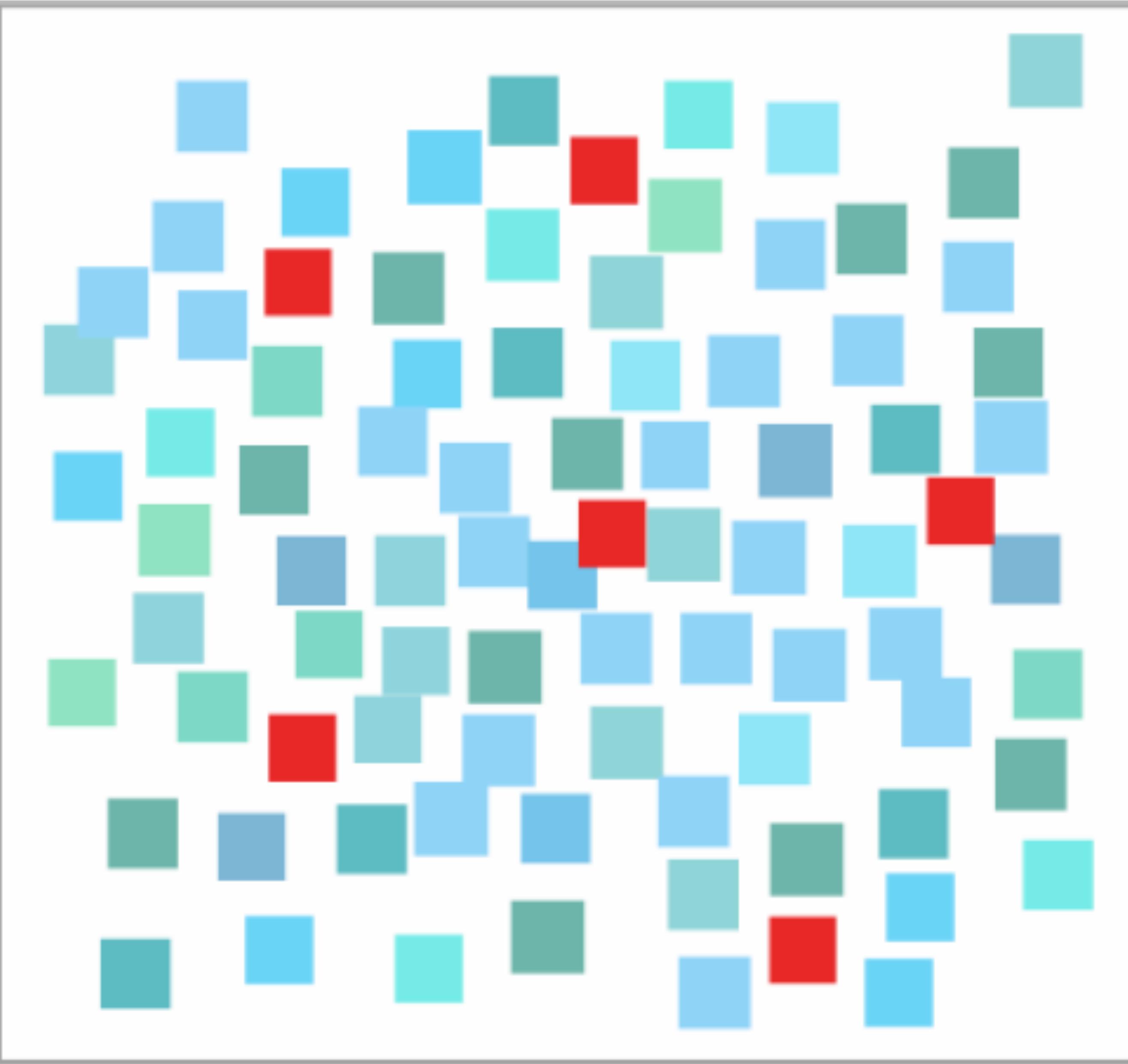
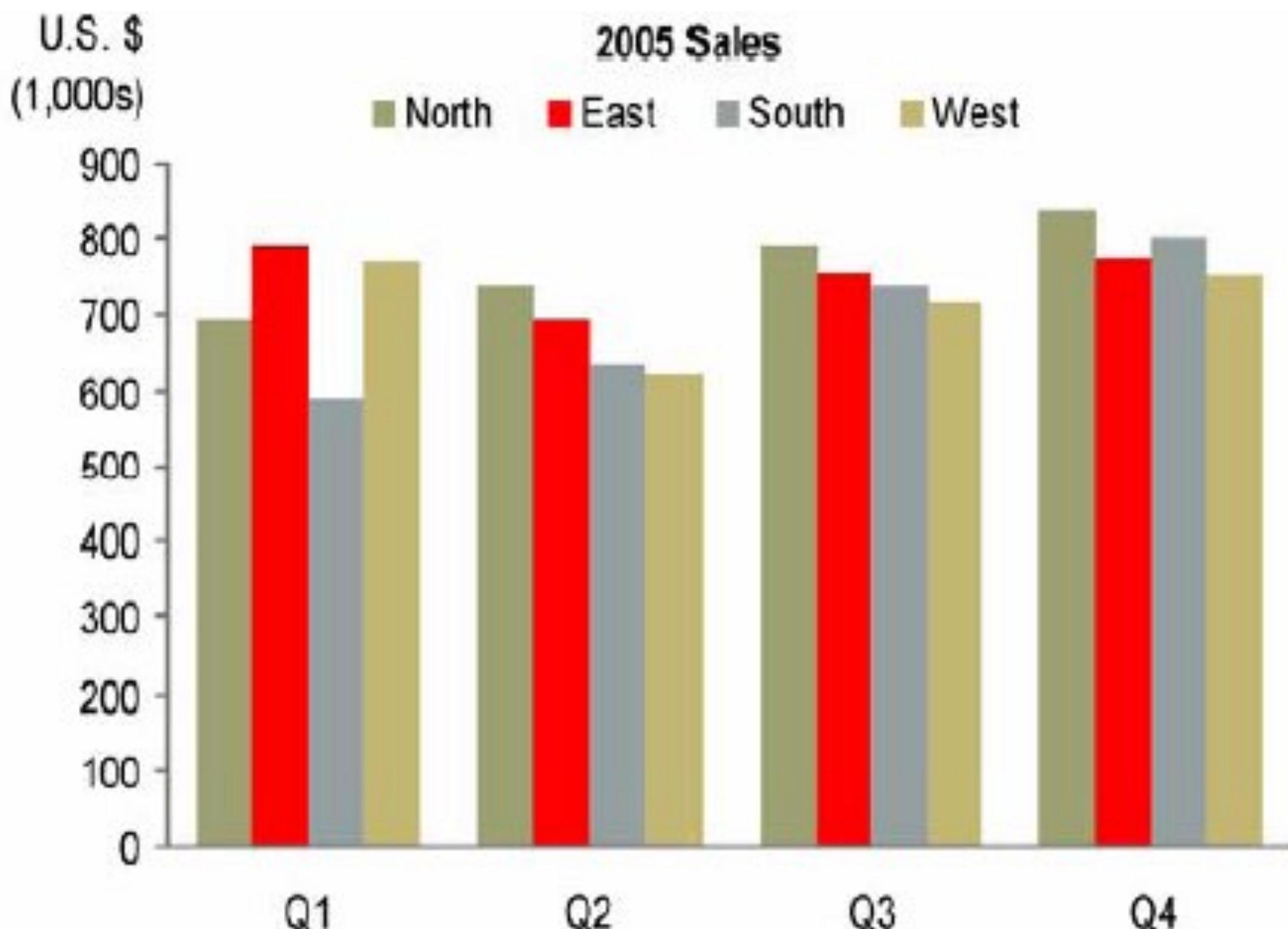
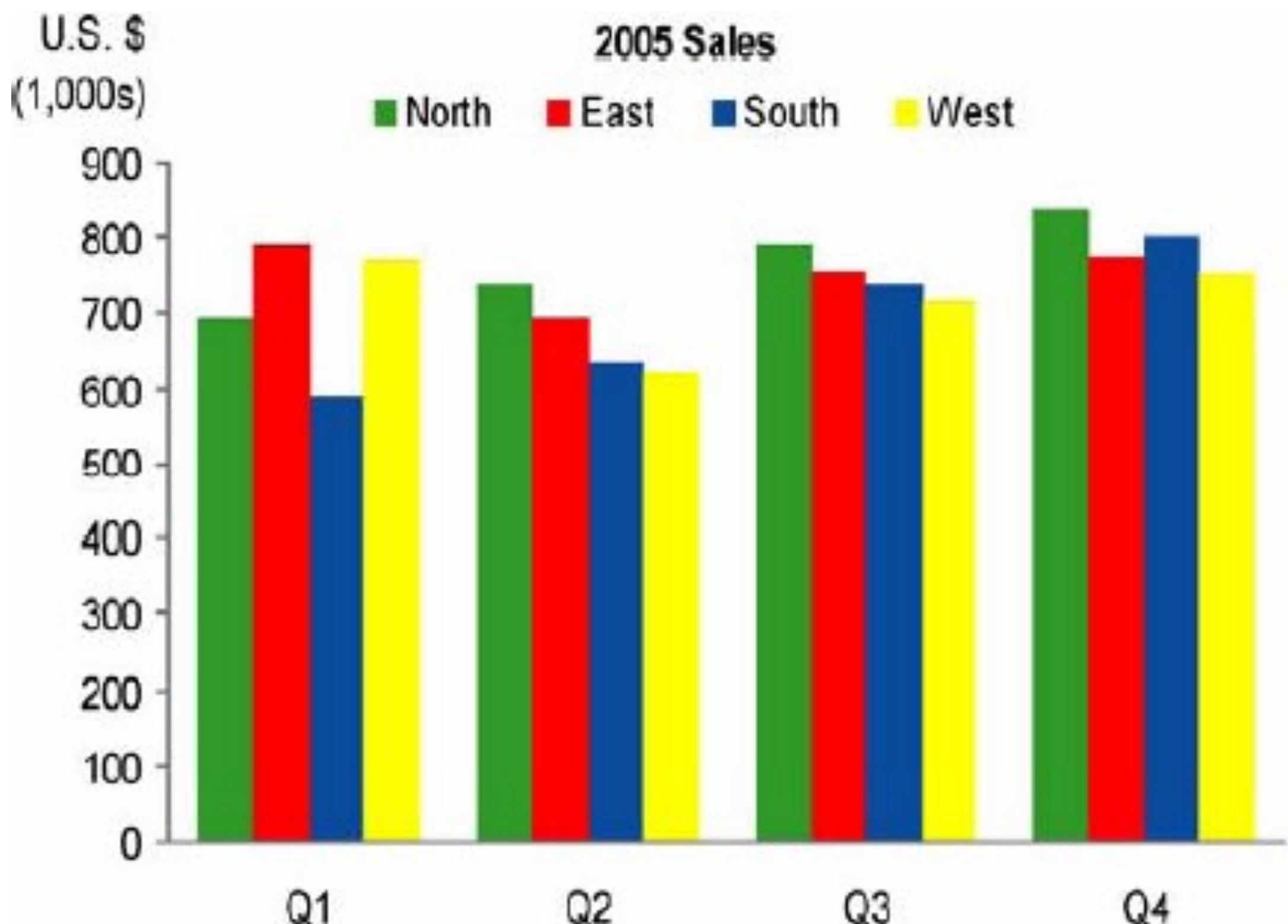




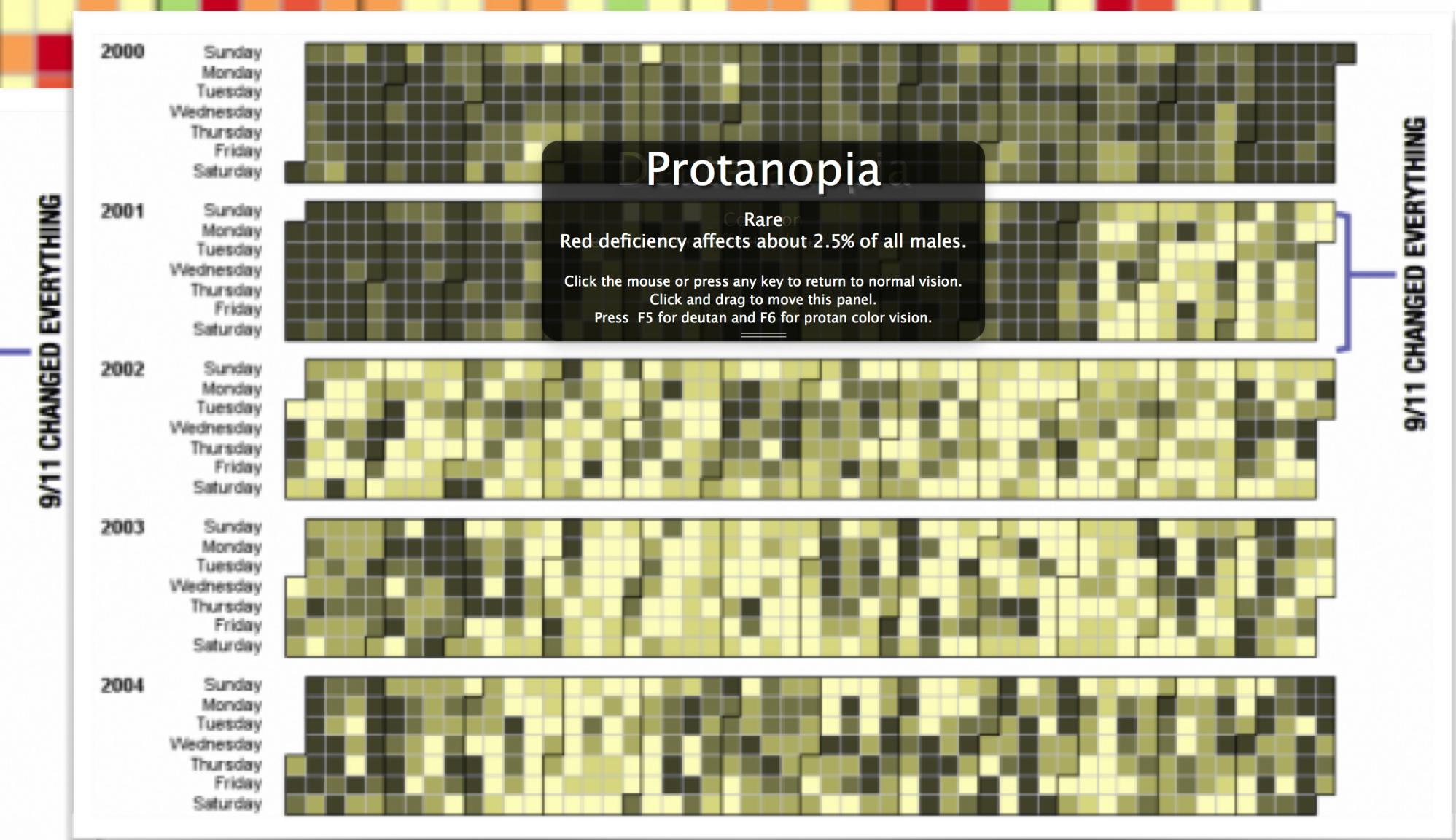
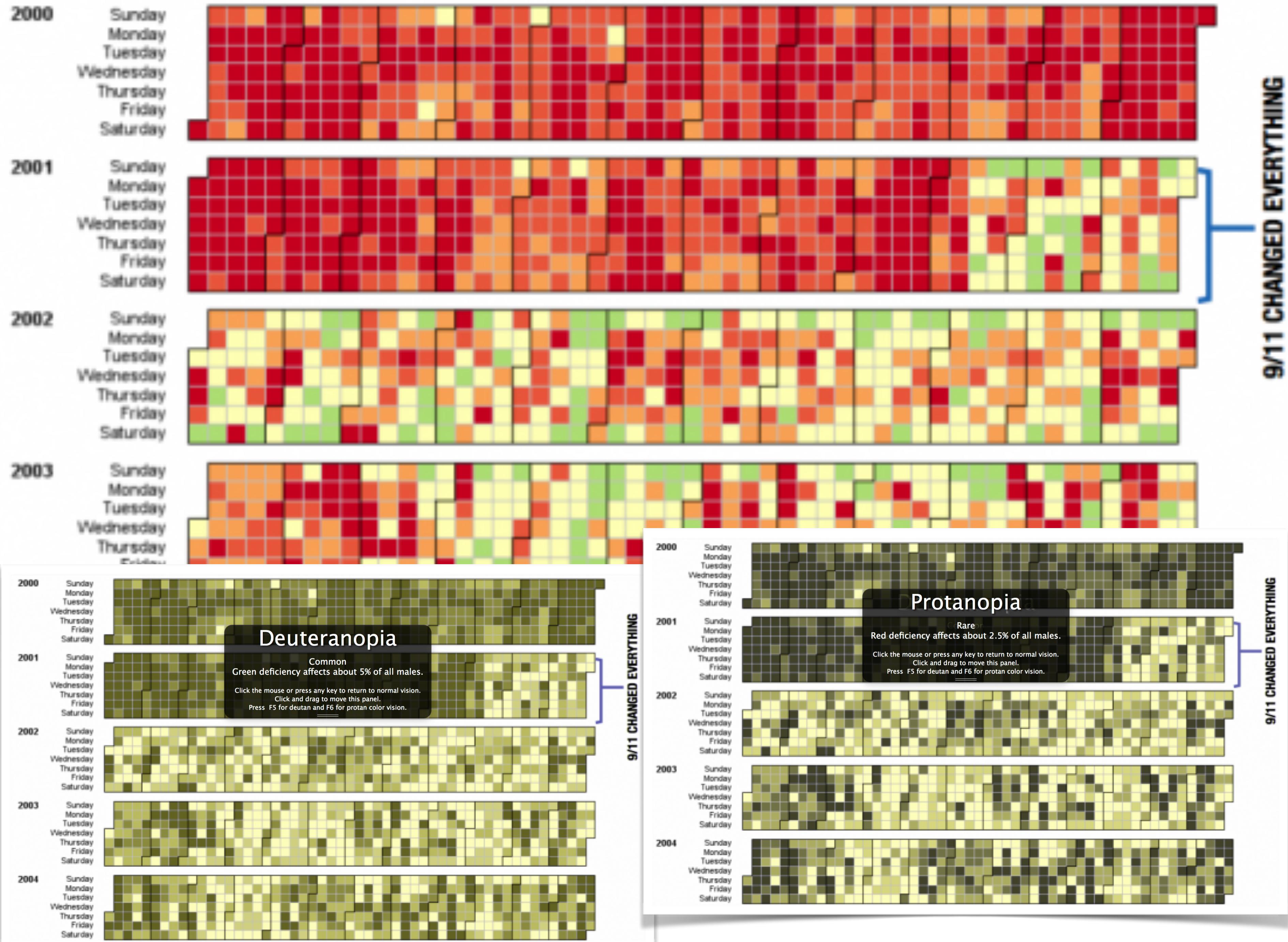
**CORES**







**Figure 2:** The East region clearly stands out in the graph on the right but not in the one on the left, despite the fact that it is the same color on both.



# USOS DA COR

---

- Rotulação
- Representação de quantidades
- Imitação da realidade
- Decoração

E. Tufte

em *Envisioning information*, 1990

# O QUE É A COR

---

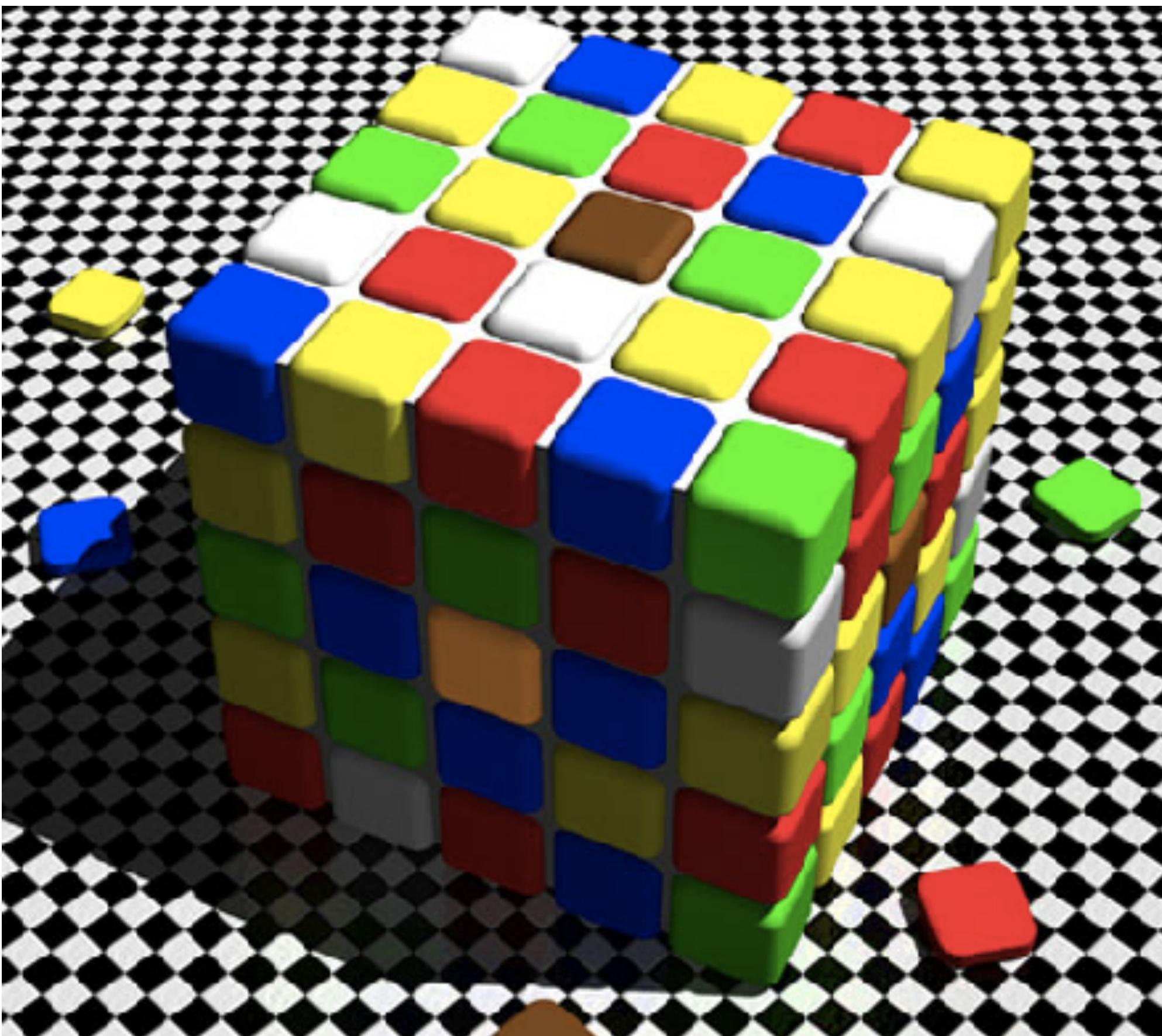
- A palavra cor, como usada na fala quotidiana, tem muitos significados diferentes.

R.M. Evans

em *An introduction to color*, Wiley, 1948

# O QUE É A COR

---



- Uma propriedade de materiais
- Uma propriedade da luz

# O QUE É A COR

---

- Indeed, rays, properly expressed, are not coloured.

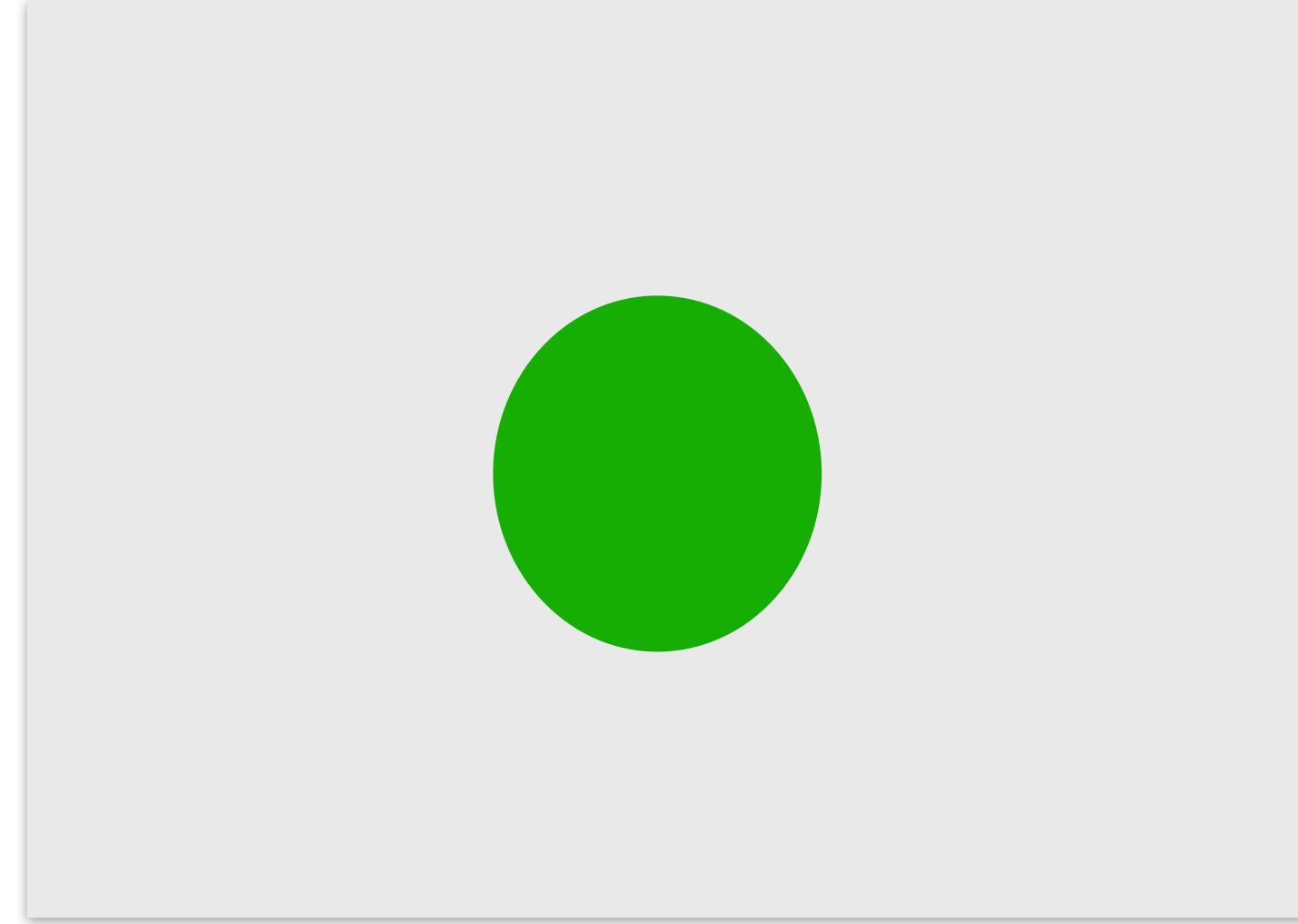
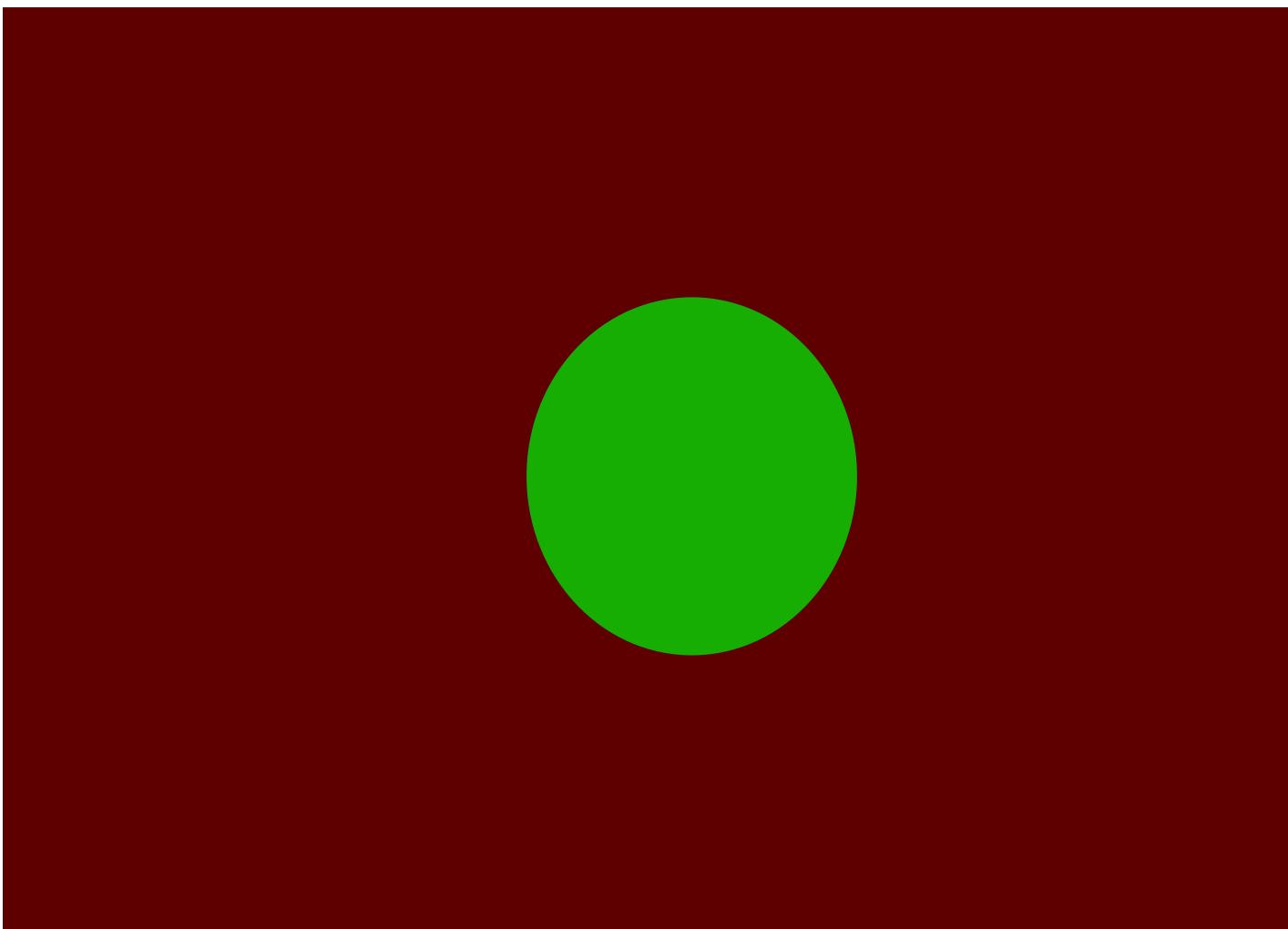
Isaac Newton

em *Optiks*, 1740

# O QUE É A COR

---

- Dois tecidos diferentes têm a mesma cor em uma iluminação e não em outra
- Uma pintura da mesma cor em dois papéis diferentes (contraste simultâneo)



