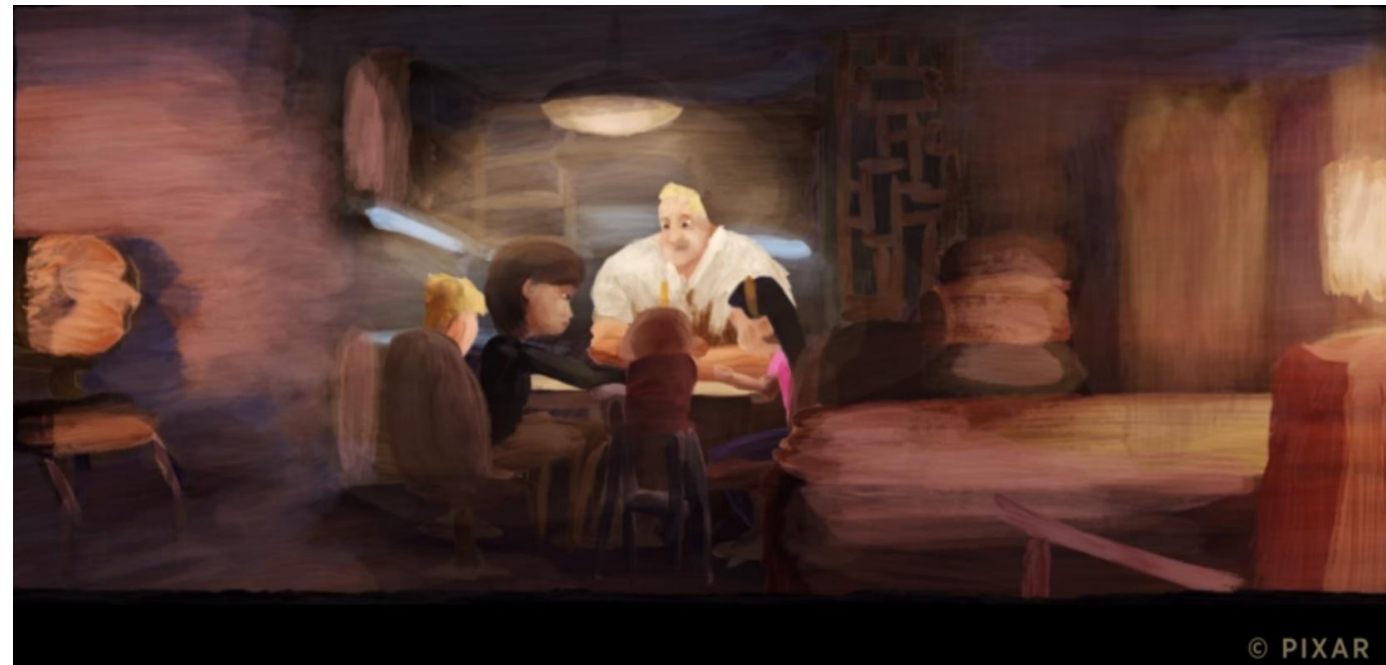
Cor

Intensidade das luzes



ILUMINAÇÃO PRINCIPAL - EXERCÍCIO

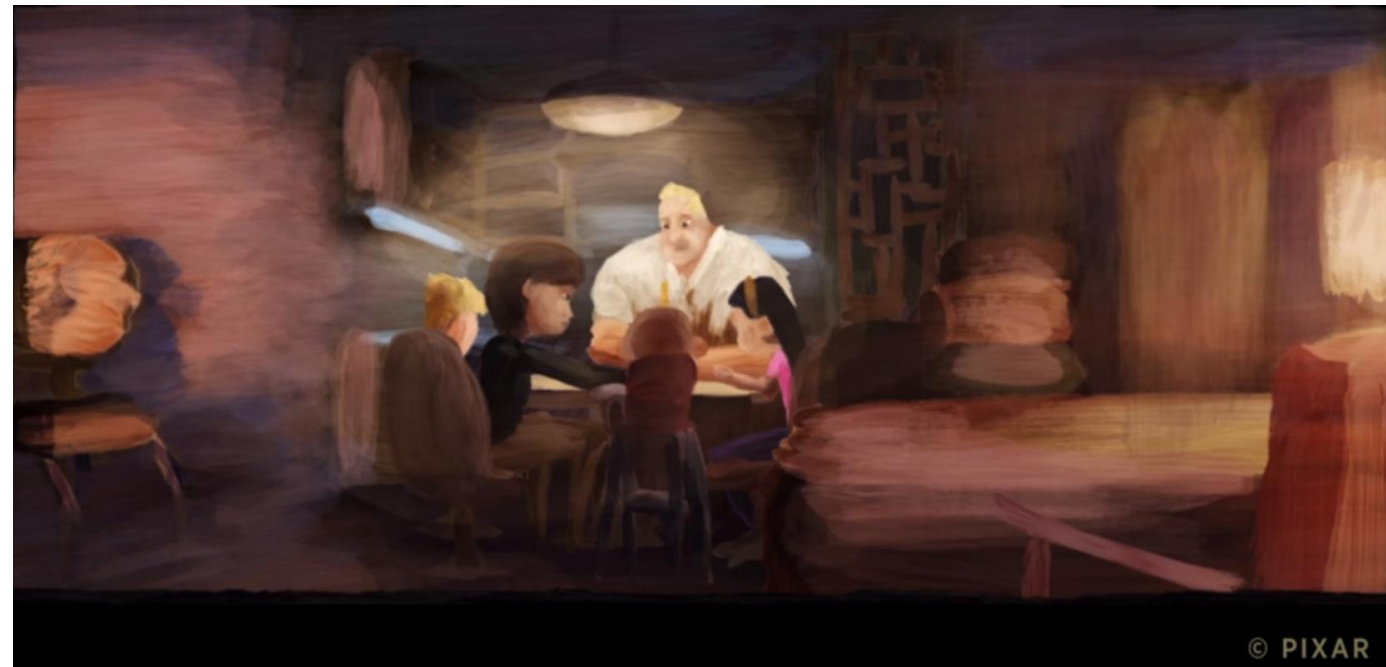
Qual a luz a fazer primeiro?



ILUMINAÇÃO PRINCIPAL - EXERCÍCIO

Qual a luz a fazer primeiro?

Neste jantar em família, o centro de atenção é a mesa de jantar no meio da sala, e grande parte da sala caí na escuridão.



ILUMINAÇÃO PRINCIPAL - EXERCÍCIO

A luz principal é a luz que paira sobre a mesa, e naturalmente, haverá alguma luz refletida saindo da mesa.

Neste caso, a mesa é branca, e a reflexão transmite um pouco mais de força em todos os personagens.



ILUMINAÇÃO PRINCIPAL - EXERCÍCIO



ILUMINAÇÃO DE CENA

Onde se ajusta a iluminação para cada cena individual.



ILUMINAÇÃO DE CENA

Na iluminação de cena, ajustam-se as luzes para apoiar cada uma das cenas.

Um dos objetivos da iluminação de cena é direcionar a atenção do espectador, para levá-lo a olhar para onde se pretende.

Muitas vezes, uma cena terá muitas coisas a acontecer que podem distrair a atenção do público.

OBJETIVOS DA ILUMINAÇÃO DE CENA

1. Direcionar a atenção do espectador
2. Fazer as cenas trabalhar em conjunto
3. Tornar os personagens interessantes

DIRECIONAR A ATENÇÃO DO ESPECTADOR

Em cenas onde há muita coisa a acontecer, pode-se perder a atenção do público.



