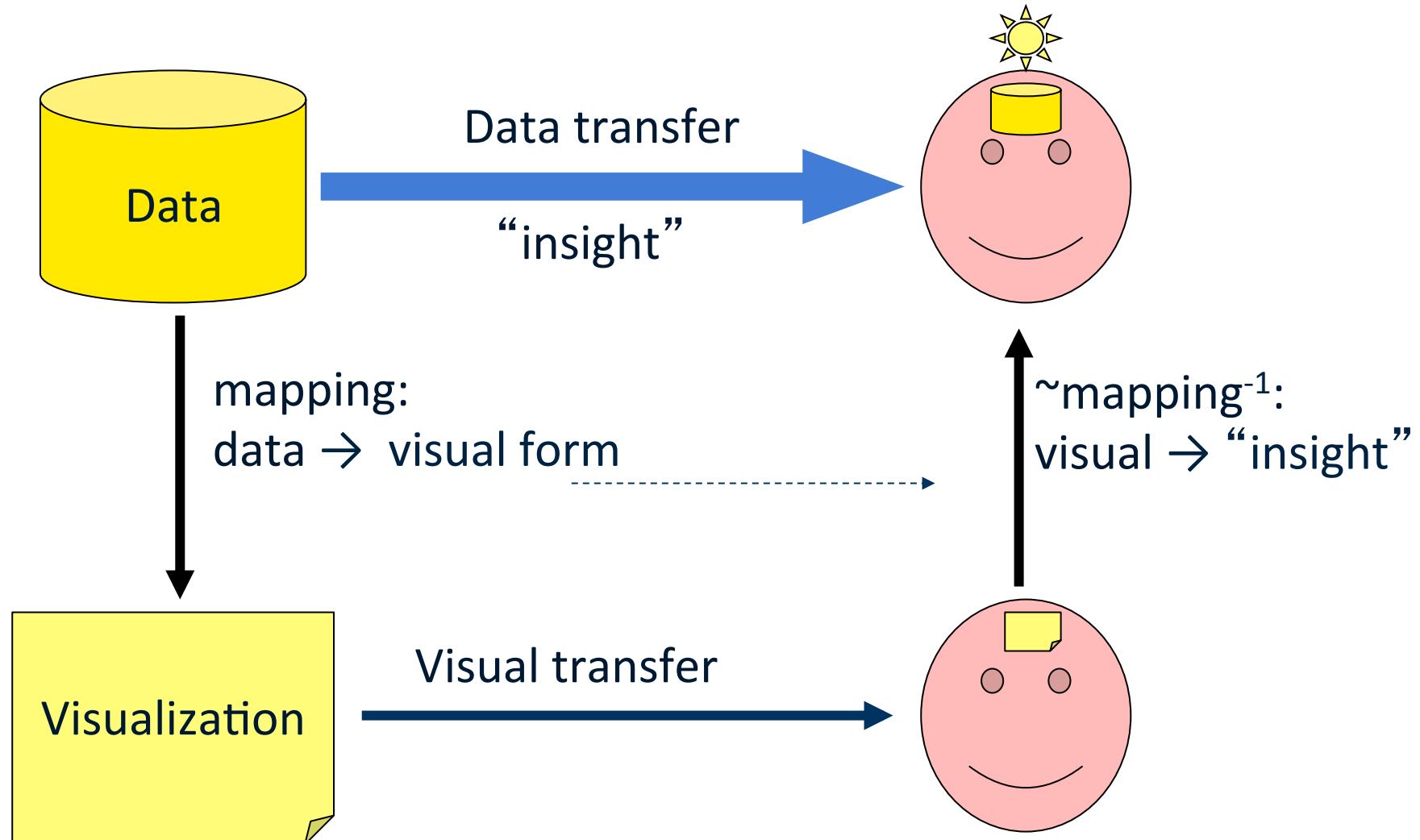


---

# Aspectos relacionados à percepção

Inclui slides adaptados de material de  
Colin Ware e Chris North e de notas de aula de  
IHC e Computação Gráfica

# Visualização



(slide adapted from Chris North)