# O QUE É A COR

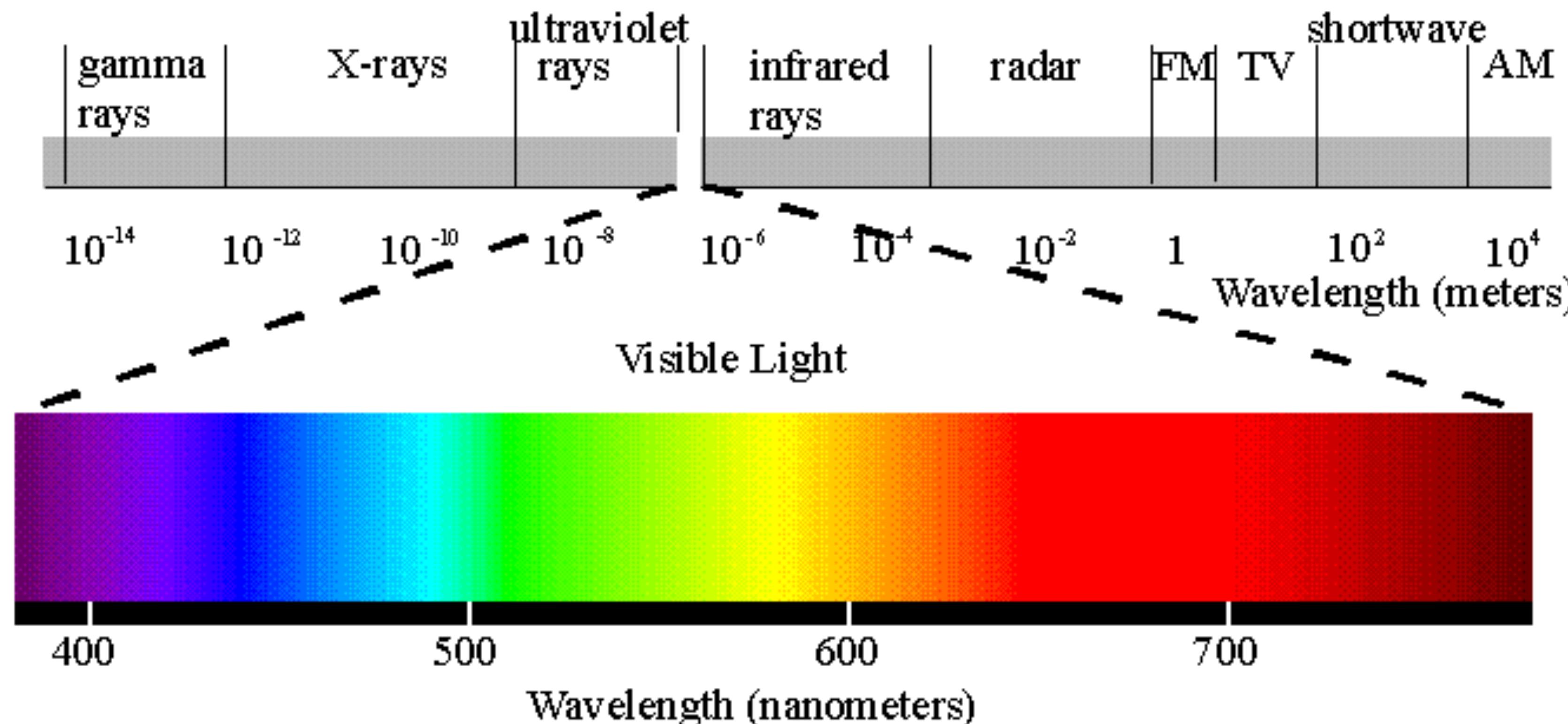
---

- Nossa percepção de cores deriva de uma interação entre a física dos raios de luz e o sistema visual
- Estímulo da cor: luz que chega à retina
- Resposta à cor: percepção da cor

# O QUE É A COR

---

- Todas as definições dadas até agora relacionam-se à percepção
- Luz é uma forma de energia eletromagnética



# EXERCÍCIO

---

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

# EXERCÍCIO

---

1. Escolha nomes para cada uma das cores apresentadas.
2. Escolha, no máximo 4 palavras, com os principais significados que cada cor tem para você.
3. Escolha dentre o conjunto de cores apresentado as 6 cores mais distintas que você encontrar.
4. Ordene os seguintes conjuntos de cores: {G, R, Q, E}, {D, E, H, R, Q, G} e {M, L, K}.
5. Qual (is) dentre o conjunto de cores apresentado você usaria como cor de fundo de uma visualização ou um slide?
6. Qual (is) dentre o conjunto de cores apresentado você usaria para dar destaque para um objeto visual importante?
7. Na sua opinião, qual o par de cores mais contrastantes?
8. Qual (is) dentre o conjunto de cores apresentado você usaria para representar pequenas quantidades?
9. Qual (is) dentre o conjunto de cores apresentado você usaria para representar grandes quantidades?
10. Qual(is) cor(es) você usaria para representar o valor 0 em uma escala quantitativa?

A

terra  
marrom  
escuro

---

chocolate  
claro  
verde  
escuro

B

marrom

C

khaki folha-seca  
esverdeado  
**verde**  
claro musgo  
oliva

*D*

**ROXO**

E

turquesa

piscina

azul

L

azul

celeste  
real

royal

marinho

escuro

azul

M

laranja

rosa  
pink

F

G

vermelho  
marrom  
amendoim  
amarromzado  
tijolo  
grená  
bonina  
escuro  
vermelho  
vinho

N

*H*

**cinza**

**água  
verde**

**claro**

**preto**

*I*

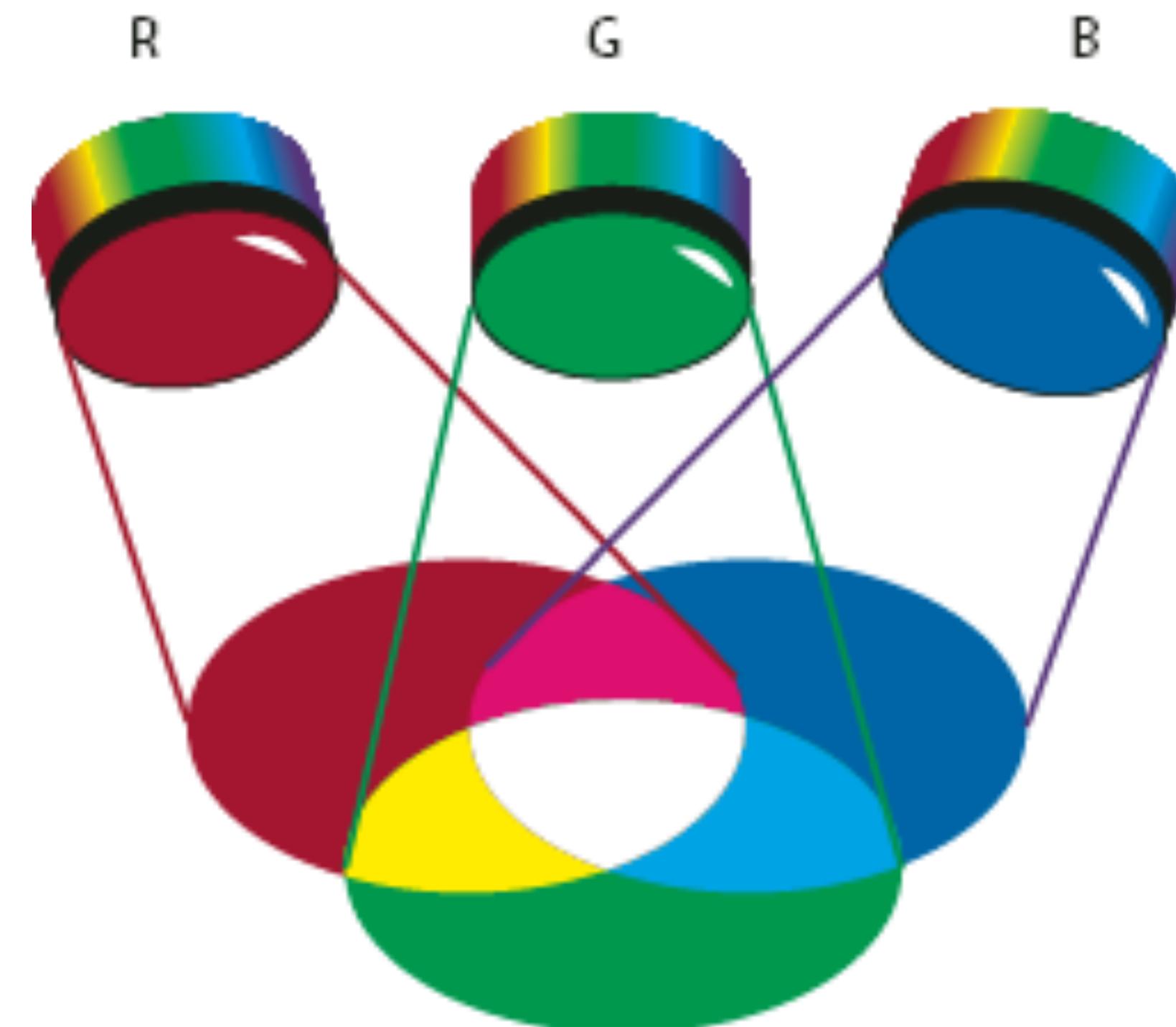
**PRETO    GRAFITE  
ESCURO    CINZA**

*J*

# MISTURA ADITIVA DE CORES

---

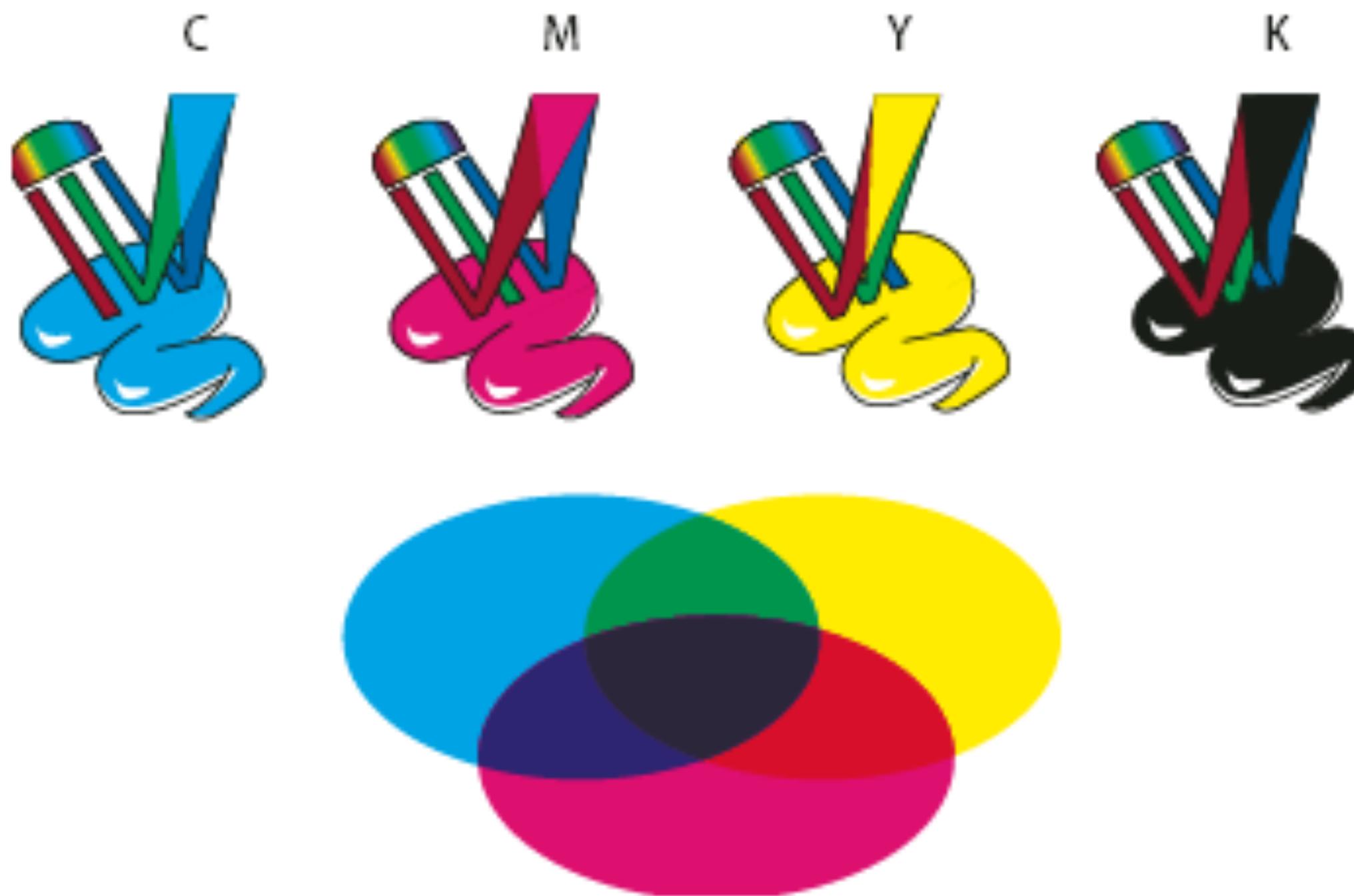
- Luzes de diferentes cores de duas ou mais fontes se misturam antes de alcançar os olhos
- Cores complementares são aquelas que somam branco (nas intensidades corretas)



# MISTURA SUBTRATIVA DE CORES

---

- Luz de uma fonte incide sobre dois ou mais corantes e luzes de diferentes comprimentos de onda são absorvidas produzindo uma cor diferente
- Sistema CMYK

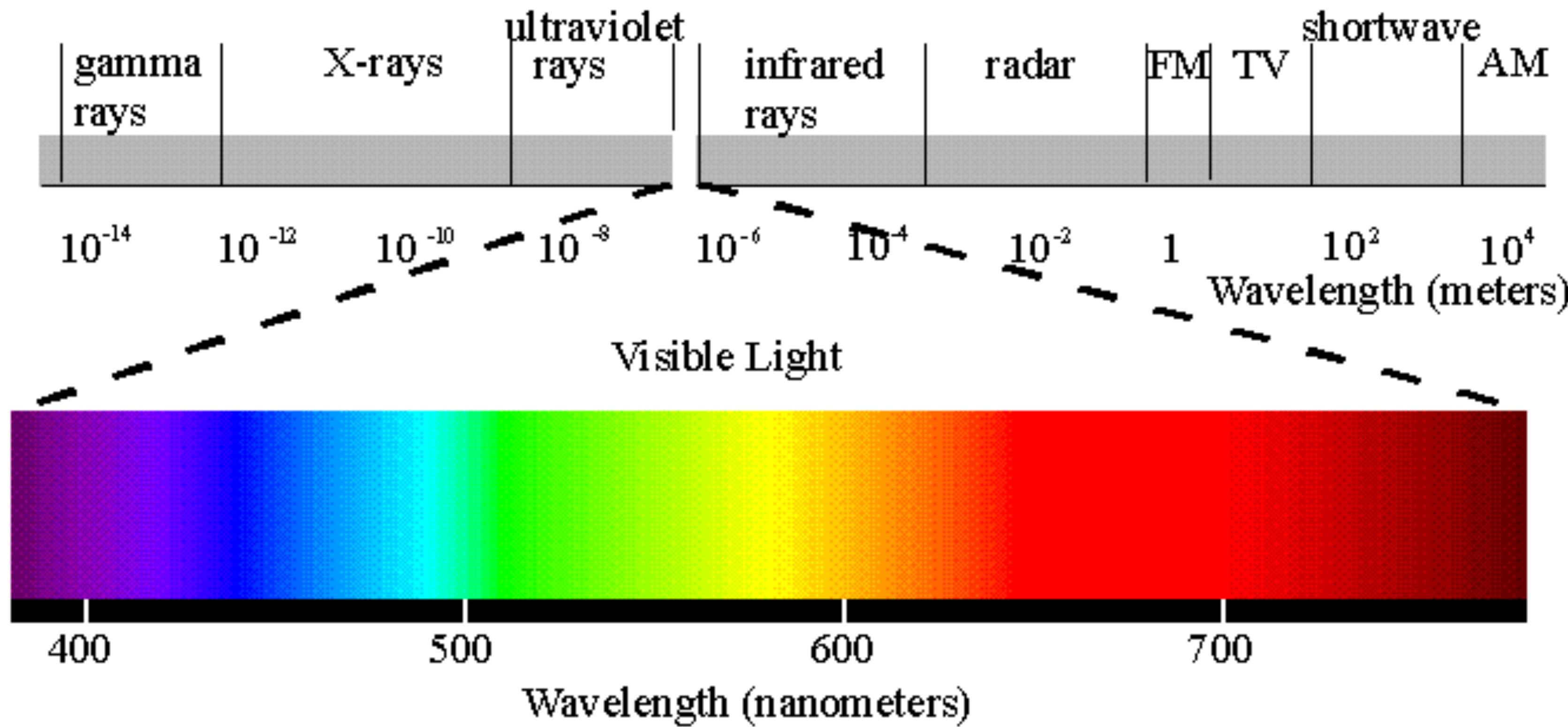


# O SISTEMA DE PERCEPÇÃO VISUAL

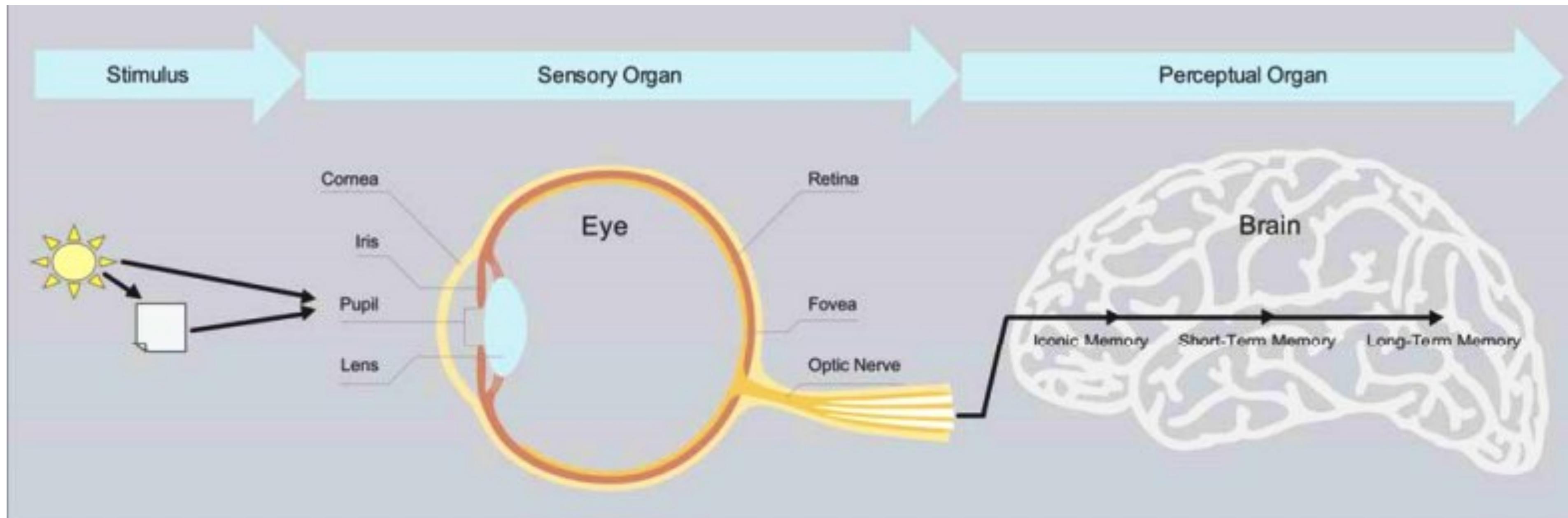
---

► Luz é uma forma de energia eletromagnética

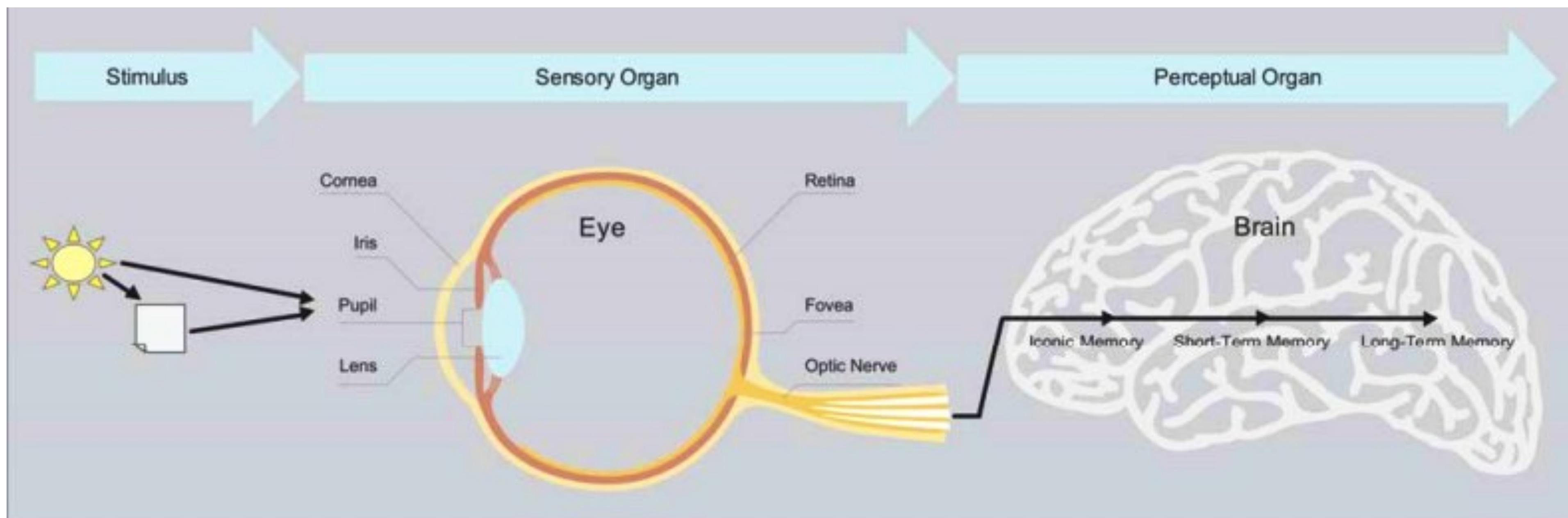
► Como percebemos as cores?