DIRECIONAR A ATENÇÃO DO ESPECTADOR

Iluminação Principal



Iluminação de cena



DIRECIONAR A ATENÇÃO DO ESPECTADOR

Iluminação Principal



Iluminação de cena



DIRECIONAR A ATENÇÃO DO ESPECTADOR

Iluminação Principal



Iluminação de cena



DIRECIONAR A ATENÇÃO DO ESPECTADOR

Iluminação Principal

Iluminação de cena



DIRECIONAR A ATENÇÃO DO ESPECTADOR

Iluminação Principal



Iluminação de cena



DIRECIONAR A ATENÇÃO DO ESPECTADOR

Iluminação Principal

Iluminação de cena



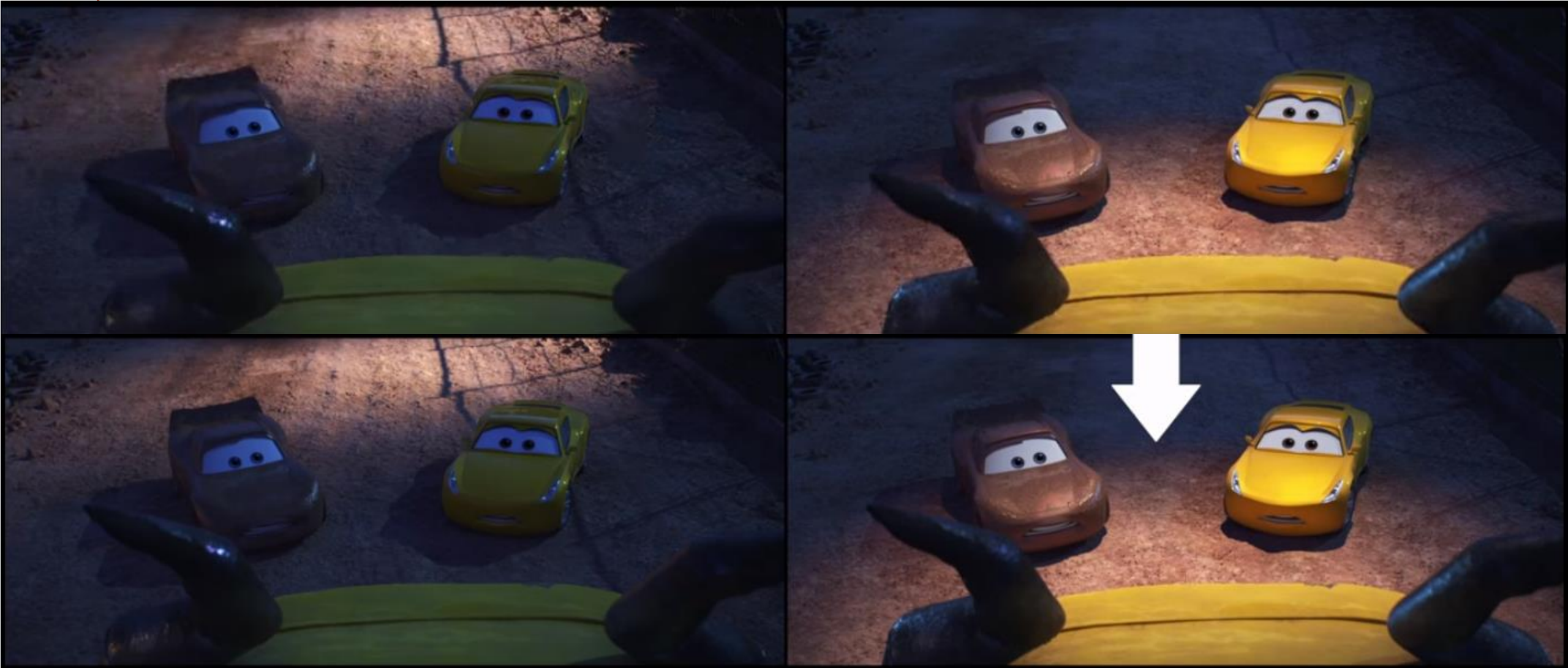
OBJETIVOS DA ILUMINAÇÃO DE CENA

1. Direcionar a atenção do espectador
2. **Fazer as cenas trabalhar em conjunto**
3. Tornar os personagens interessantes

FAZER AS CENAS TRABALHAR EM CONJUNTO



FAZER AS CENAS TRABALHAR EM CONJUNTO



OBJETIVOS DA ILUMINAÇÃO DE CENA

1. Direcionar a atenção do espectador
2. Fazer as cenas trabalhar em conjunto
3. **Tornar os personagens interessantes**

TORNAR OS PERSONAGENS INTERESSANTES

Iluminação Principal

Iluminação de cena