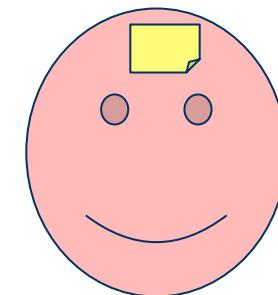
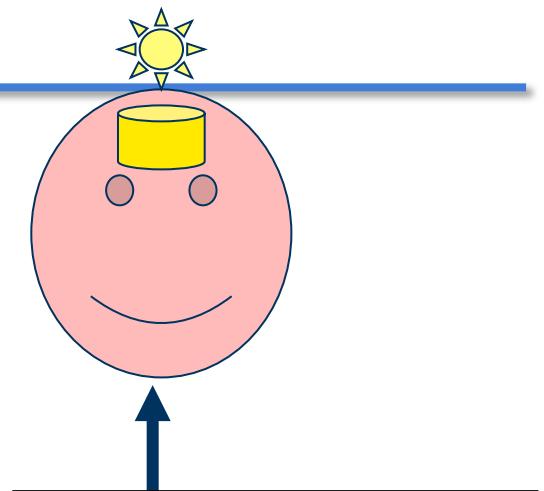
# Percepção

- “Visualizations are absolutely critical to our ability to process complex data and to build better intuitions as to what is happening around us”.

*Fox and Hendlar, in Science, Feb. 11 2011*

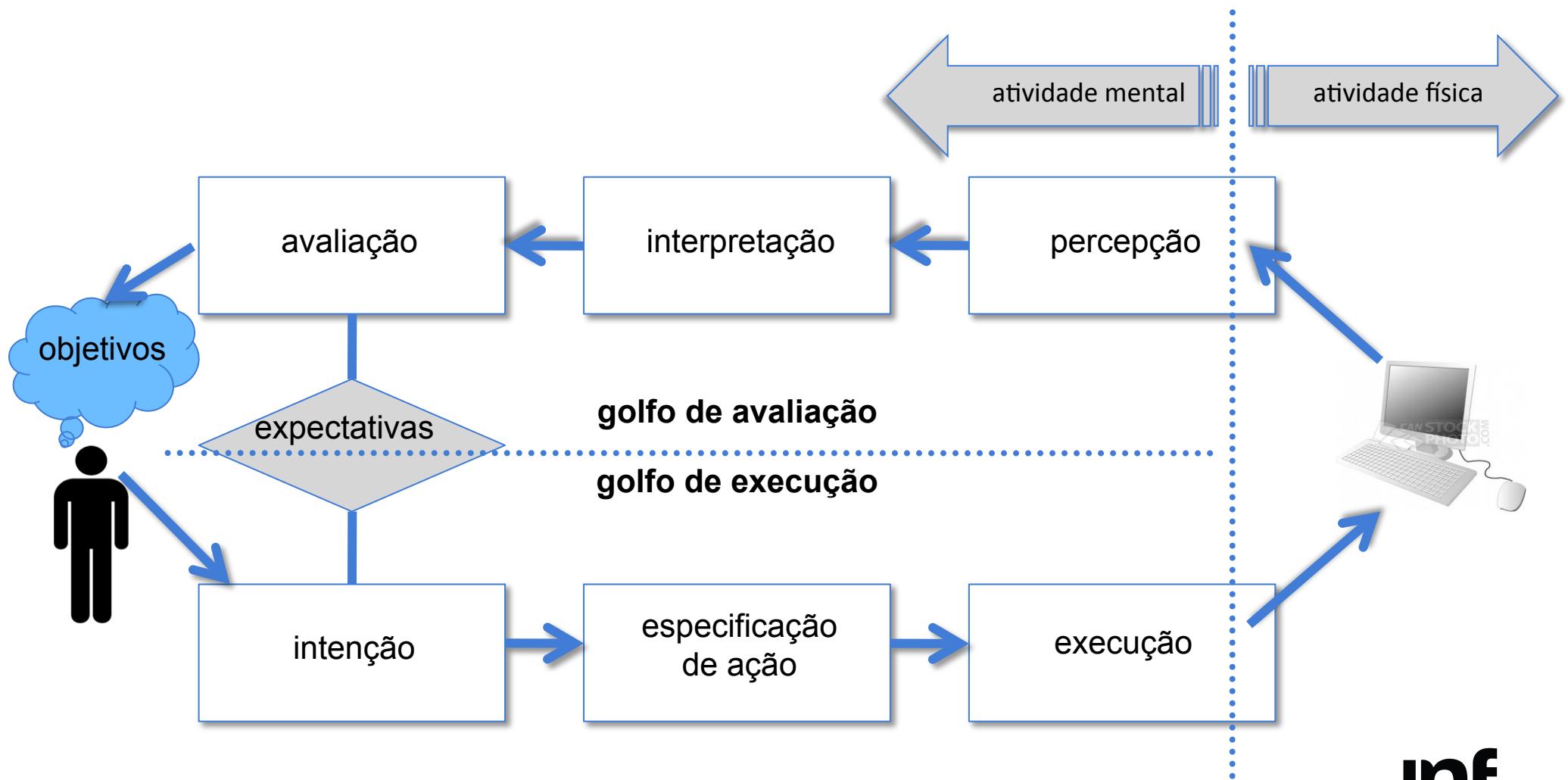
Visualização

Transferência visual  
(largura da banda de comunicação)