- Luz entra pelas pupilas, passa pelo cristalino e chega à retina
- Há várias camadas de células e conexões nervosas e membranas



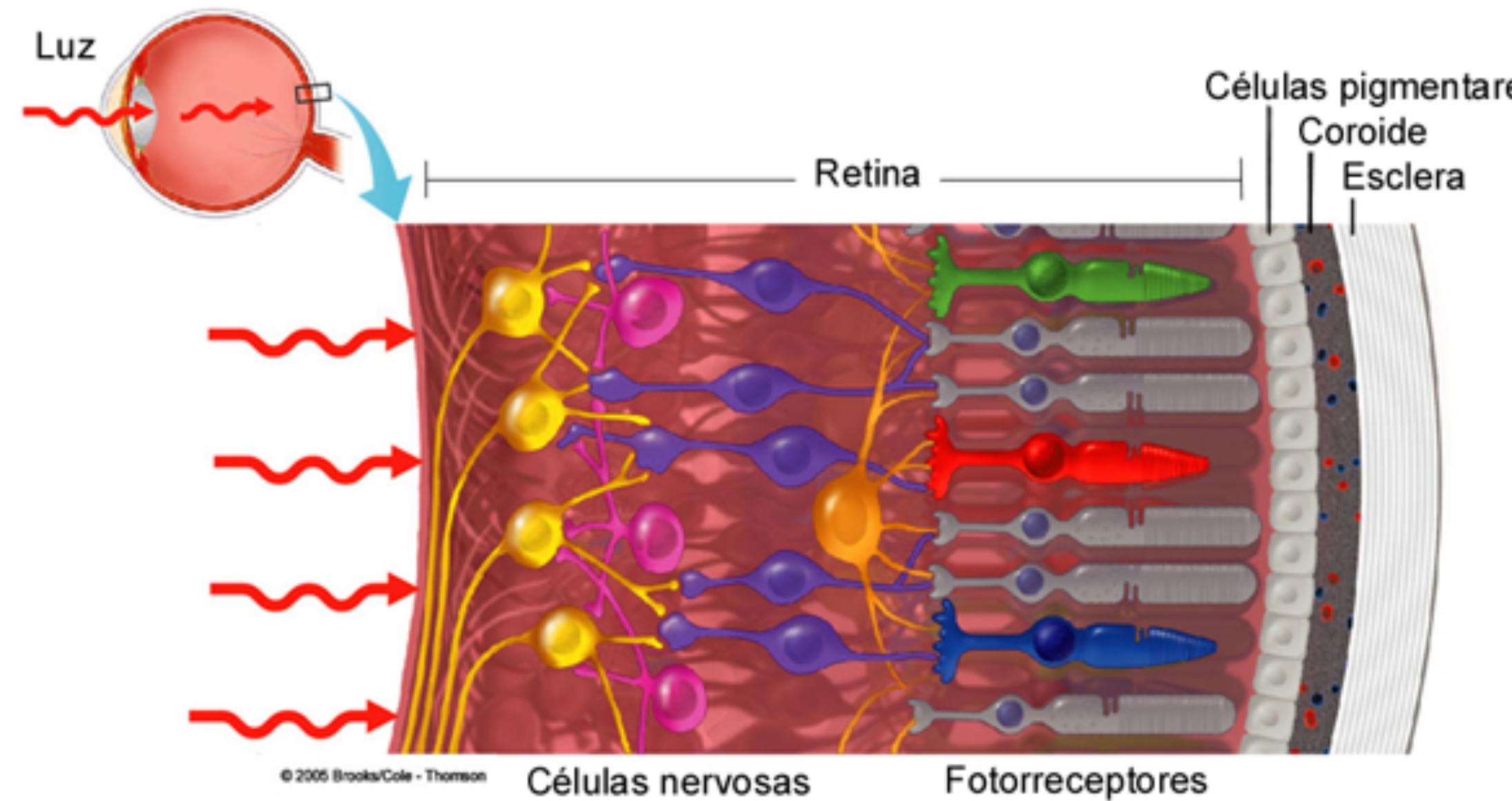
- Algumas camadas no interior, há os fotopigmentos (proteínas fotorreceptoras da retina)
- Pigmentos instáveis que sofrem uma transformação química quando absorvem luz
- Sinais são transmitidos ao cérebro



# PERCEPÇÃO DE CORES

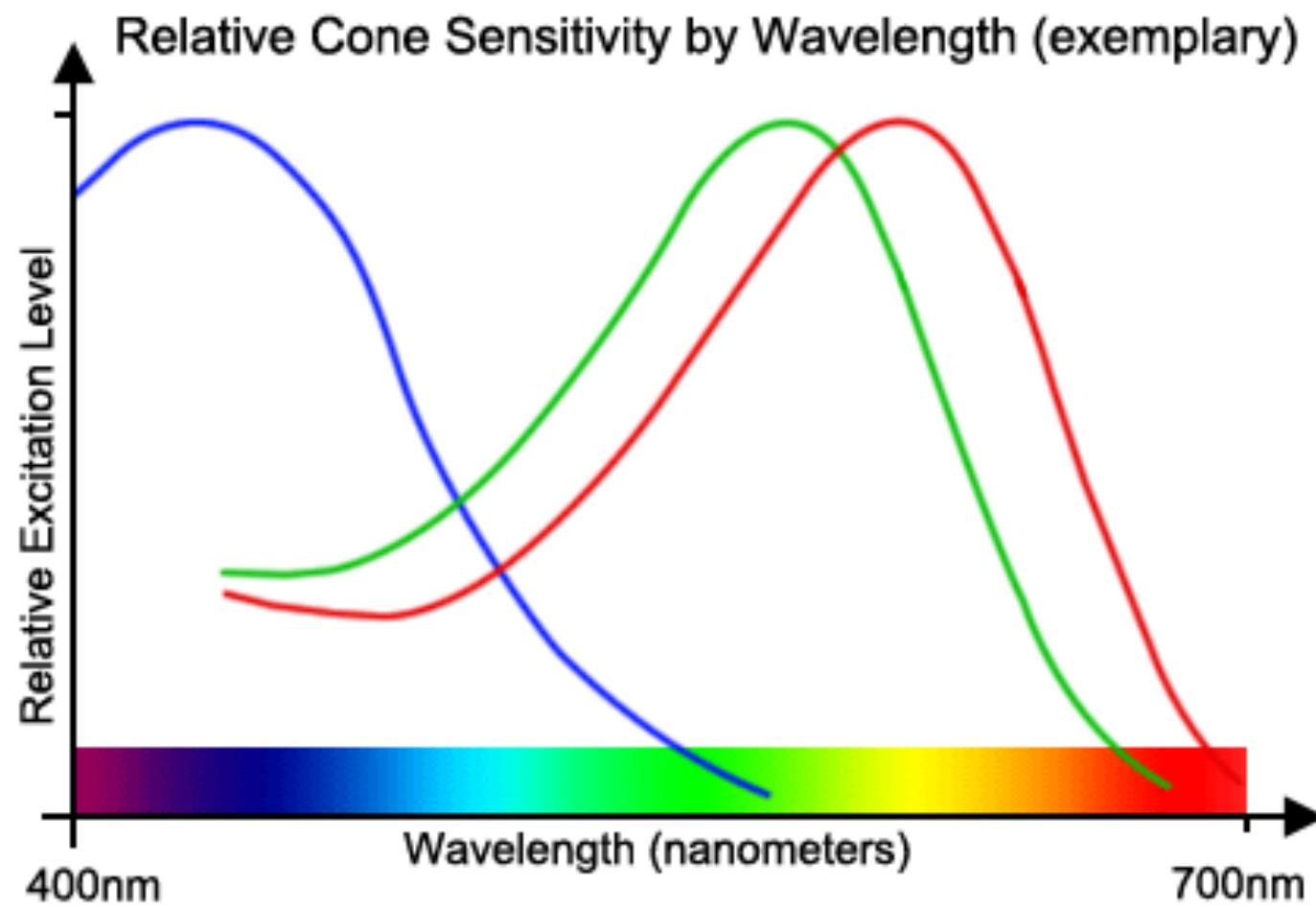
---

- Na retina, há dois tipos de receptores sensíveis a luz: cones e bastonetes
- **Bastonetes:** respondem à percepção de claro e escuro sendo altamente sensíveis
- **Cones:** percepção das cores. Há três tipos de cones (cada tipo sensível a um intervalo de comprimentos de onda) que, juntamente, são responsáveis pela percepção de todo espectro de cores

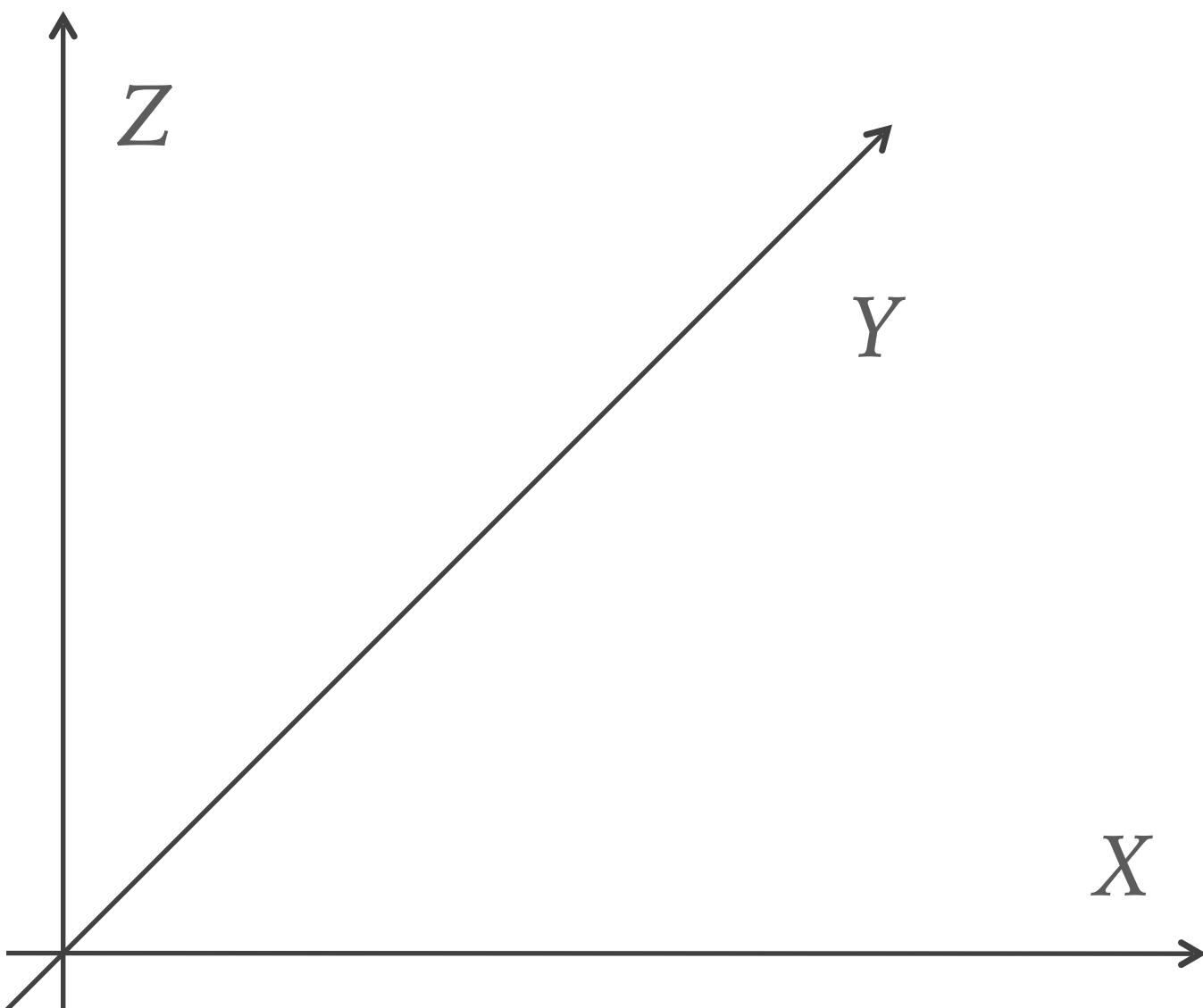


# TEORIA TRICROMÁTICA DA VISÃO

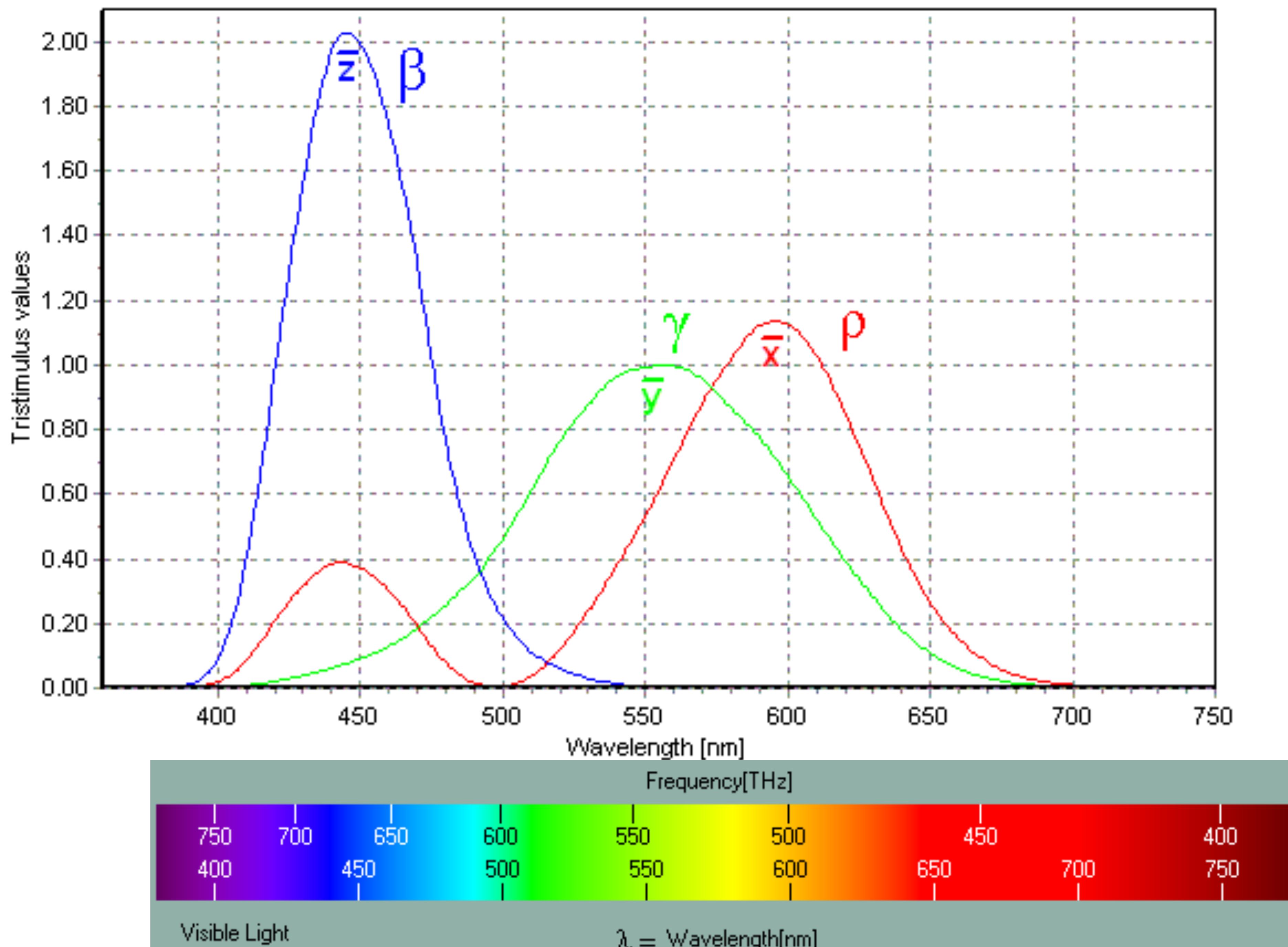
---



- Há 3 tipos de receptores (cones) que são especialmente sensíveis a determinados comprimentos de onda:
- Zona do vermelho (L)
- Zona do verde (M)
- Zona do azul (S)

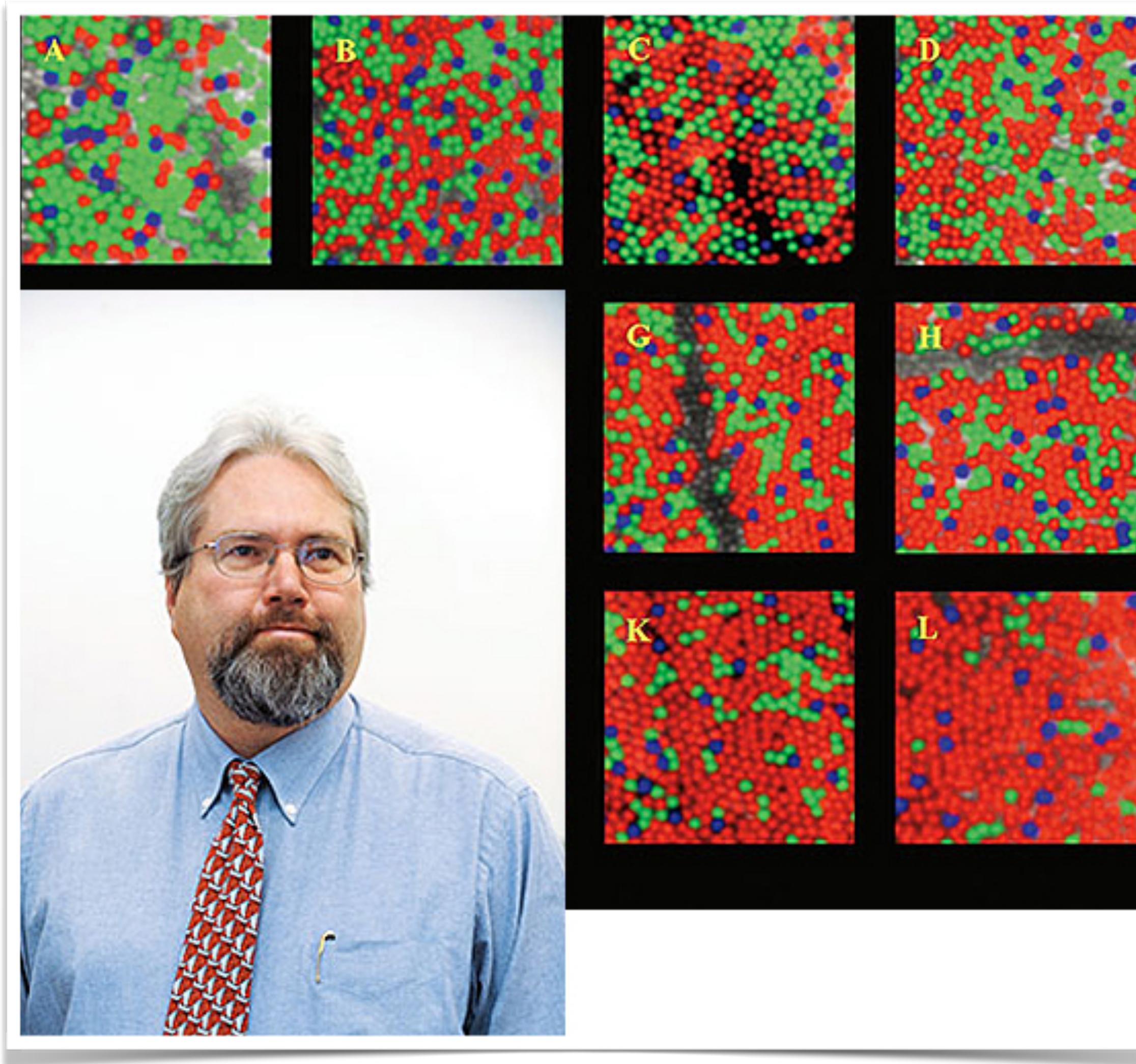


CIE 1964 Color Matching Functions (10-degree observer)



# ARRANJO DOS CONES NA RETINA

---



A. Roorda e D.R. Williams. The arrangement of the three cone receptors in the living human eye. *Nature*, 397: 520-522, 1999

A. Roorda, A.B. Metha, P. Lennie e D.R. Williams. Packing arrangement of the three cone classes in primate retina. *Vision Research*, 41(10-11):1291-1306, 2001

# ARRANJO DOS CONES NA RETINA

---

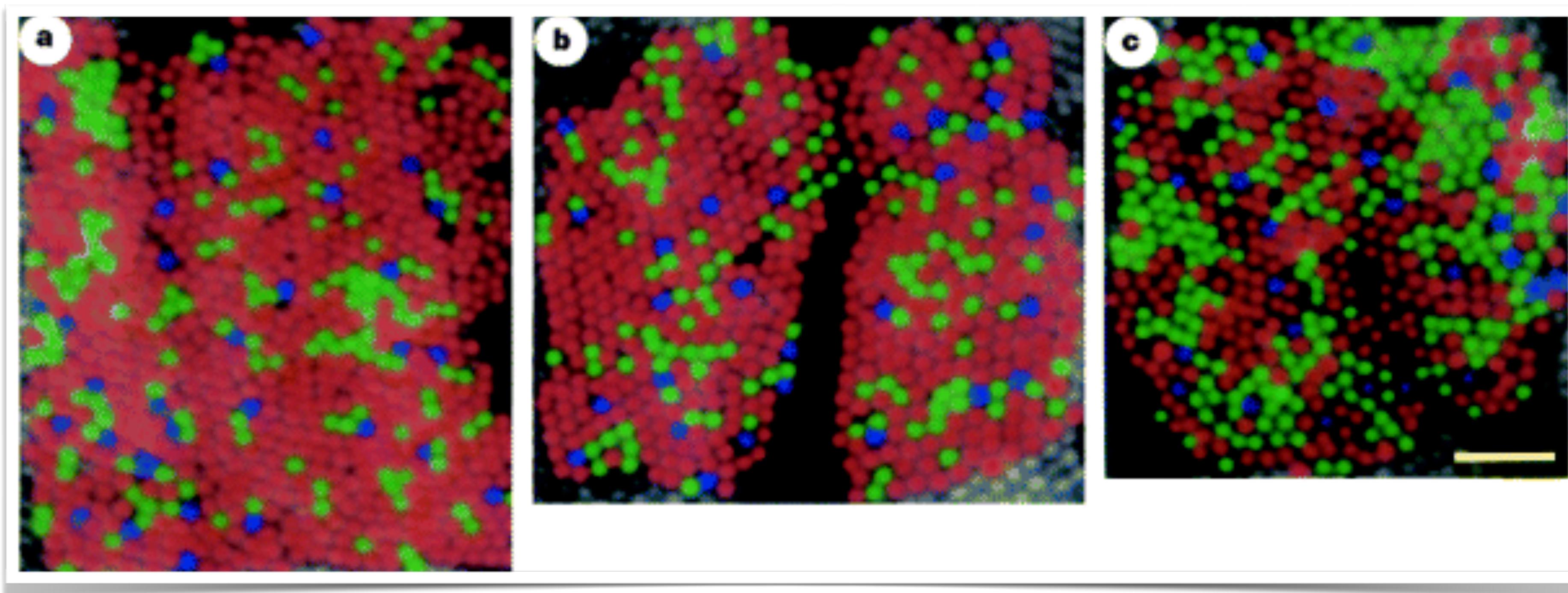


Imagen pseudo-colorida dos cones de dois indivíduos diferentes (a-b) e (c)

# ARRANJO DOS CONES NA RETINA

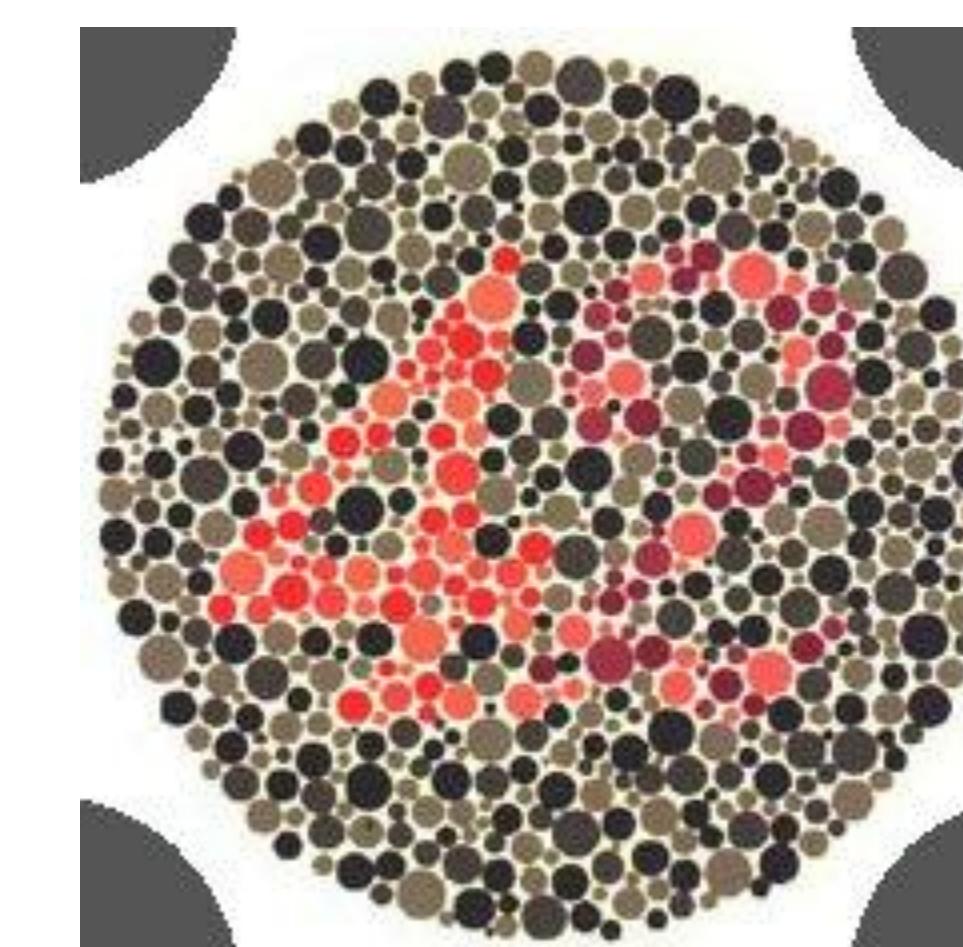
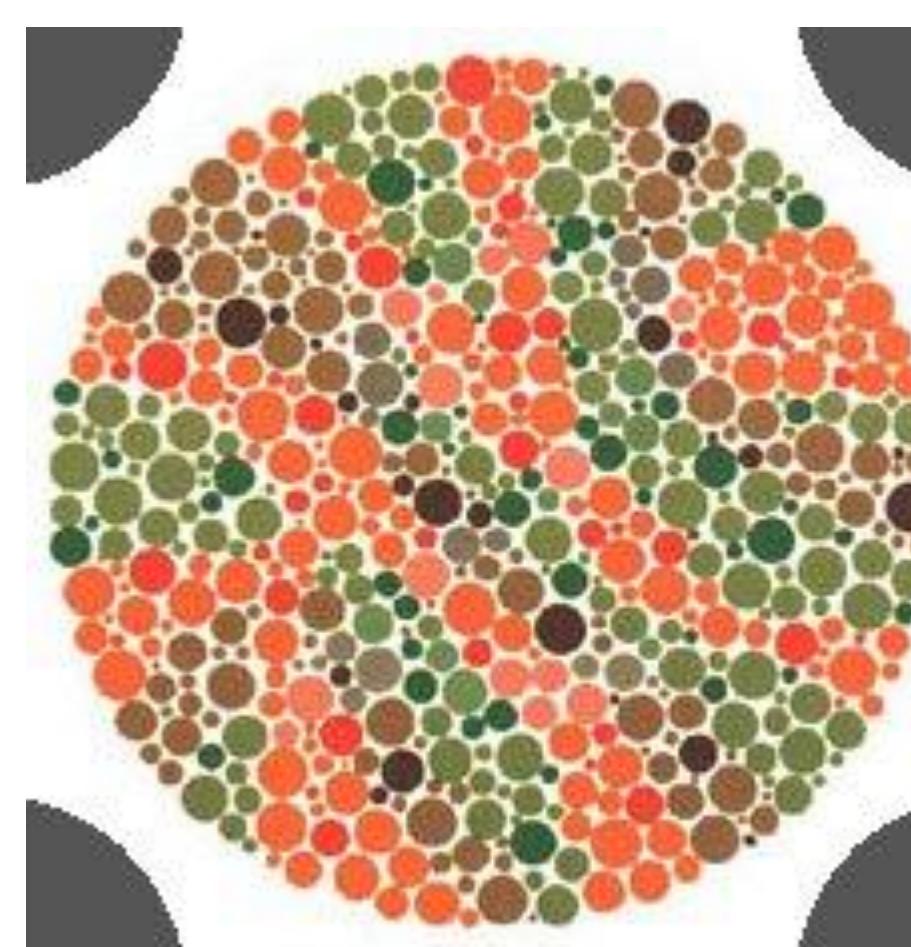
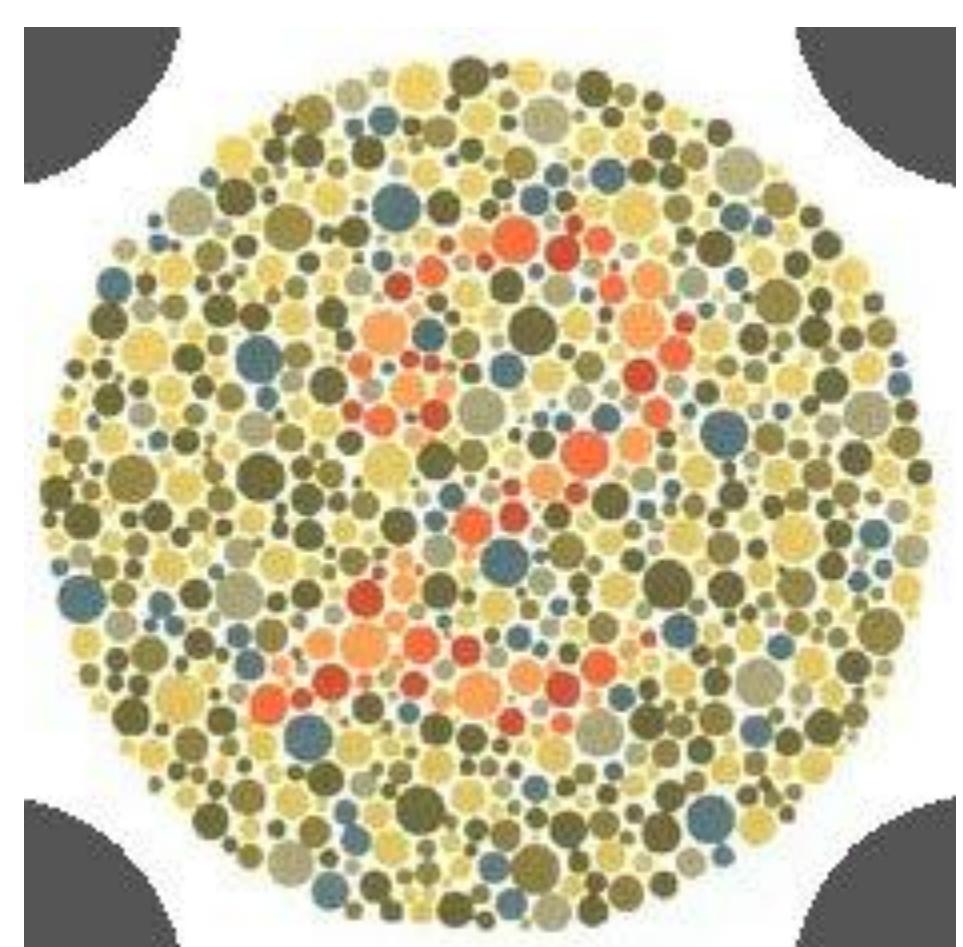
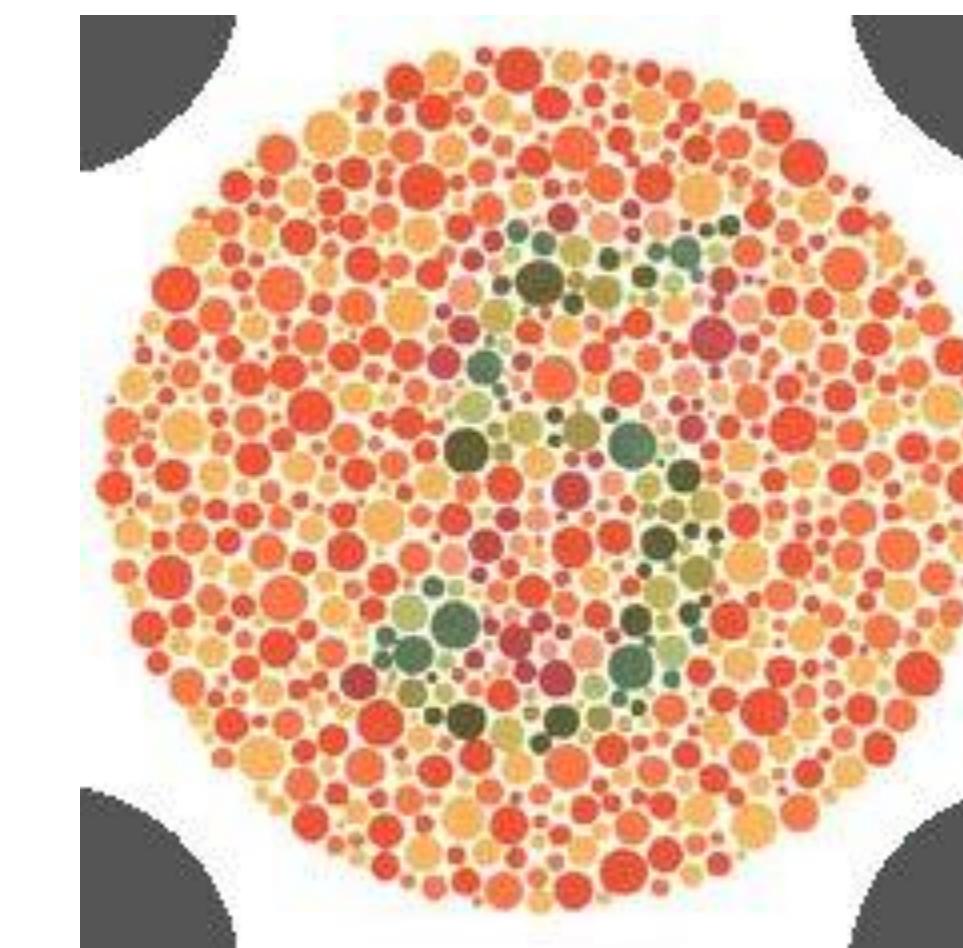
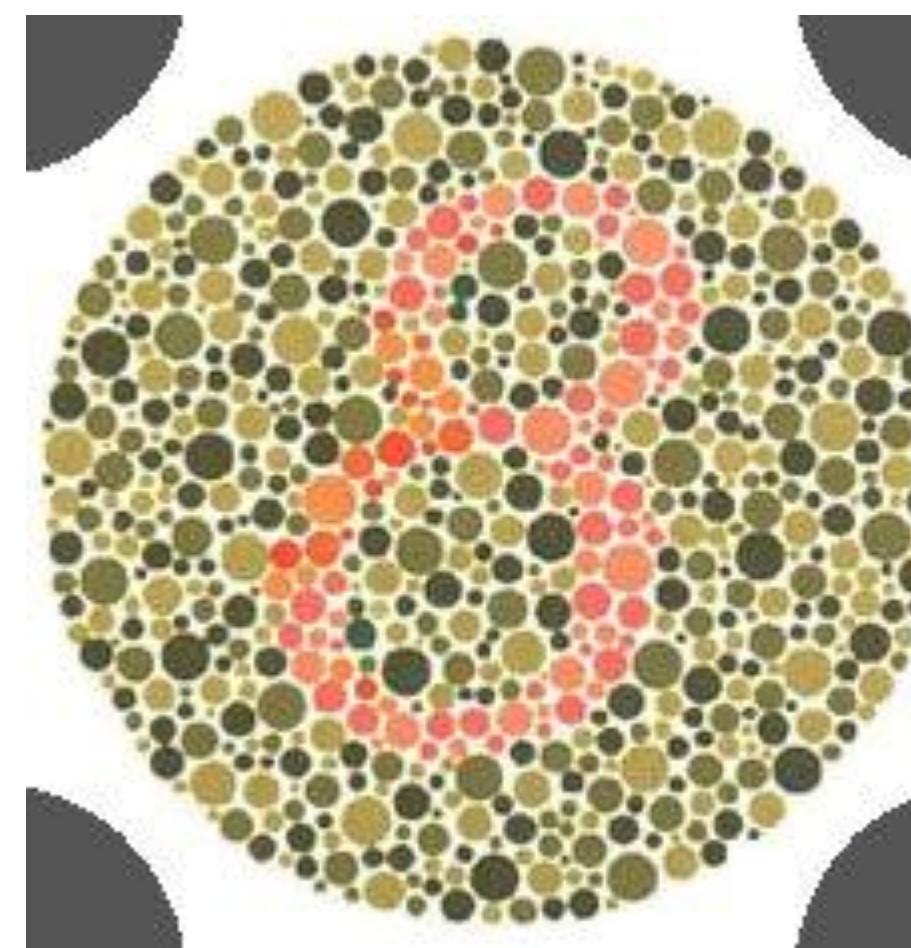
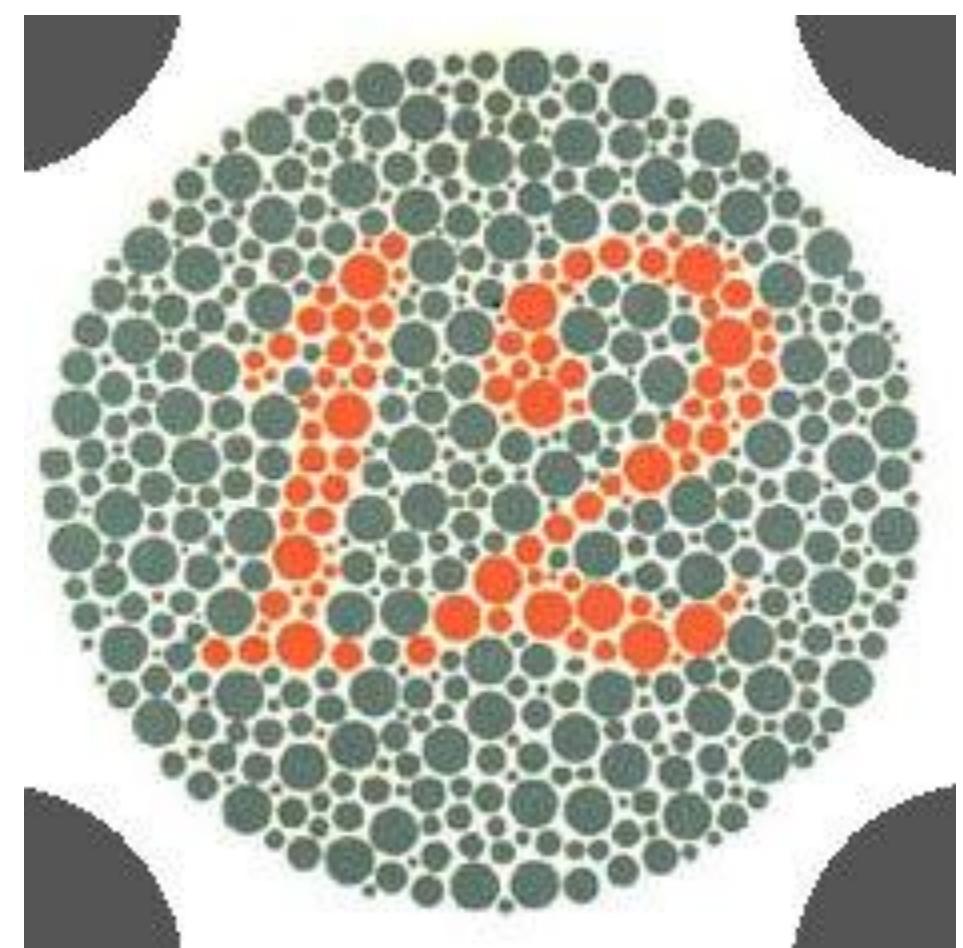
---

- Os setores de uma imagem são percebidos por pequenos trechos da retina em uma escala local
- O arranjo espacial local dos 3 tipos de cones é muito importante na percepção das cores
- Mesmo em dois indivíduos com visão normal, a proporção de cones M e L é bem diferente

# DALTONISMO

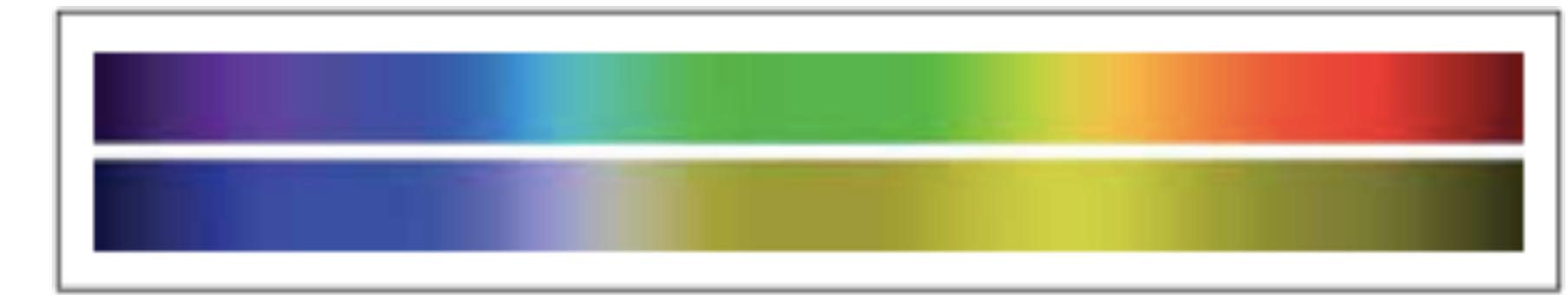
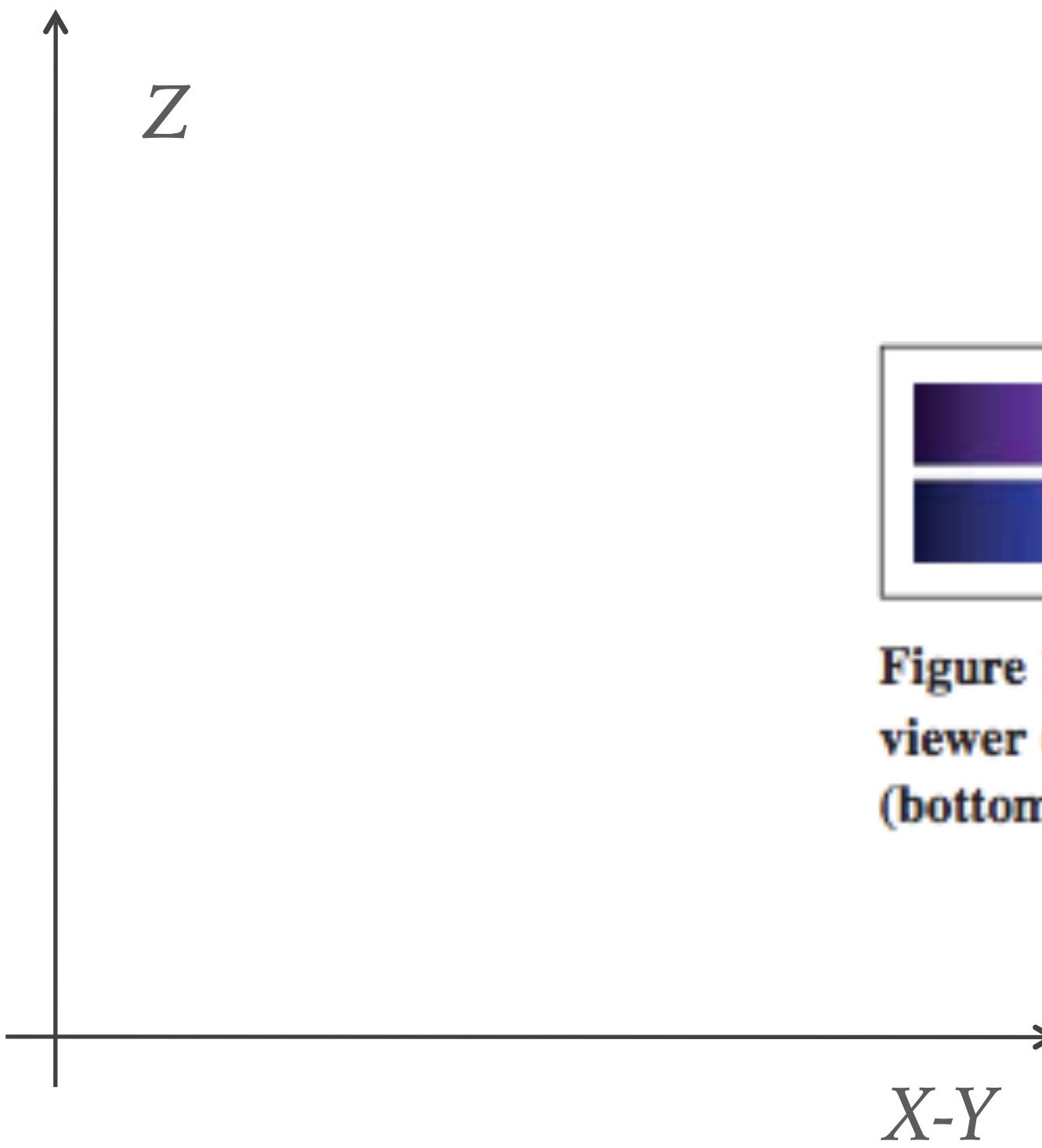
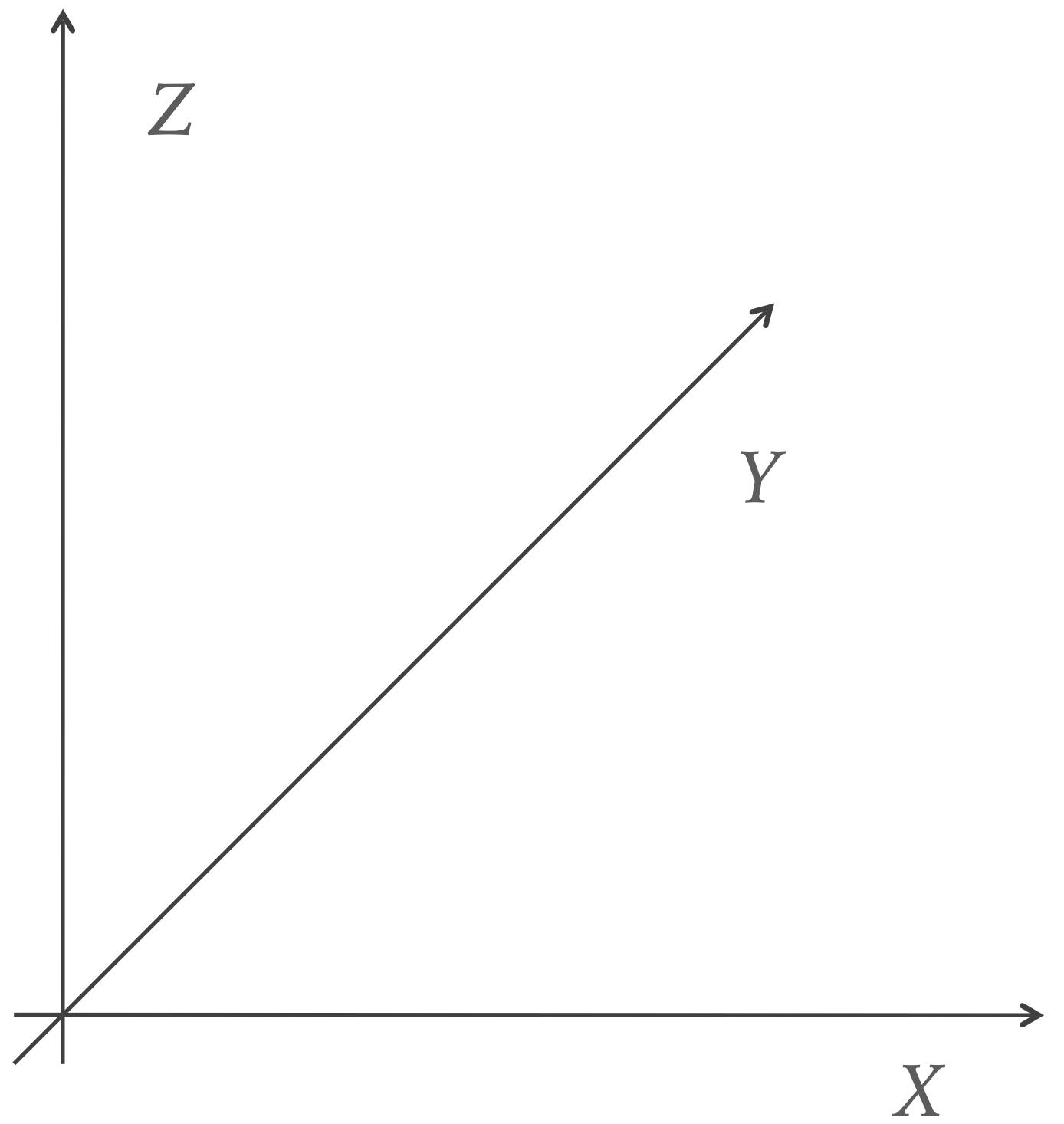
---

- O que é?



# DALTONISMO

---



**Figure 1** The visible spectrum as perceived by the normal viewer (top) and by those with red-green vision impairment (bottom)

# DALTONISMO

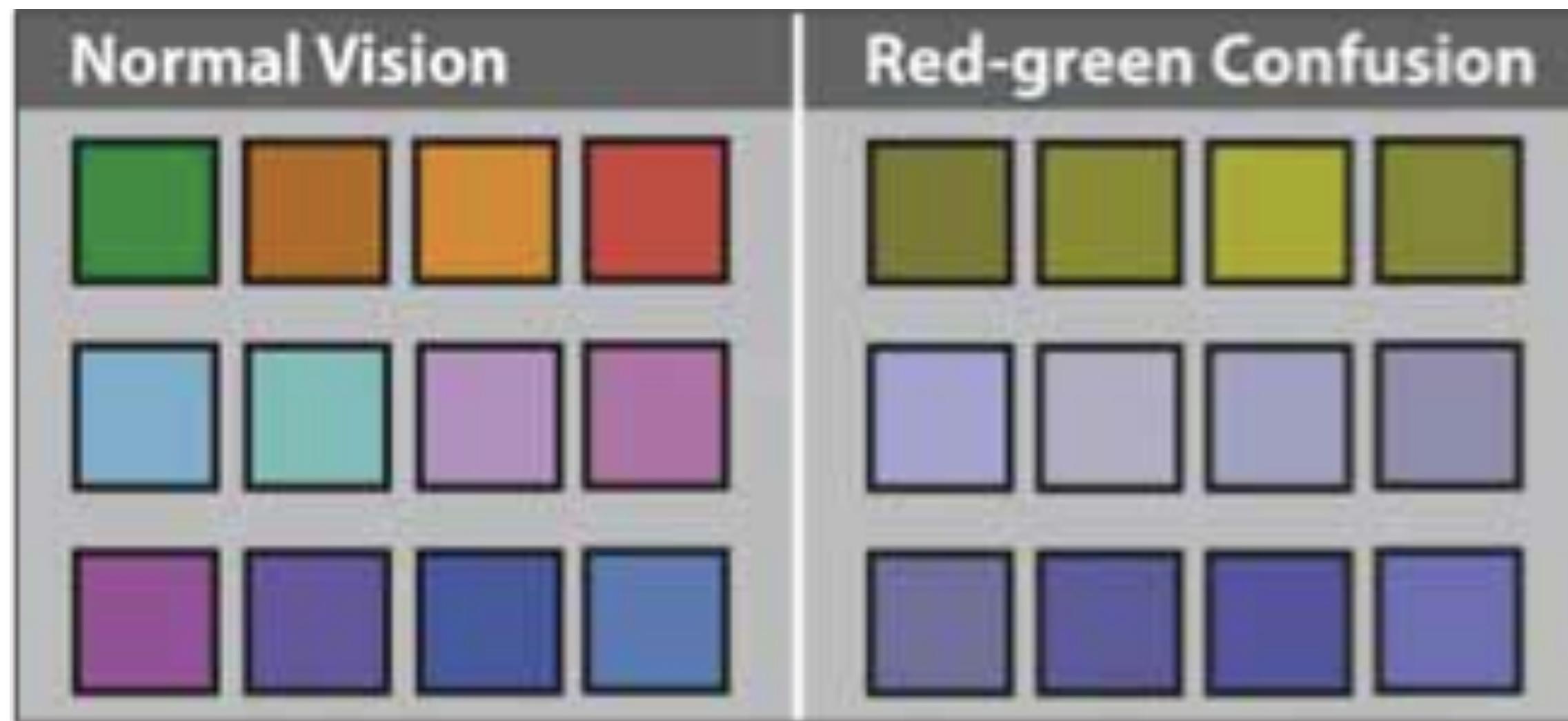
---

	Cones	Affected men	Estimated perceived color spectrum
Protanopia	L-cones absent	1%	
Protanomaly	L-cones abnormal	1%	
Deuteranopia	M-cones absent	1%	
Deuteranomaly	M-cones abnormal	5%	
Full color vision		92%	

Table 1. The four forms of red-green confusion. The protanopia and deuteranopia spectra are very similar, the protanomaly and deuteranomaly spectra are rough estimations (numbers are rounded, after Birch, 1993).

# DALTONISMO

---



**Figure 2 Colours as they appear to readers with normal vision and to those with red-green vision impairment**

B. Jenny e N.V. Kelso. Color Design for the Color Vision Impaired. *Cartographic perspectives*, 58: 61-67, 2007

### Point Features

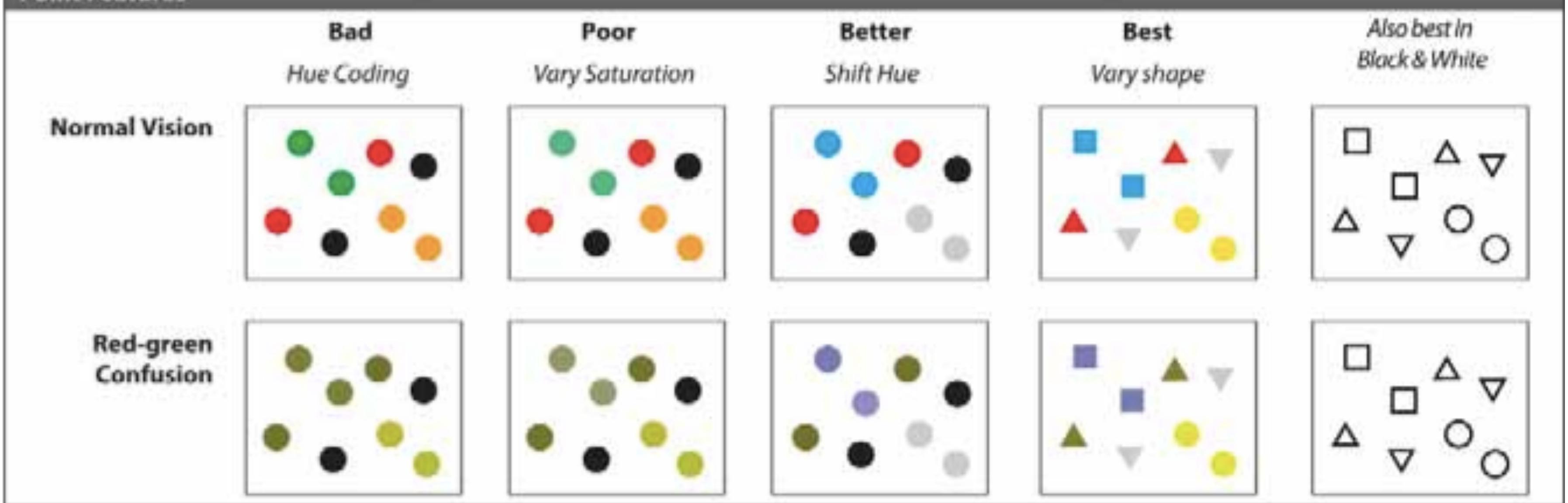


Figure 4 Point classes typical of a dot map distinguished by saturation, hue, and shape

### Line Features

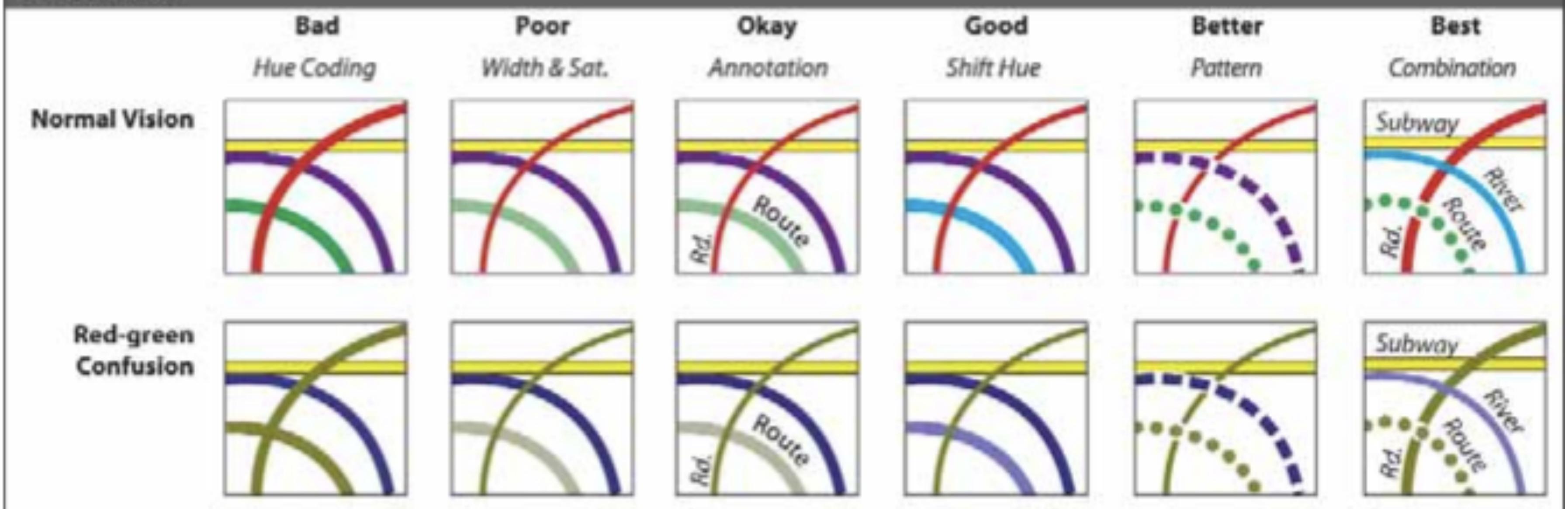
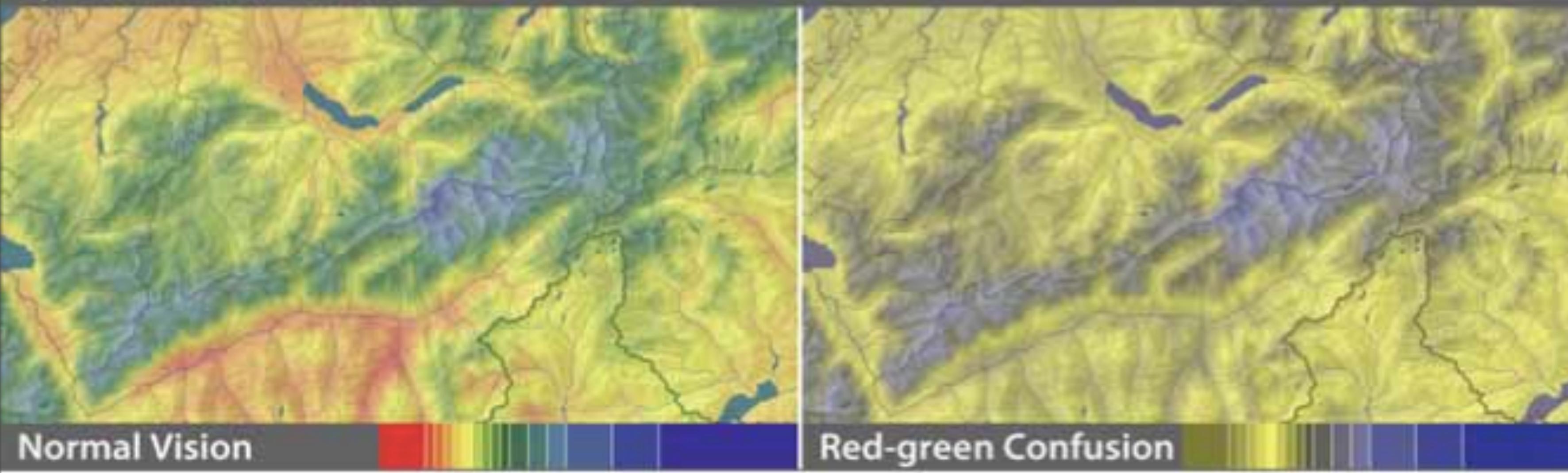


Figure 5 Line classes distinguished by width and saturation, annotation, hue, and line pattern

### Spectral Color Scheme



### Modified Spectral Color Scheme

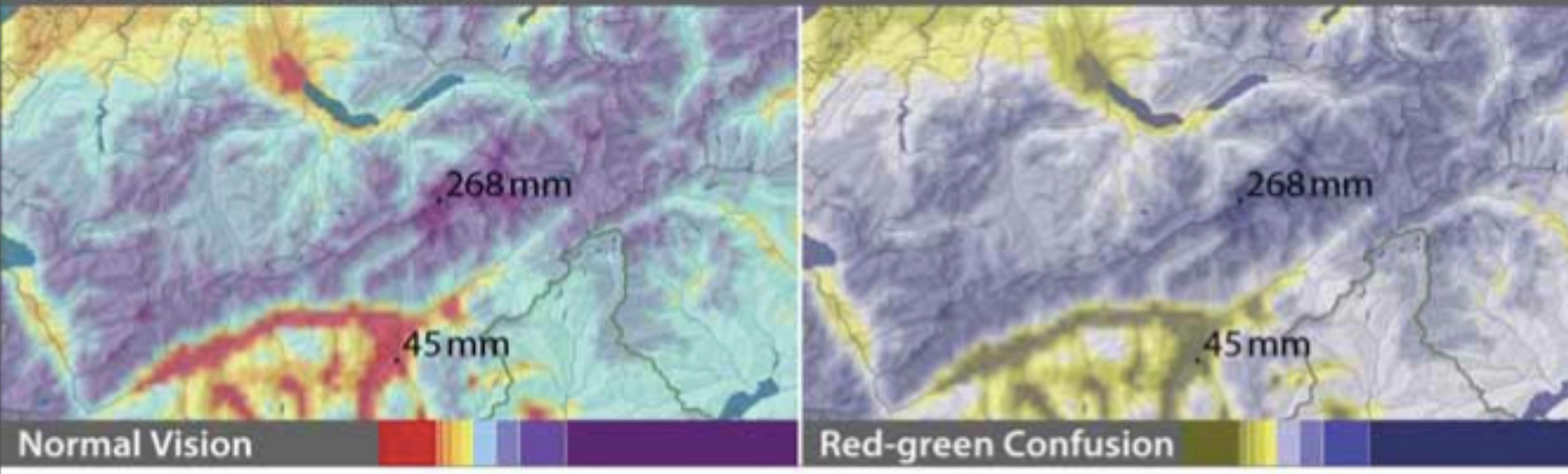
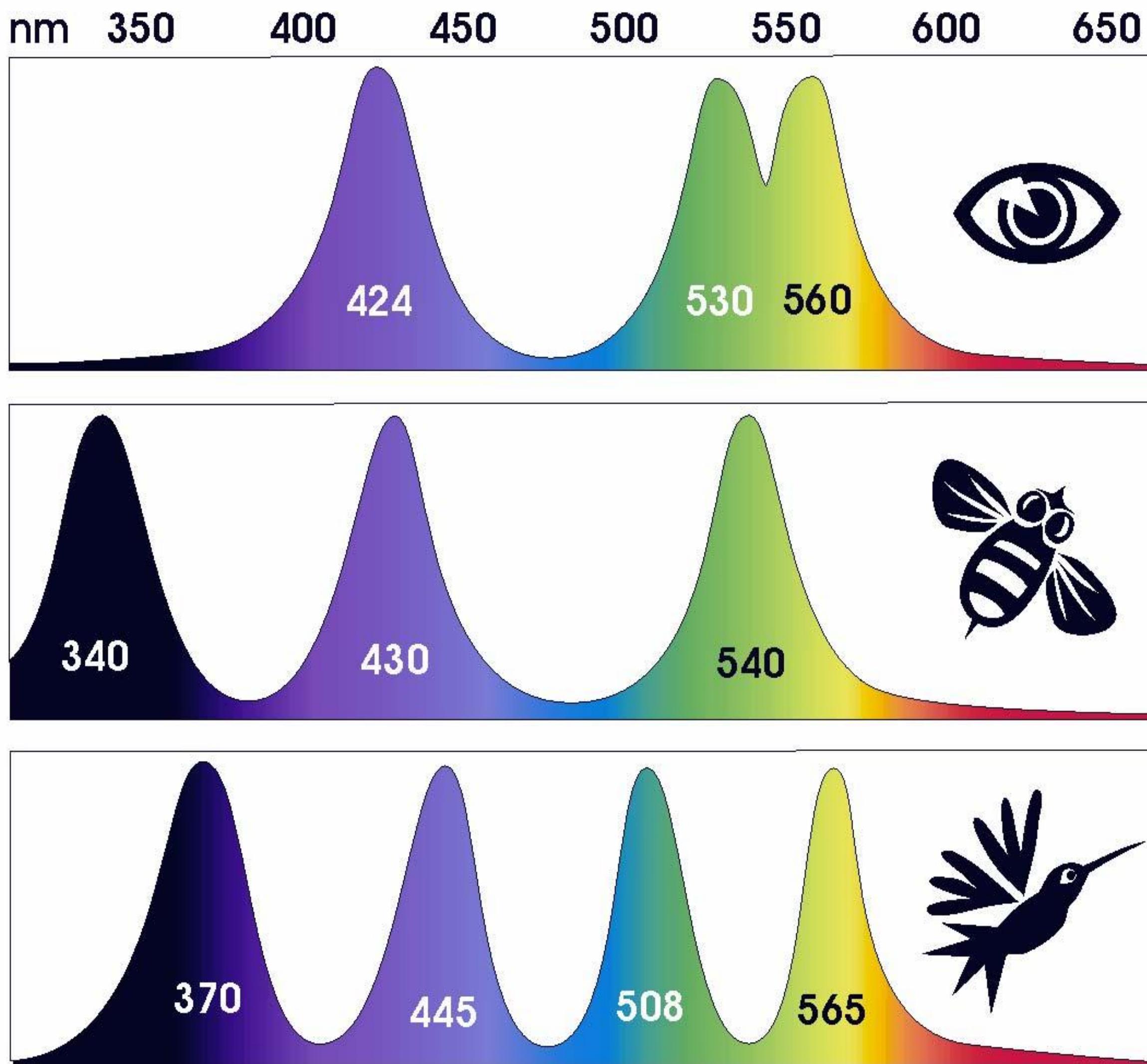


Figure 6 Spectral colour schemes for precipitation maps, with rainbow colours (top row) and with an improved spectral scheme (bottom row). Colour ramps are depicted below the maps ('Mean monthly precipitation in January', ©Atlas of Switzerland 2. 2004)

# TETRACROMACIA

---



# TETRACROMACIA

---

**ORDINARY PEOPLE**  
SEE 5 COLORS IN THE RAINBOW  
can differentiate one million colors



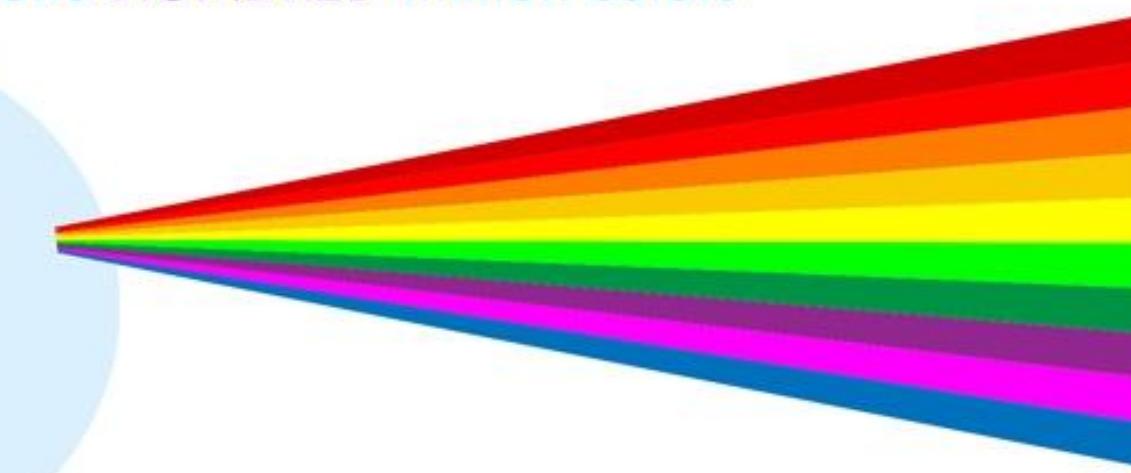
8% of Caucasian men  
are color blind

One study suggested that 2–3%  
of the world's women might have  
a significant increase in color

Differentiation.



**TETRACHROMATS**  
SEE 10 COLORS IN THE RAINBOW  
can differentiate one HUNDRED million colors



Mrs M - an English social worker,  
and the first known human  
"tetrachromat", discovered at  
Cambridge in 1993.

# ARRANJO DOS CONES NA RETINA

---

- Cones do tipo M e L se apresentam em ilhas nas quais cones de outros tipos não são encontrados
- Em humanos, cones do tipo S se apresentam distribuídos aleatoriamente
- O arranjo de cones M e L em ilhas reduzem nossa capacidade de recuperar variações de cores espacialmente
- Por outro lado, nossa capacidade de recuperar variações de luminosidade é aumentada

# ARRANJO DOS CONES NA RETINA

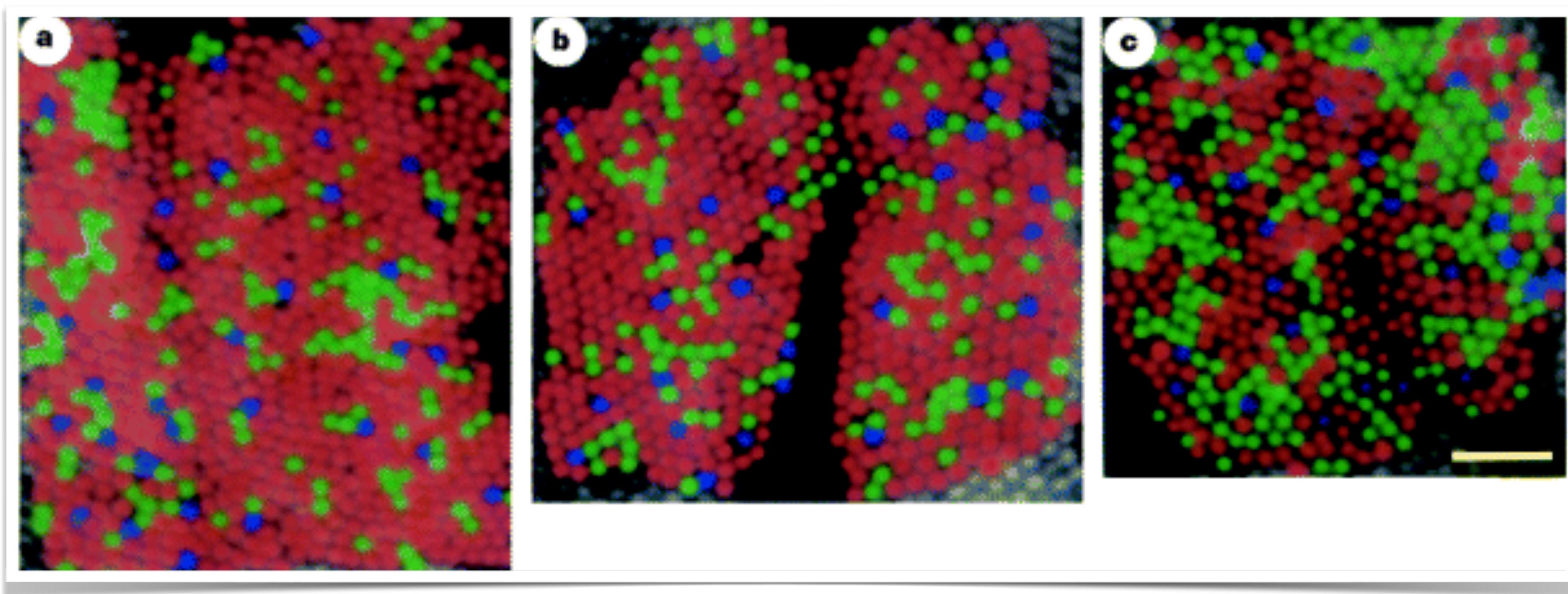
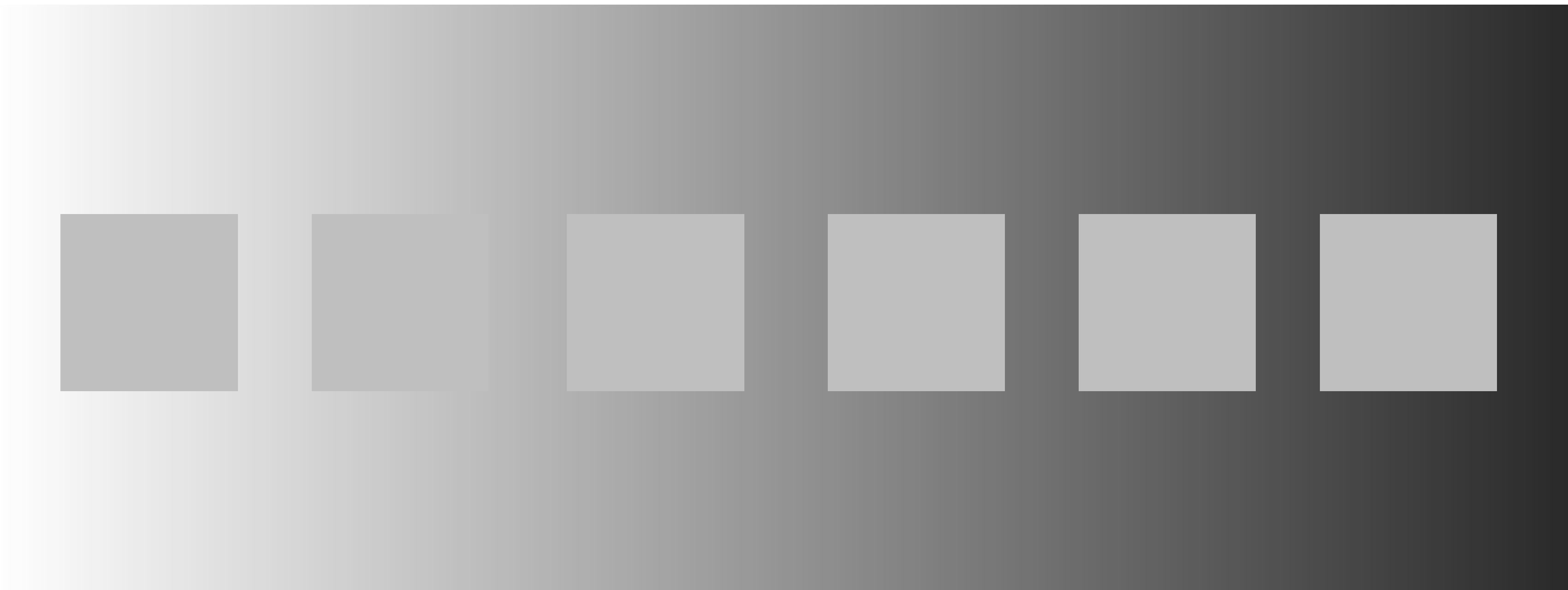


Imagen pseudo-colorida dos cones de dois indivíduos diferentes (a-b) e (c)

# CONTRASTE DE COR

---

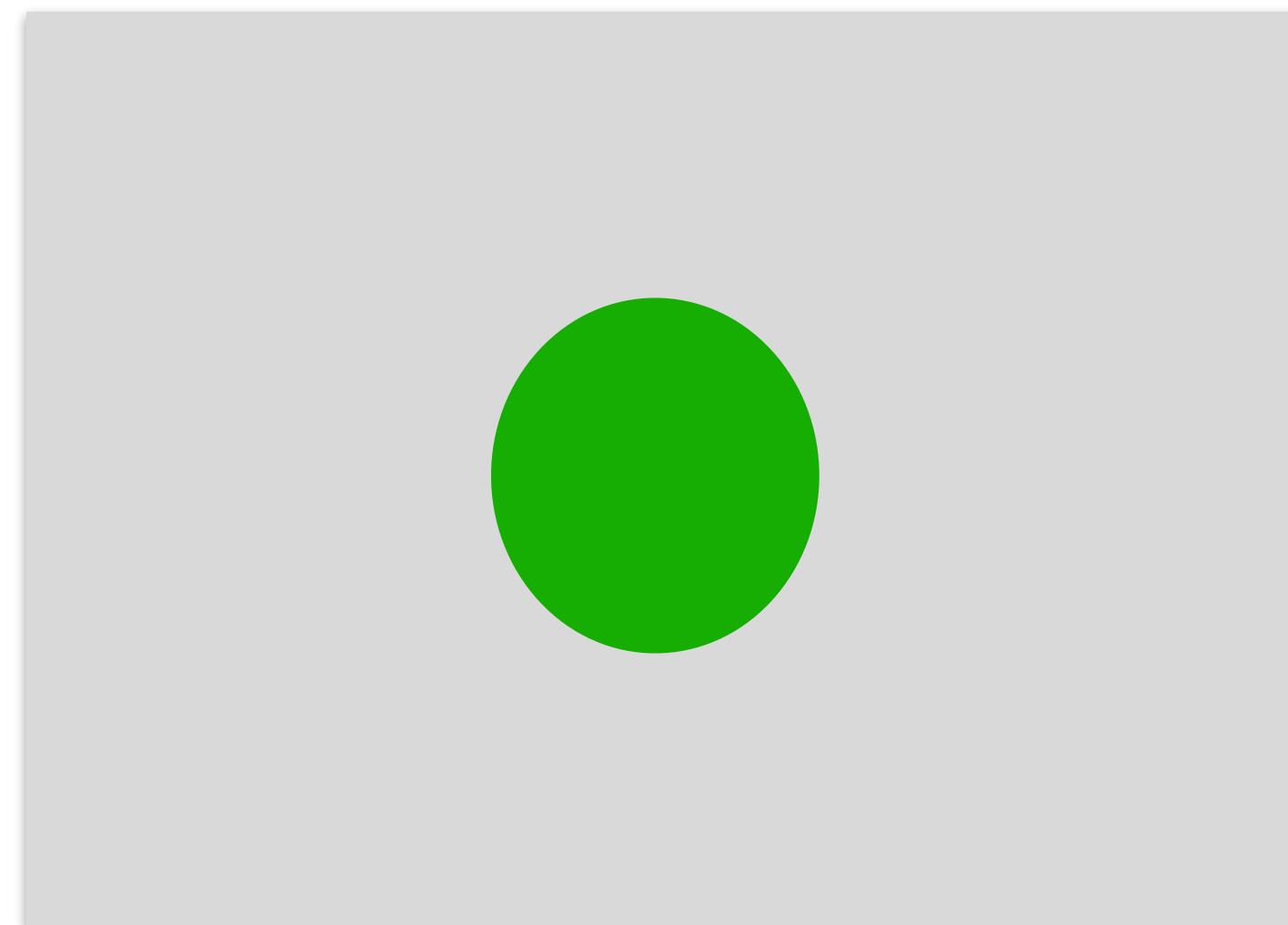
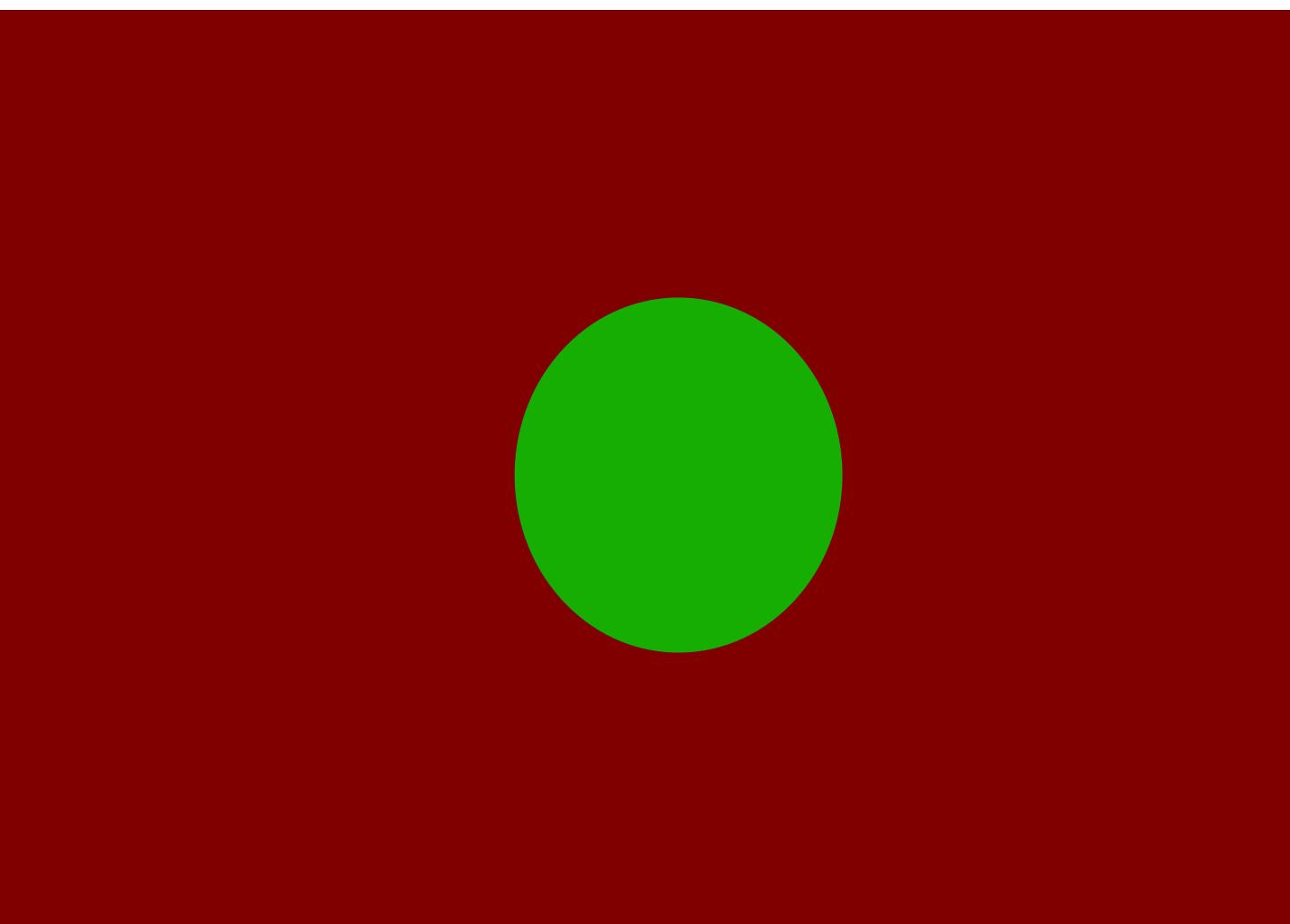
- Qualquer região no campo visual tende a induzir seu antagonsista cromático nas áreas adjacentes



# CONTRASTE DE COR

---

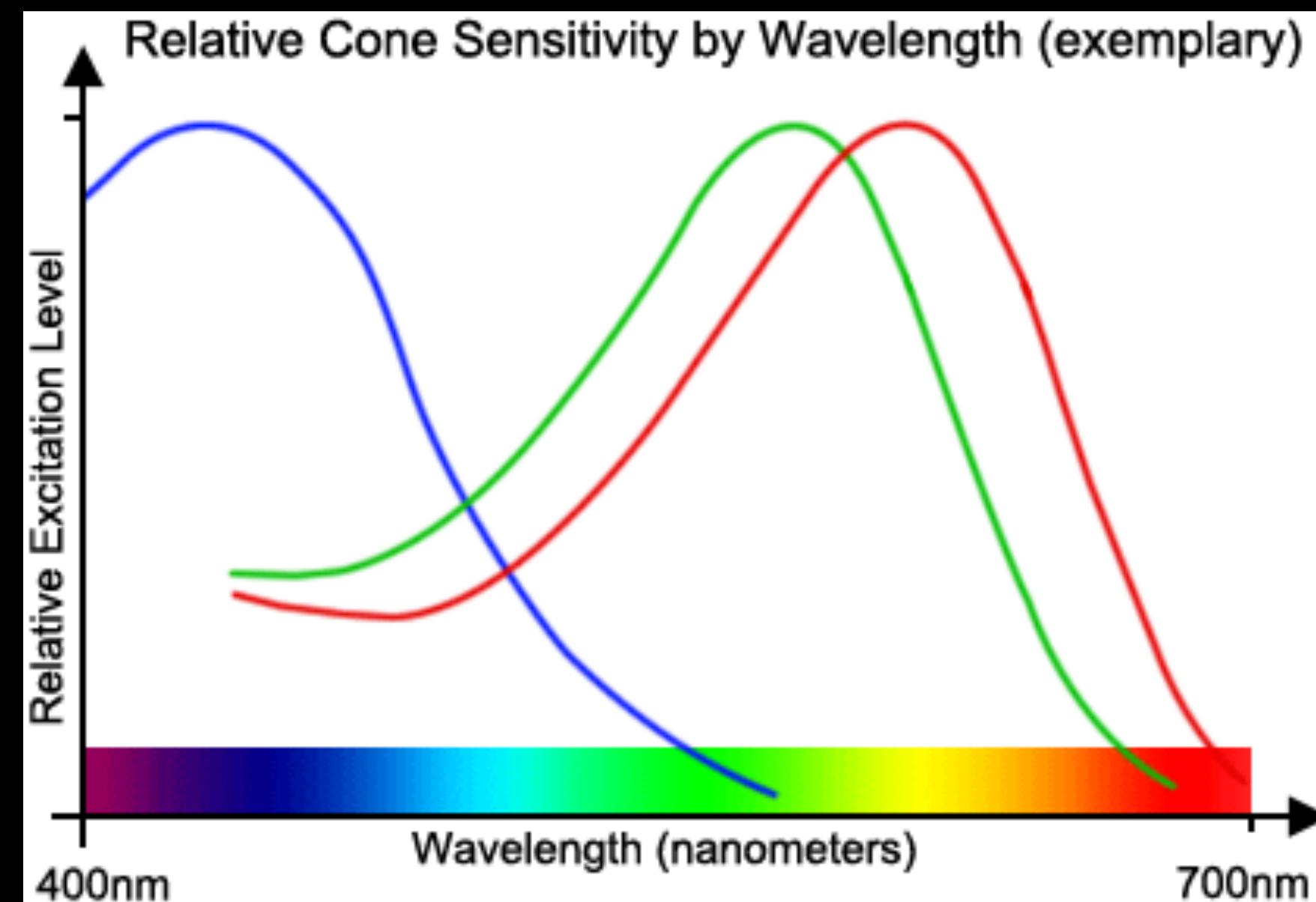
- Qualquer região no campo visual tende a induzir seu antagonsista cromático nas áreas adjacentes





*Quem consegue ler este texto?*

*Não há contraste suficiente*

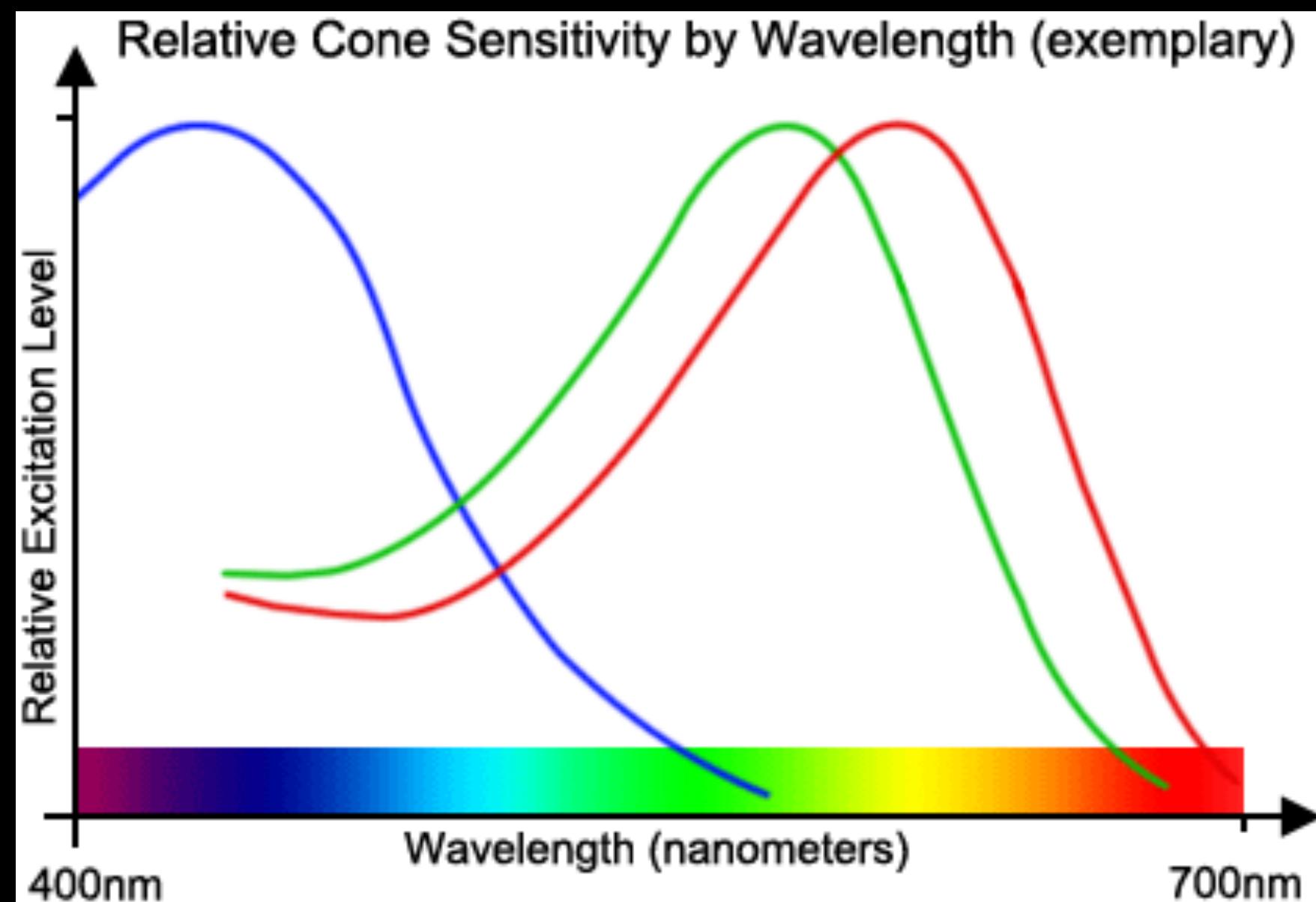


*Quem consegue ler este texto?*

*Quem consegue ler este texto?*

*Quem consegue ler este texto?*

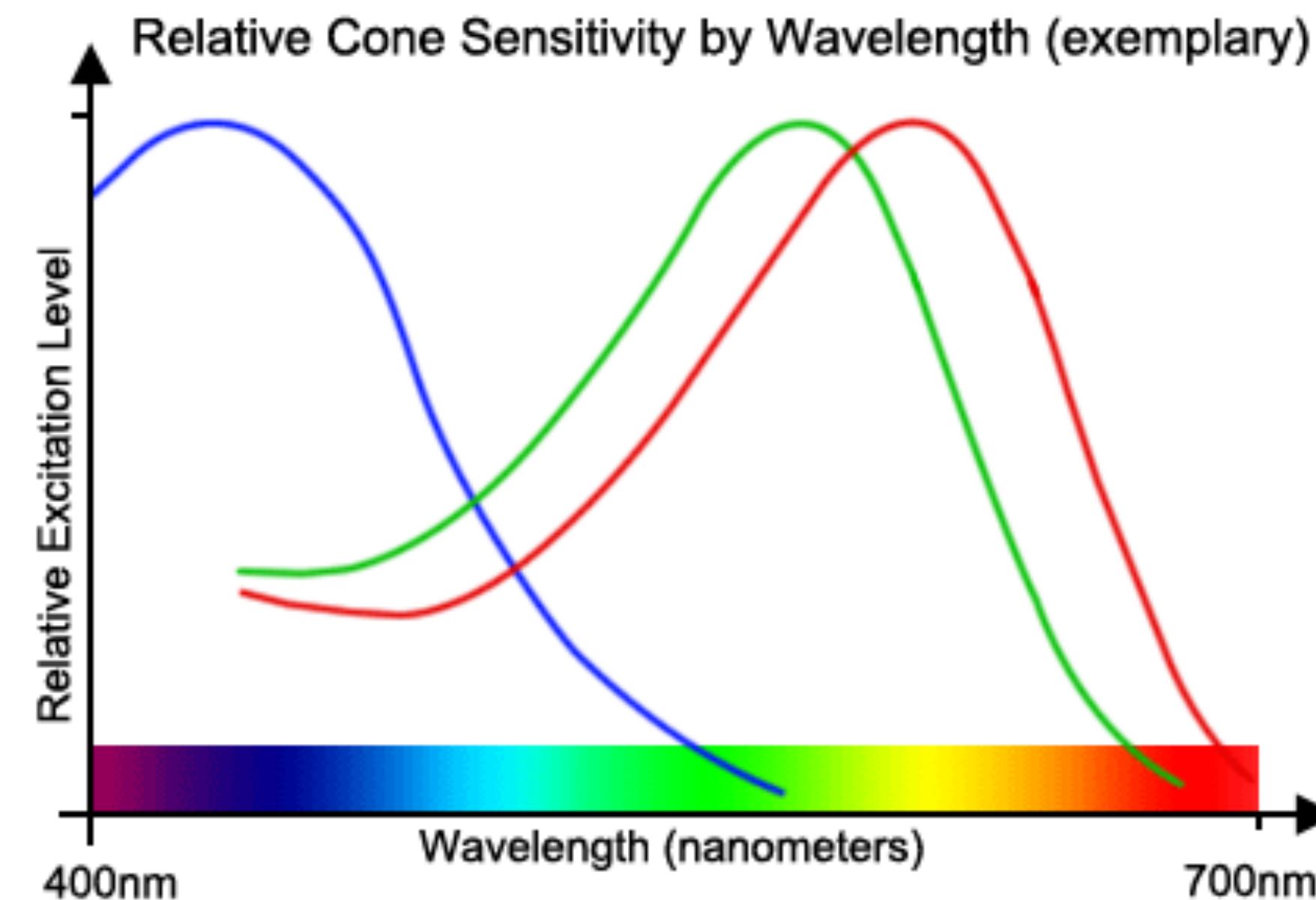
*Não há contraste suficiente*



*Quem consegue ler este texto?*

*Quem consegue ler este texto?*

*Quem consegue ler este texto?*



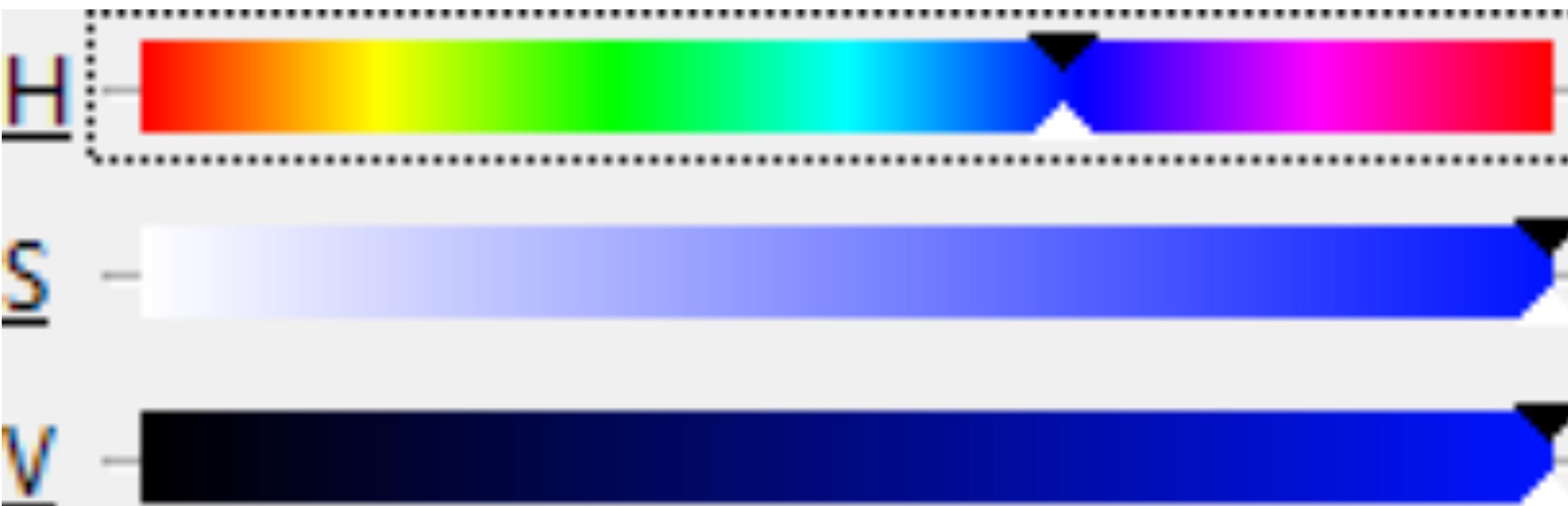
# ATRIBUTOS DAS CORES

---

# ATRIBUTOS DE PERCEPÇÃO

---

- **Matiz (hue)**: cor do espectro de diferentes comprimentos de onda
  - Obs.: olho humano percebe cerca de 200 matizes
- **Croma ou saturação**: grau de pureza de uma cor
- **Luminosidade ou valor**: medida da luz refletida por uma cor



# ATRIBUTOS DE PERCEPÇÃO

---

- **tint**: cor produzida com a adição de branco
- **tone**: cor produzida com a adição de preto
- **shade**: cor produzida com a adição de preto e branco



# RODA DE CORES

---



- Representa o espectro de cores
- Útil na compreensão do relacionamento entre cores e da composição de cores

# CORES ANÁLOGAS

---

- Cores vizinhas
- Mistura harmoniosa



# CORES COMPLEMENTARES

---

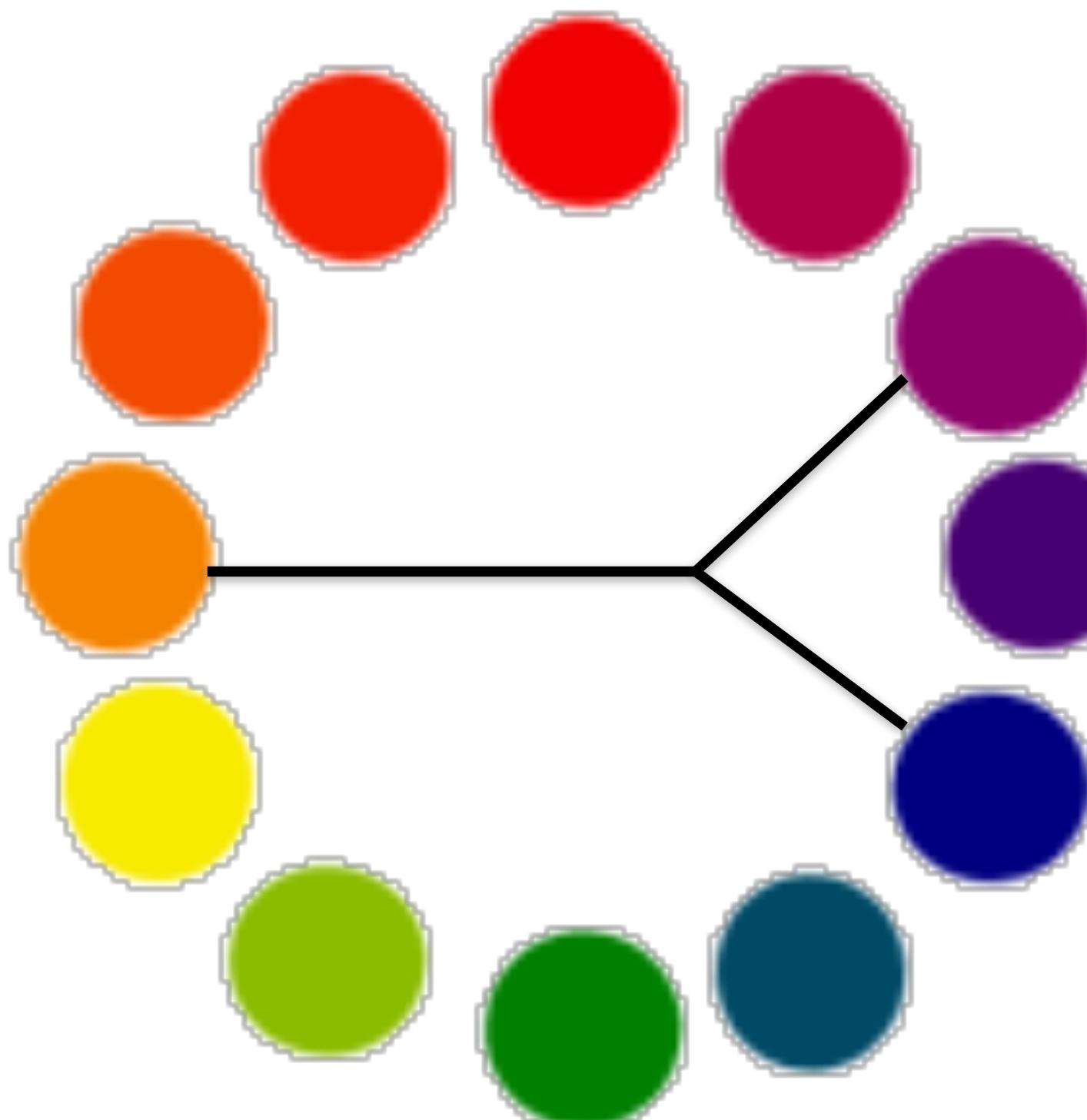
- Cores opostas
- Contrastantes



# SPLIT COMPLEMENTARES

---

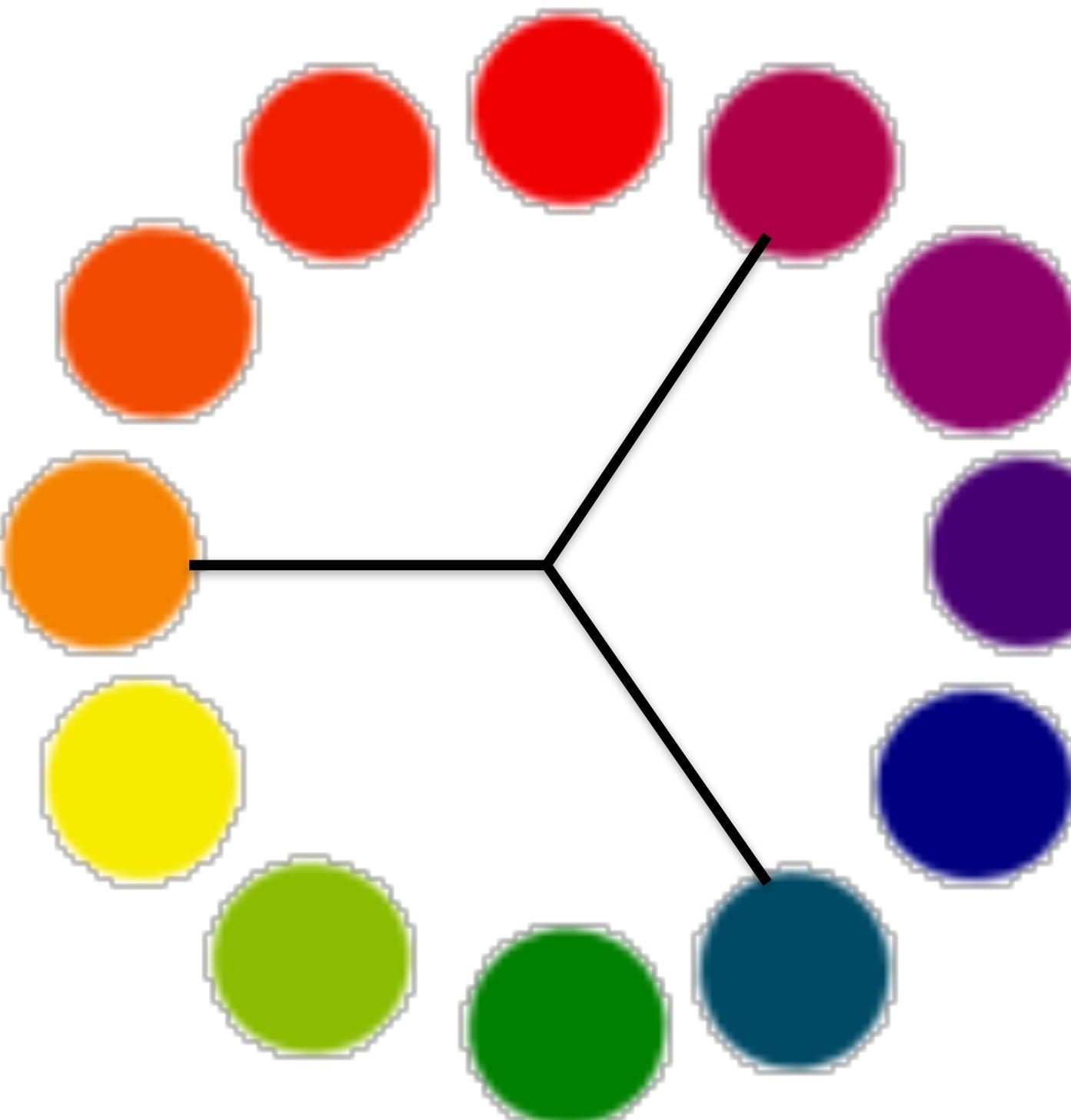
- Complementares, mas harmônicas



# CORES TRIÁDICAS

---

- Contrastantes e harmoniosas



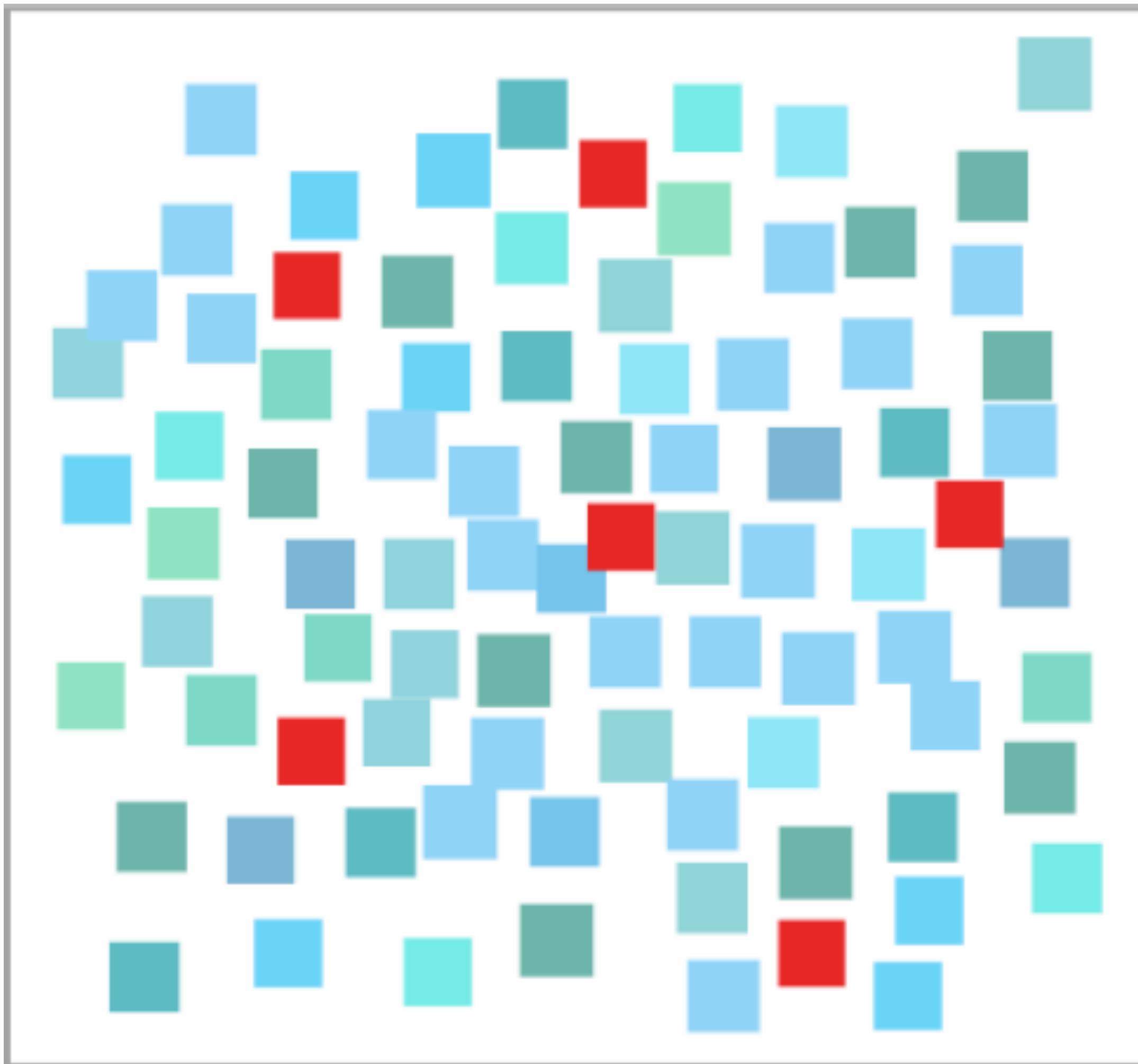
# COMBINAÇÕES DE CORES

---



# CONTRASTE E ANALOGIA

---

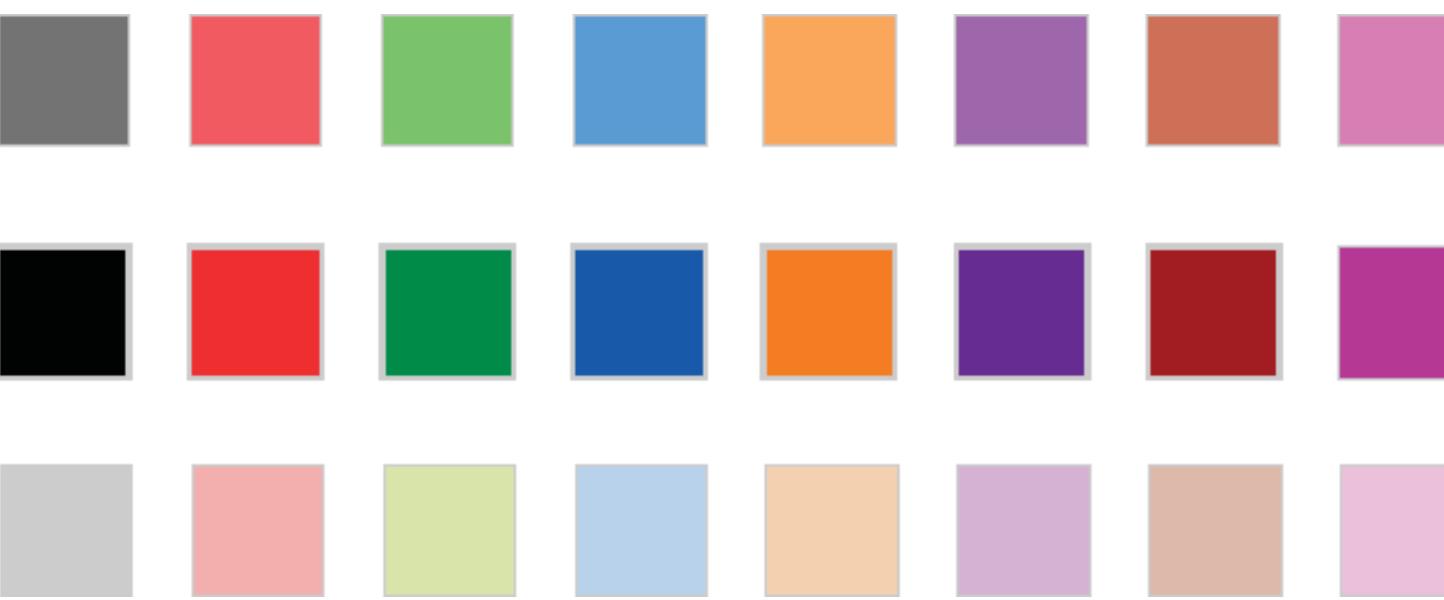


- Contraste chama a atenção
- Analogia agrupa

# PALETAS DE CORES

---

- Categóricas: usadas para separação de itens em diferentes grupos



- Sequenciais: codificam diferenças quantitativas do baixo para o alto



- Divergentes: codificam diferenças quantitativas usando dois matizes diferentes



# SEQUÊNCIAS

---

- Quais cores você usaria para representar valores grandes? E valores pequenos? E o zero?
- O que elas têm em comum?
- É possível ordenar cores?

# EXERCÍCIO

---

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

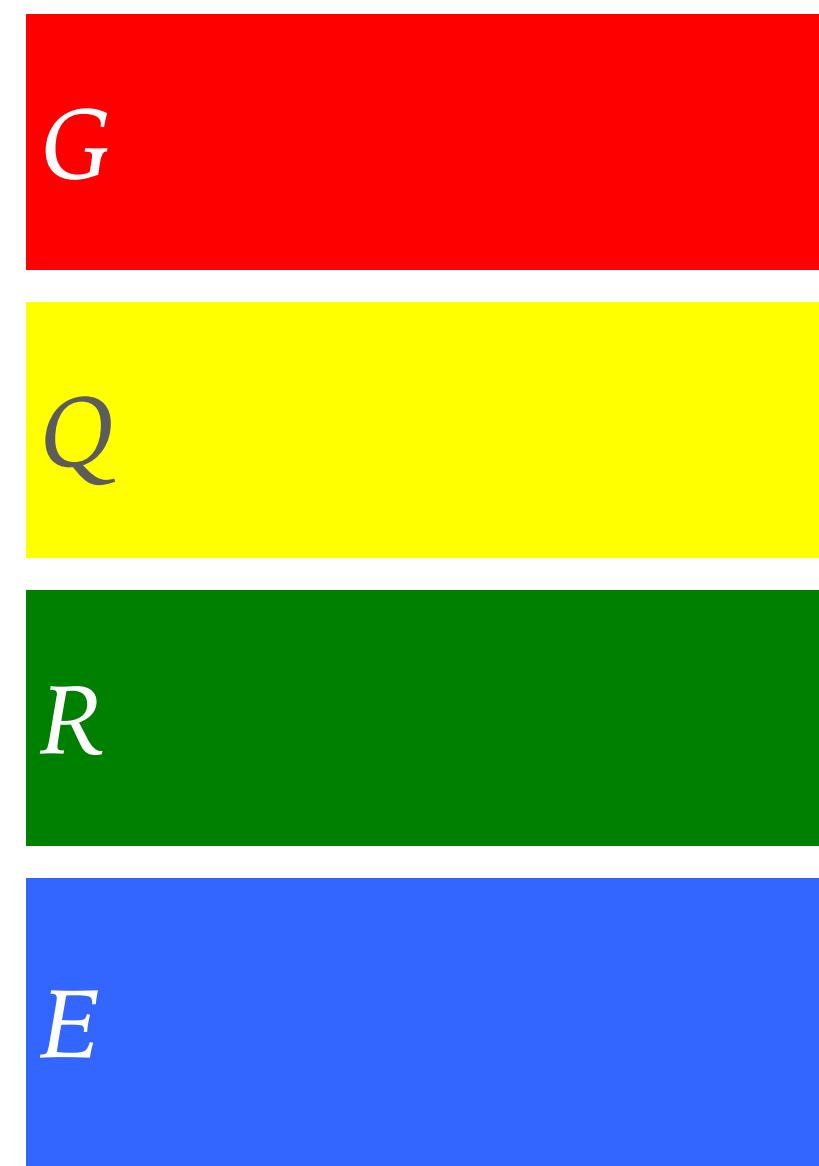
O

P

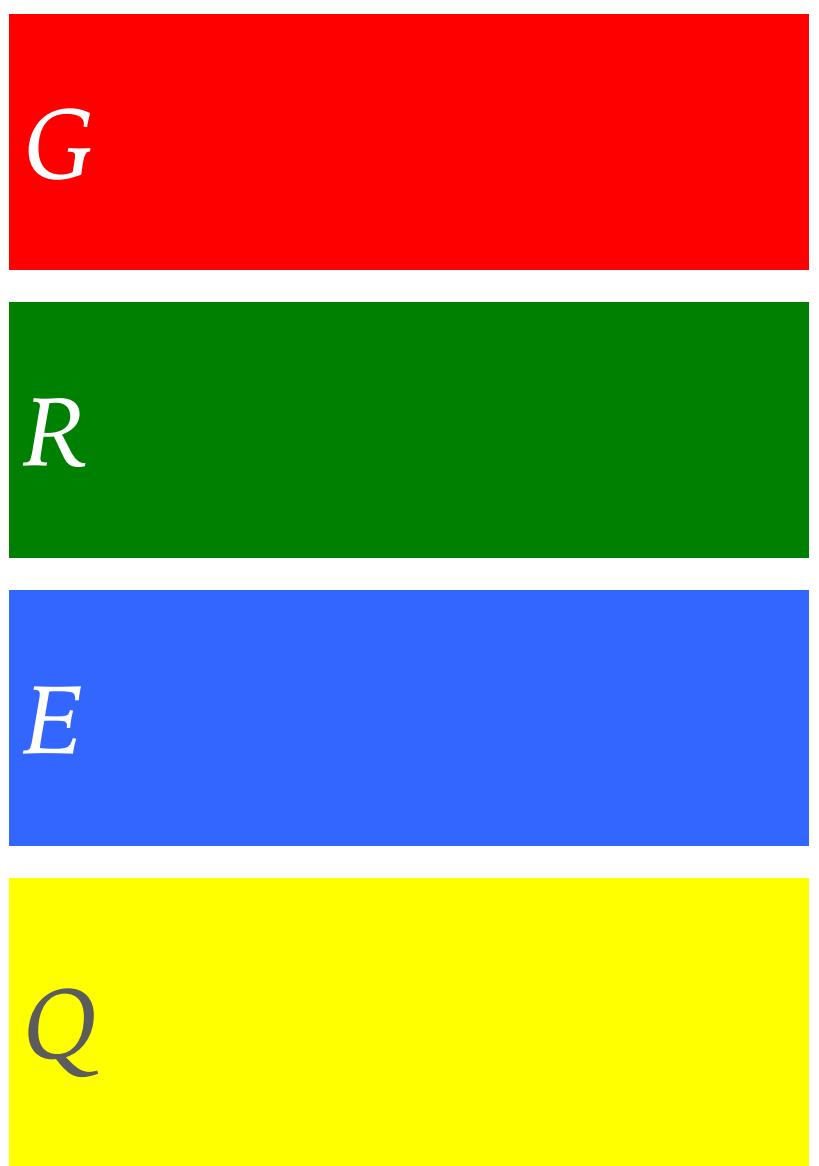
Q

R

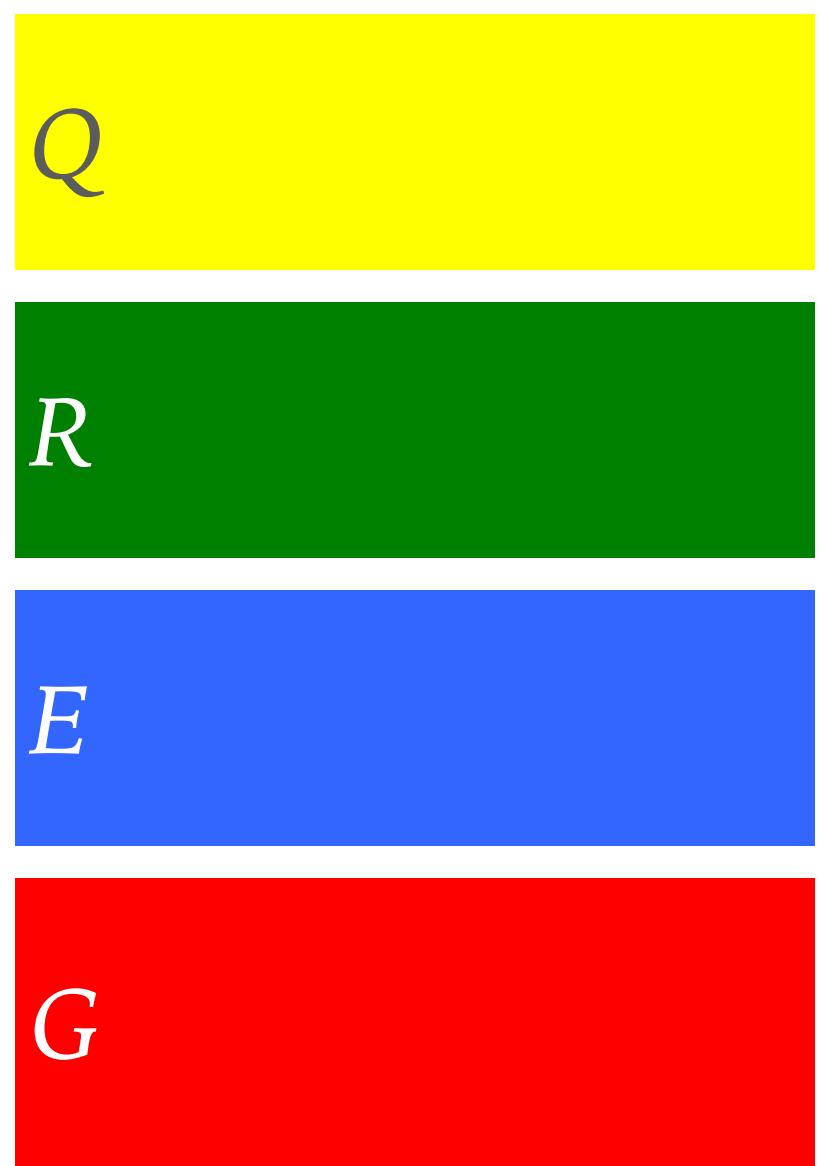
$4x$



$2x$



$1x$



$1x$



$8x$

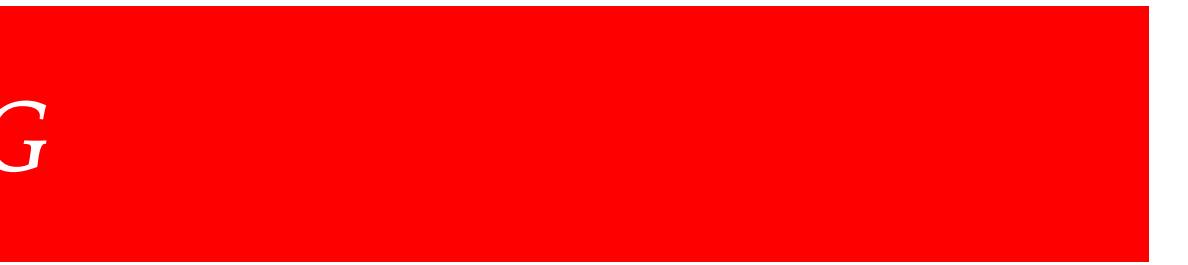
$K$

$L$

$M$

$2x$

$G$

A solid red horizontal bar.

$Q$

A solid yellow horizontal bar.

$R$

A solid green horizontal bar.

$E$

A solid blue horizontal bar.

$D$

A solid dark purple horizontal bar.

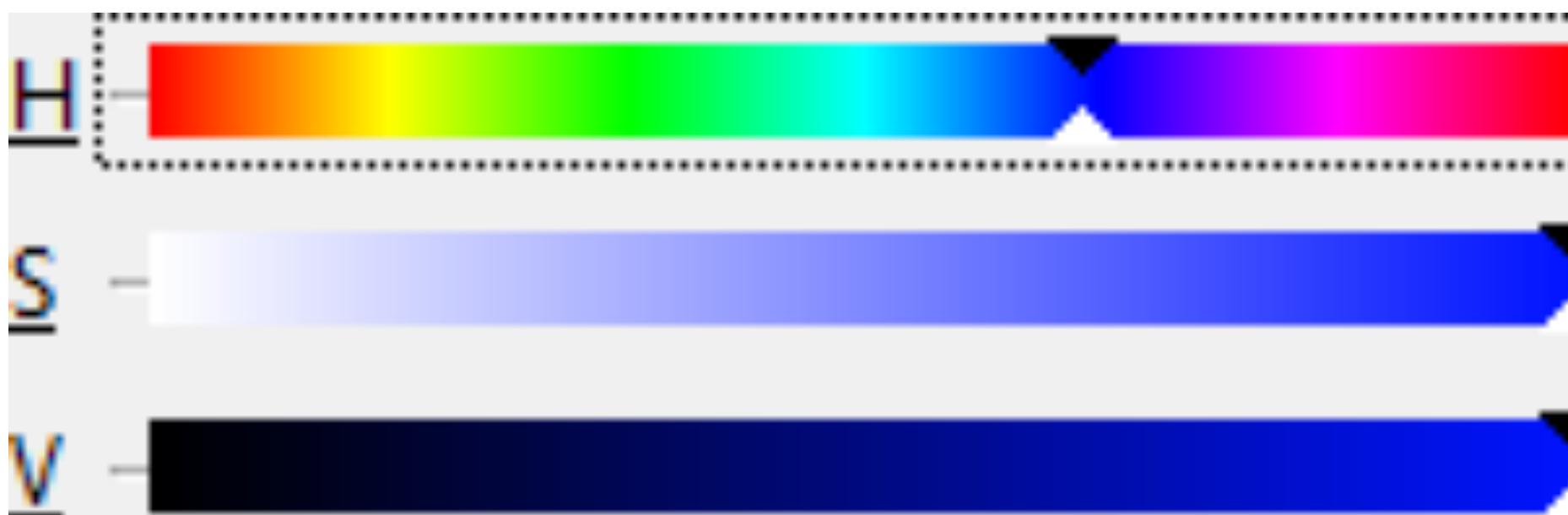
$H$

A solid grey horizontal bar.

# SEQUÊNCIAS

---

- Escalas de valores quantitativos
  - Nosso canal de percepção de luminosidade é o mais preciso
  - Uso de escalas que variem em luminosidade
- Cores de maior saturação: valores maiores
- Cores de menor saturação: valores menores
- Zero: valor preferencialmente neutro nos nossos três canais de percepção (R,G,B), por exemplo, cinza



# HÁ EXCEÇÕES

---

- Mapas: convenções do tipo verde, marrom, branco para representações de relevo



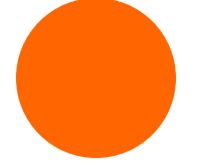
# ALGUNS PRINCÍPIOS

---

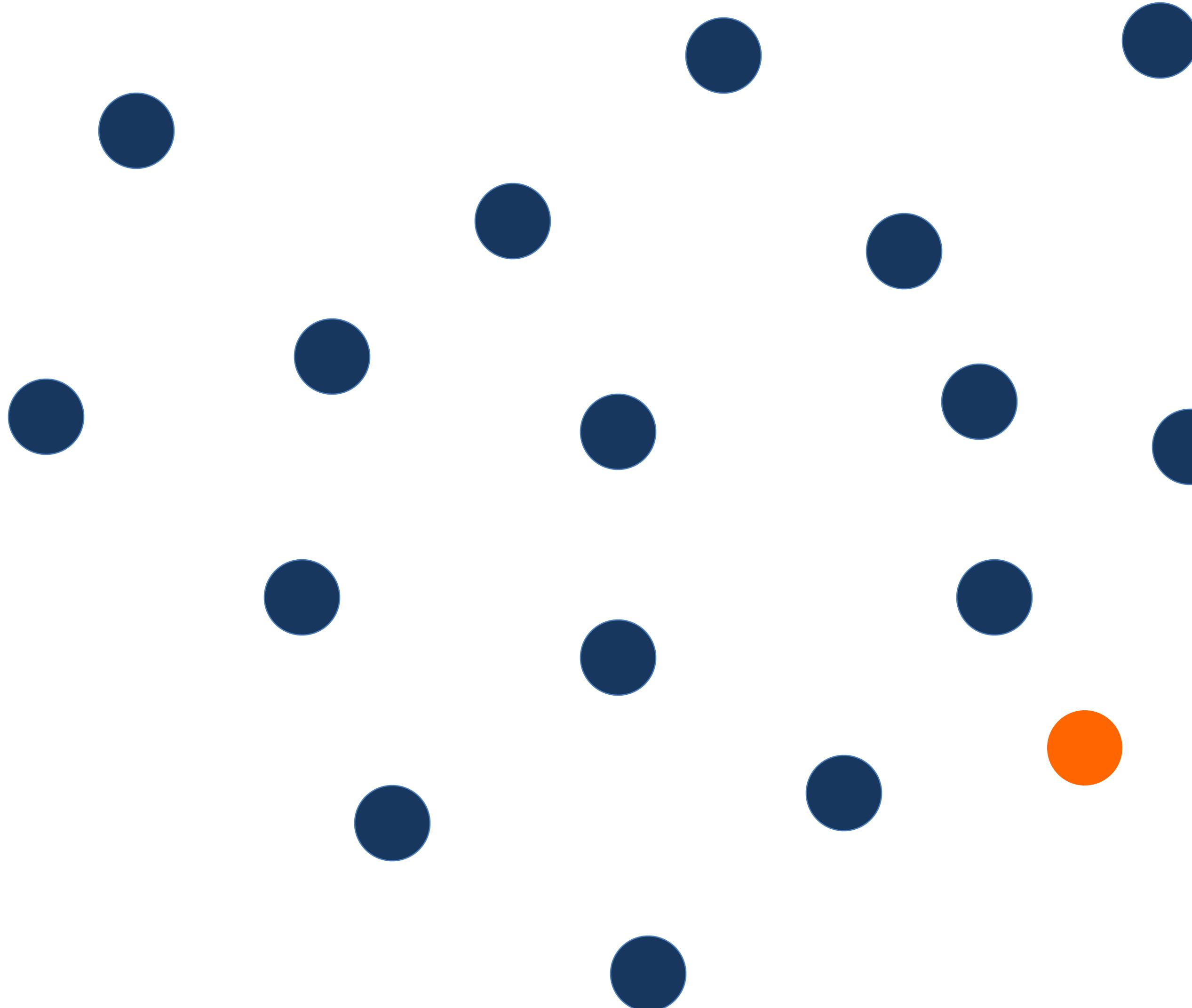
## PEQUENAS X GRANDES ÁREAS

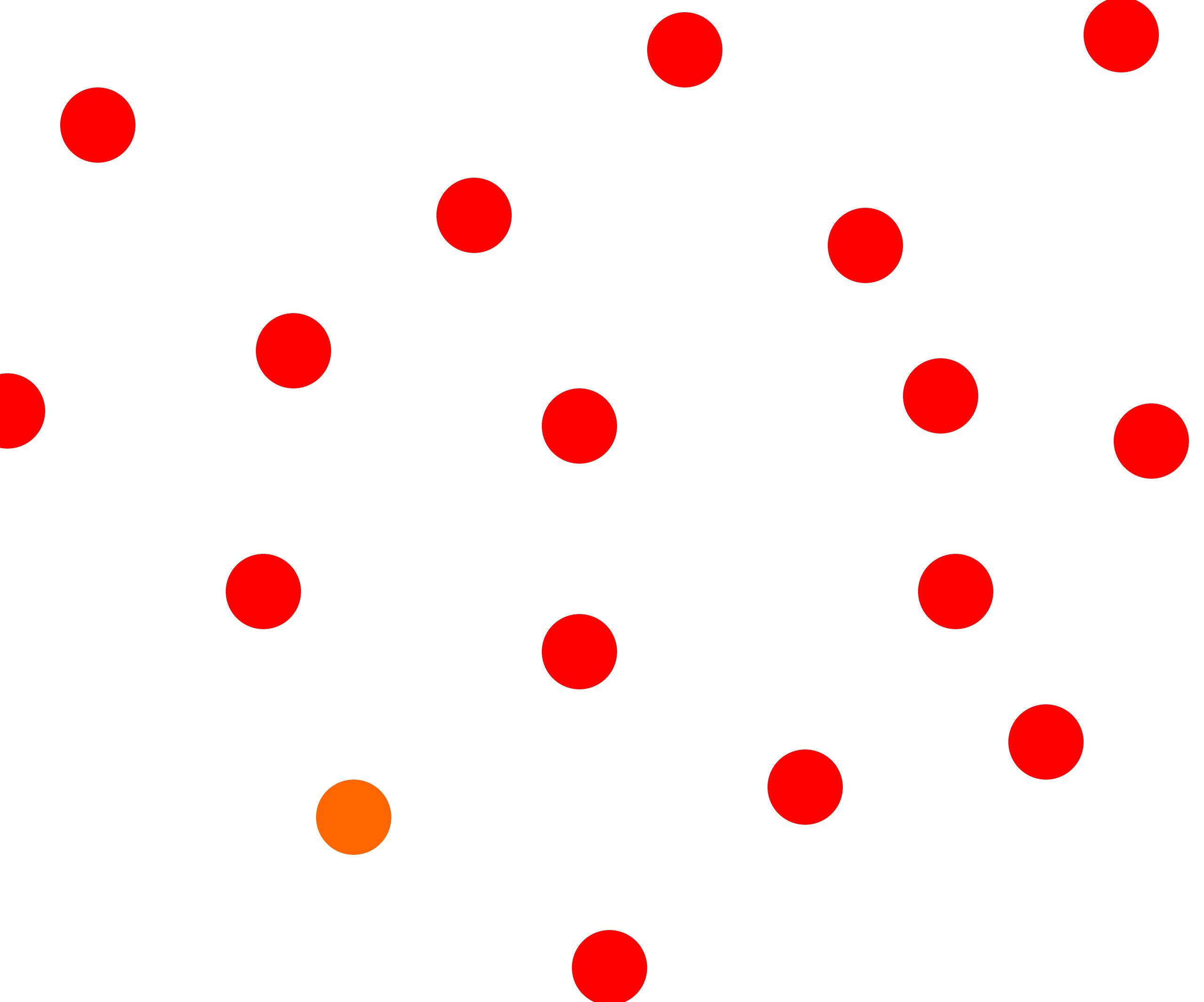
---

- Use cores com baixa saturação para fundos, assim como para grandes objetos
- Pequenos objetos são melhor percebidos se contrastam com o fundo de forma significativa e são apresentados em cores mais intensas

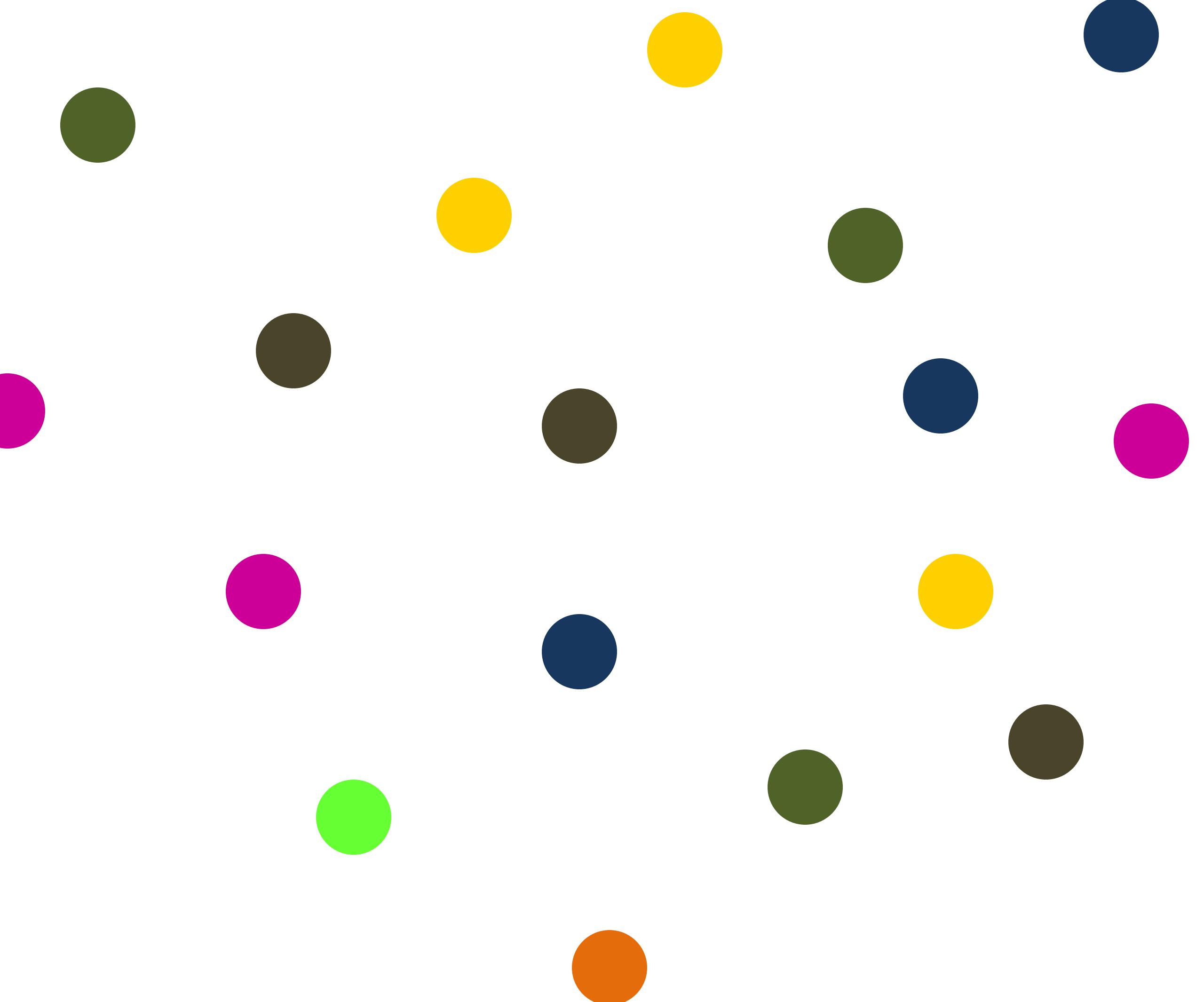


*Grandes diferenças cromáticas entre o objeto alvo e os outros facilitam sua identificação*

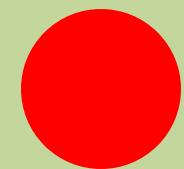




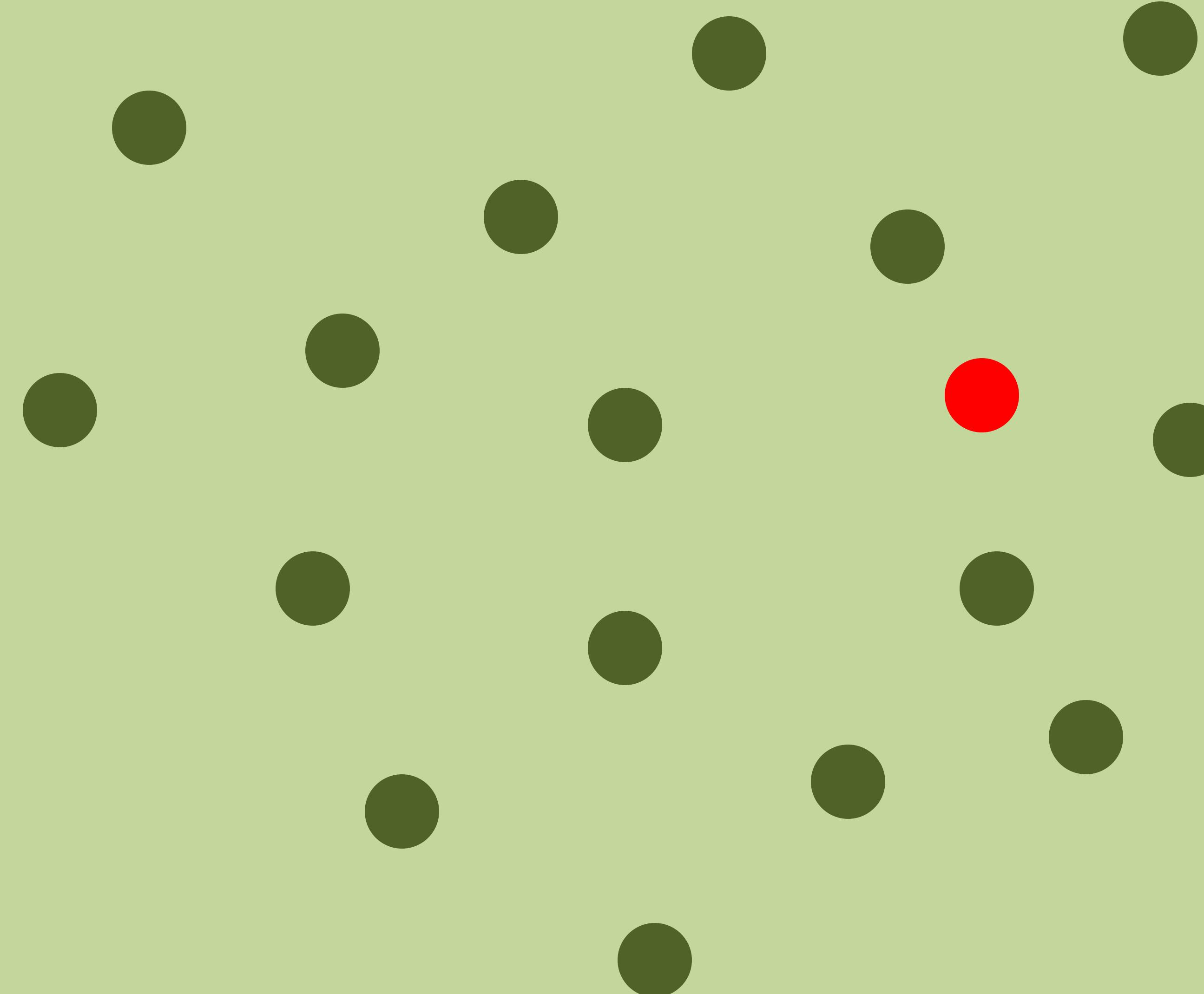
*Quando há apenas uma pequena diferença cromática, a busca é mais difícil*



*Quanto maior o número de cores, mais difícil a identificação*

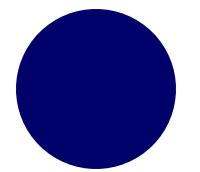


*Fazer com que os objetos que não são o alvo se pareçam com o fundo destaca o objeto alvo*

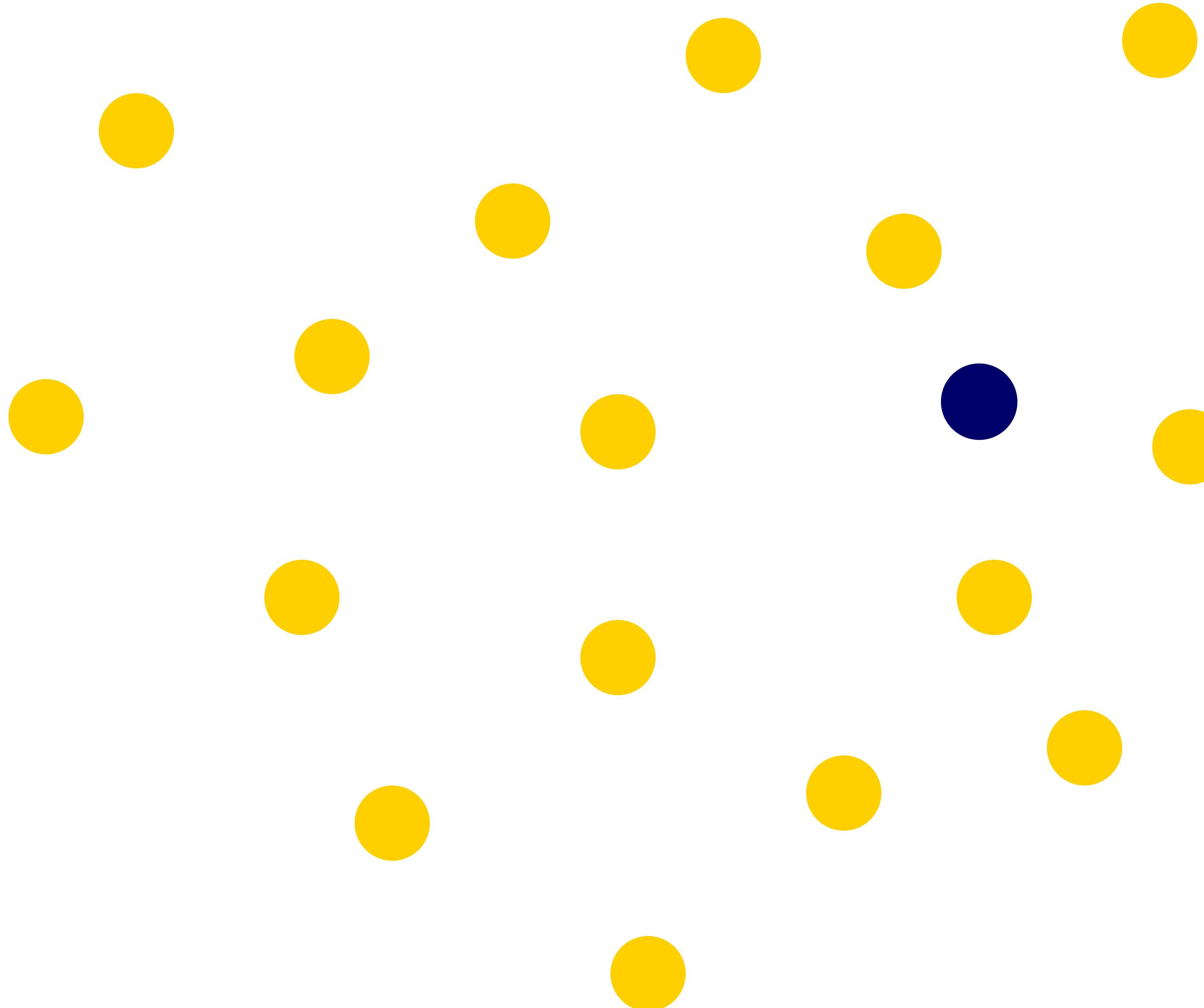




*A diferença de luminosidade também facilita a identificação*



*Alvo escuro em fundo claro também é eficaz*



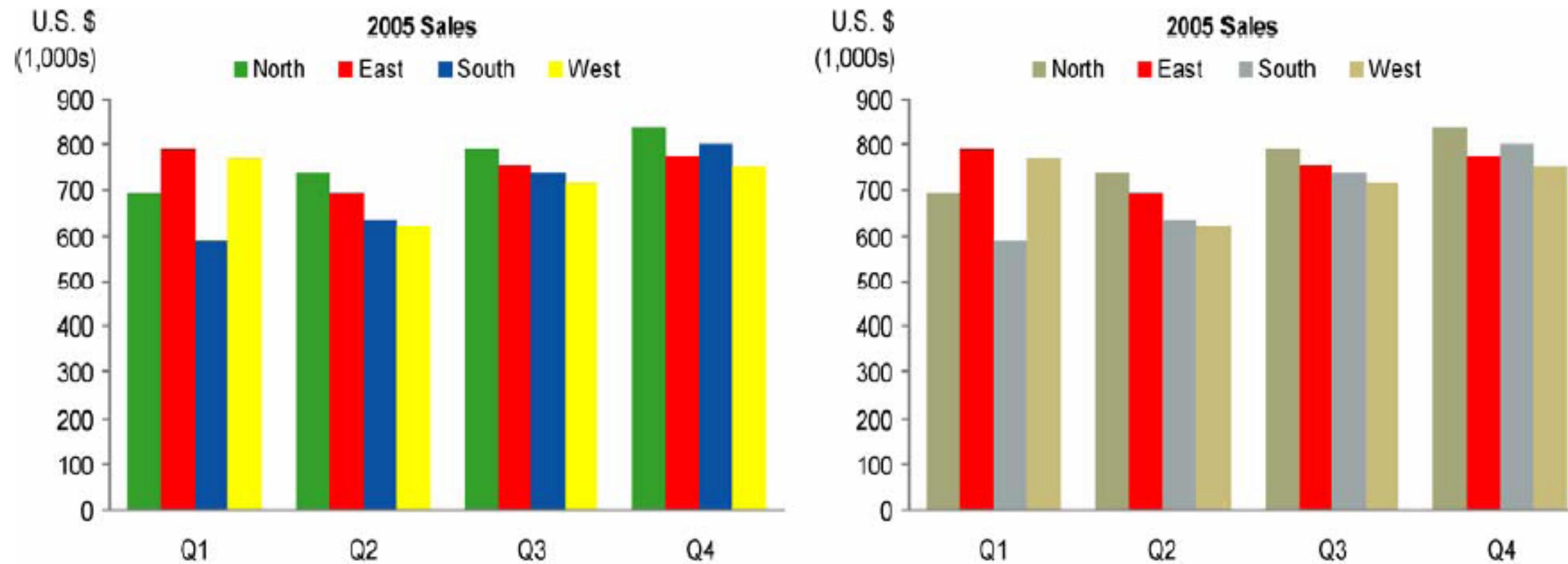
# ÊNFASE E DESTAQUE

---

- Cores destacam muito quando apresentadas apenas em meio a escala de cinza

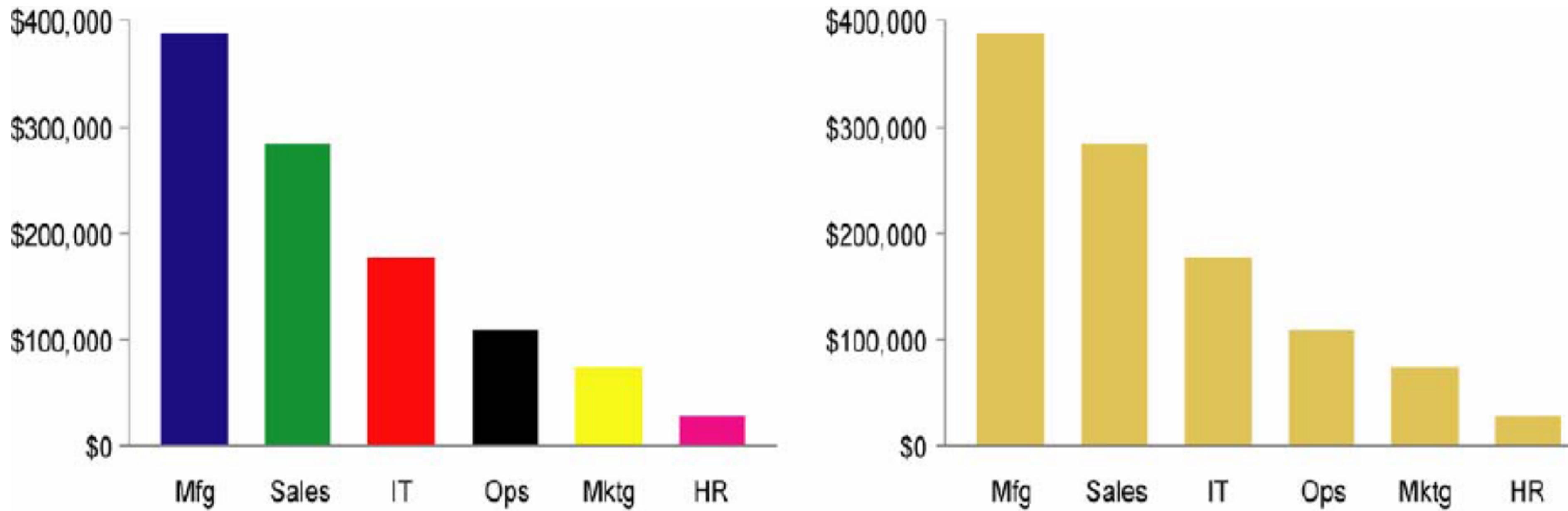


- Prefira cores suaves, exceto quando quer realçar dados específicos



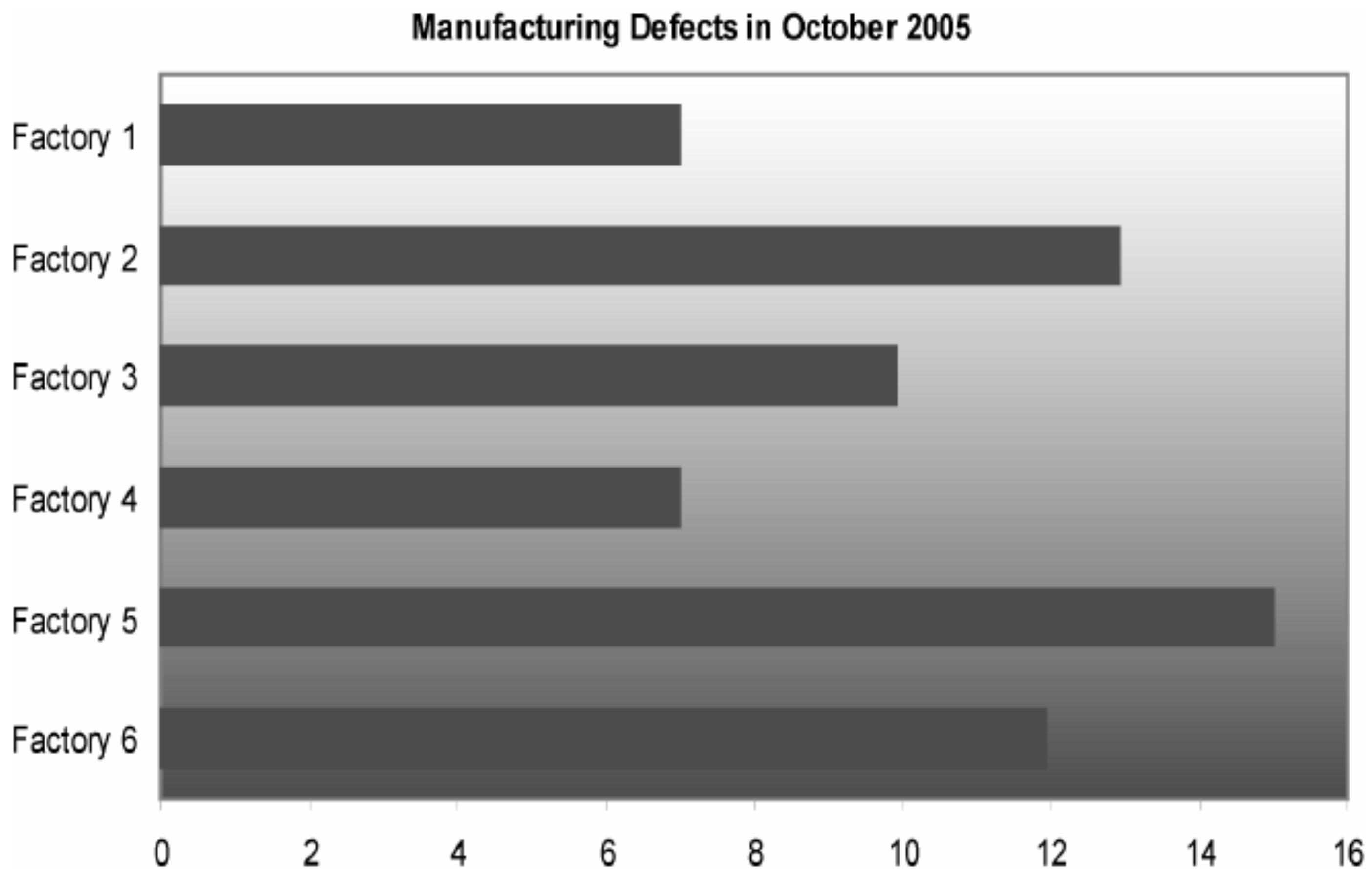
**Figure 2:** The East region clearly stands out in the graph on the right but not in the one on the left, despite the fact that it is the same color on both.

- Use apenas uma cor, a menos que você precise indicar diferenças nos dados



**Figure 3:** Differences in color should only be used to encode differences in meaning.

- Use uma única cor neutra ao fundo
- Usar uma cor de fundo que contraste de forma suficiente com os objetos



**Figure 4:** Color differences in a graph's background can affect perception of the data.

- Componentes que **não representem dados** devem ter apenas a visibilidade necessária para desempenhar sua função mas **não tirar a atenção** dos dados
- **Linhas dos eixos:** use cinza de intensidade média
- **Bordas de legendas ou gráficos:** quando forem necessárias (e normalmente não são) use linhas finas de cor cinza de intensidade média
- **Fundo:** branco, ou de cor única, neutra e suave

- Componentes que representem dados
  - Barras: use cores distintas de média intensidade para cada série de dados
  - Linhas: use cores distintas.
    - Caso as linhas sejam de espessura média use as cores de intensidade média
    - Caso sejam finas, aumente a intensidade
  - Pontos: use cores distintas.
    - Caso os pontos sejam de tamanho médio use as cores de intensidade média.
    - Caso sejam pequenos, aumente a intensidade

- Para garantir que a maioria das pessoas possa distinguir os grupos de dados, evite combinações de **vermelho** e **verde**

# SEMÂNTICA DAS CORES

---



# COLOR EMOTION GUIDE

OPTIMISM CLARITY WARMTH  
FRIENDLY CHEERFUL CONFIDENCE  
EXCITEMENT YOUTHFUL BOLD  
CREATIVE IMAGINATIVE WISE  
TRUST DEPENDABLE STRENGTH  
PEACEFUL GROWTH HEALTH  
BALANCE NEUTRAL CALM



# SINESTESIA DAS CORES



## PREFERÊNCIA POR FAIXA ETÁRIA

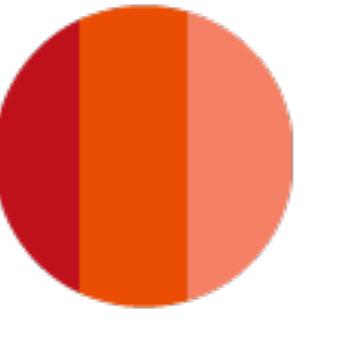
Estudo do psicólogo J. BAMZ, 1976

### CORES E SABORES



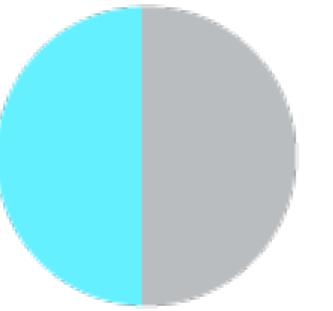
#### Amargo

O sabor amargo está associado às cores escuras e frias, como o verde, marrom e azul.



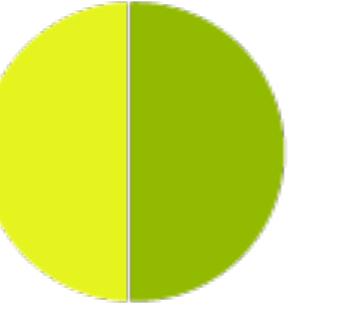
#### Doce

O sabor doce está associado às cores quentes e vibrantes, como o vermelho, laranja e rosa.



#### Salgado

O sabor salgado está associado às cores frias e claras, como o azul claro e cinza.



#### Ácido

A acidez está associada aos tons amarelos e esverdeados mais claros.

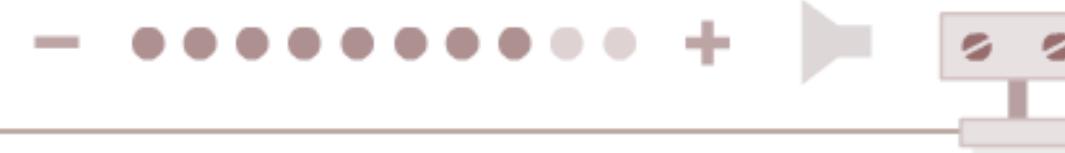
### TEMPERATURA

#### CORES FRIAS



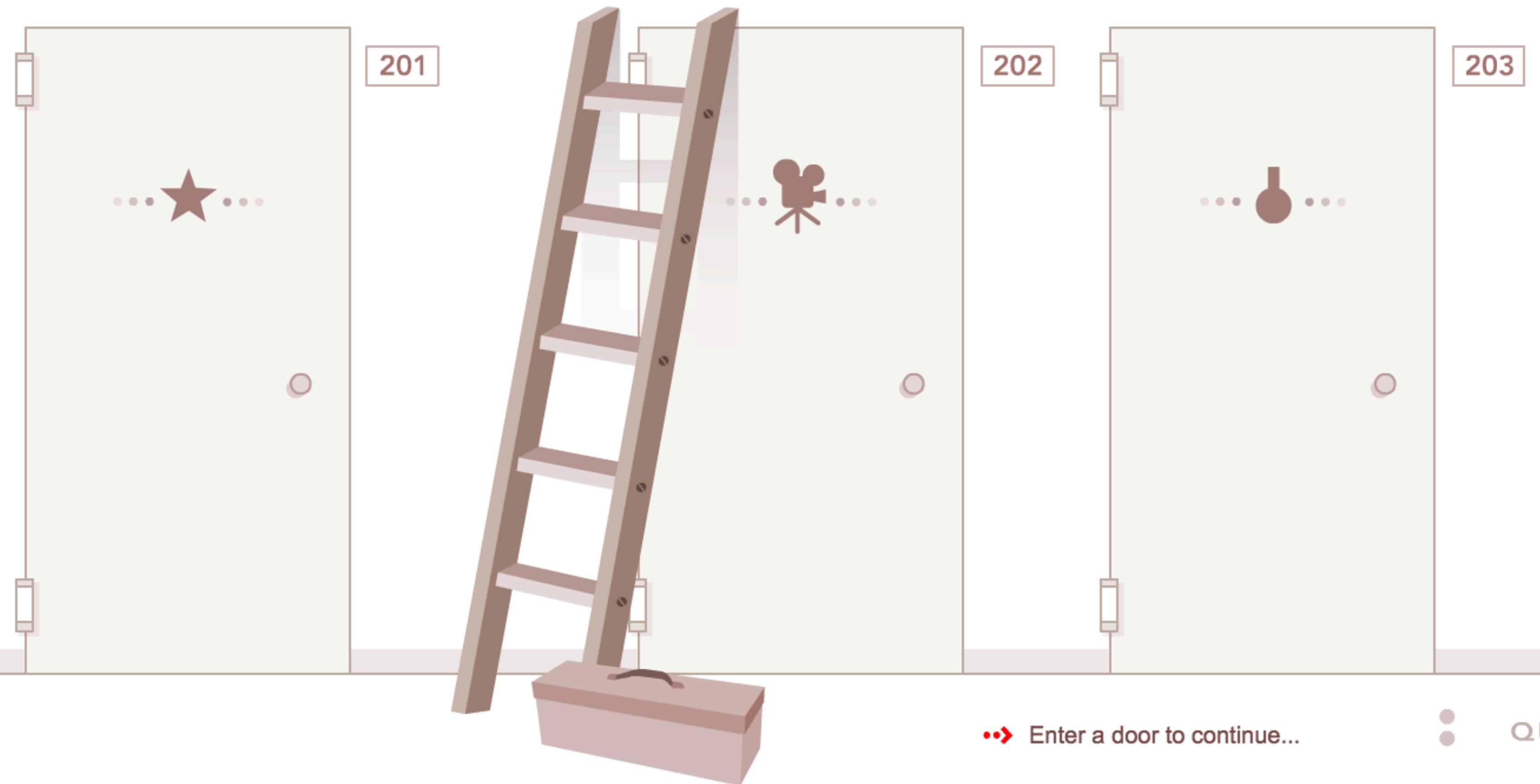
#### CORES QUENTES

Estudo de Jean-Paul Favre e Andre November, 1979



# COLOR in MOTION

An Animated and Interactive  
Experience of Color Communication  
and Color Symbolism



# THE PSYCHOLOGY OF COLOR IN FILM

## MOVIE COLOR SCHEME CHEATSHEET