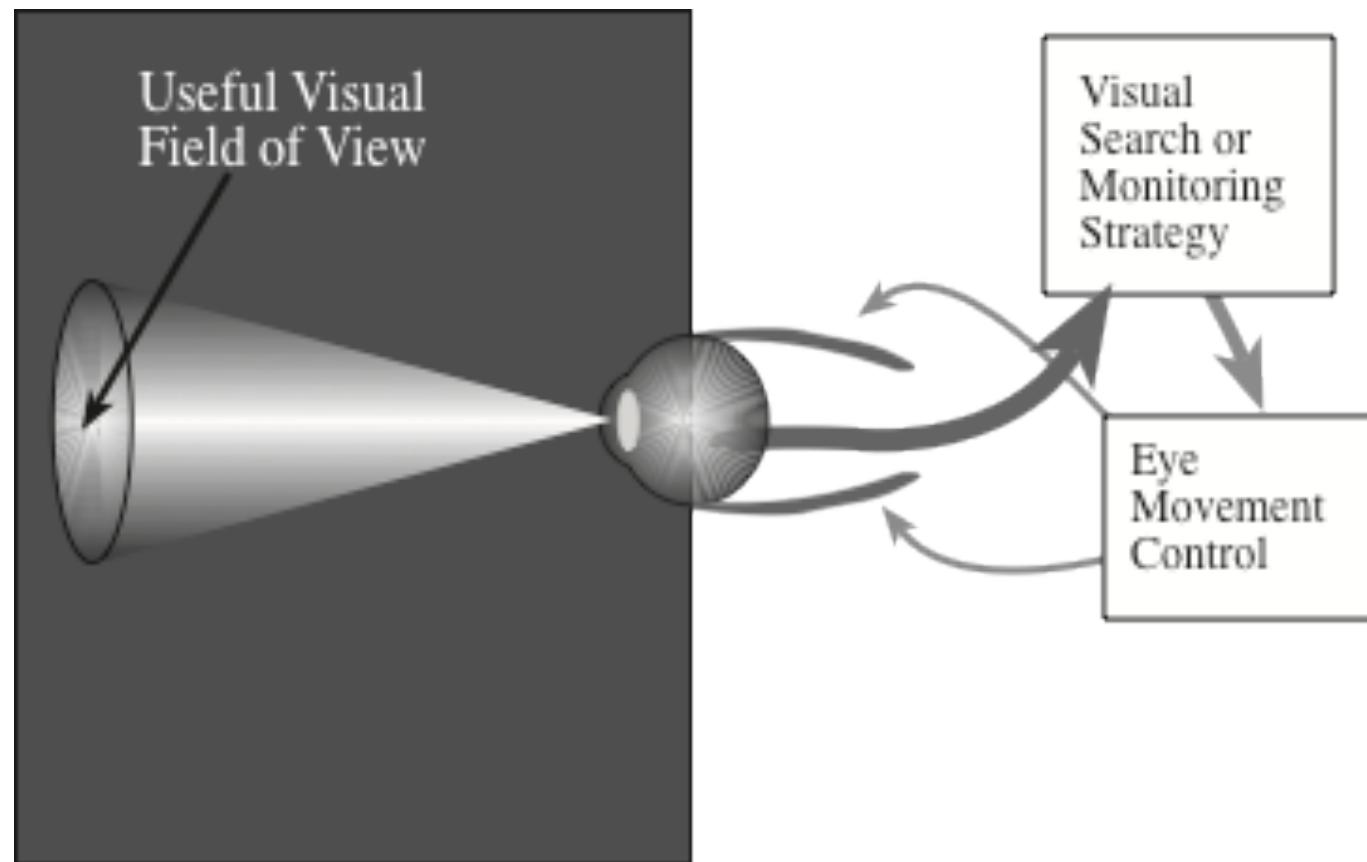
Como garantir o surgimento de insights?

# Golpos de interação em IHC



Teoria de ação de Norman (1991)

# Modelo de ATENÇÃO baseado em visão



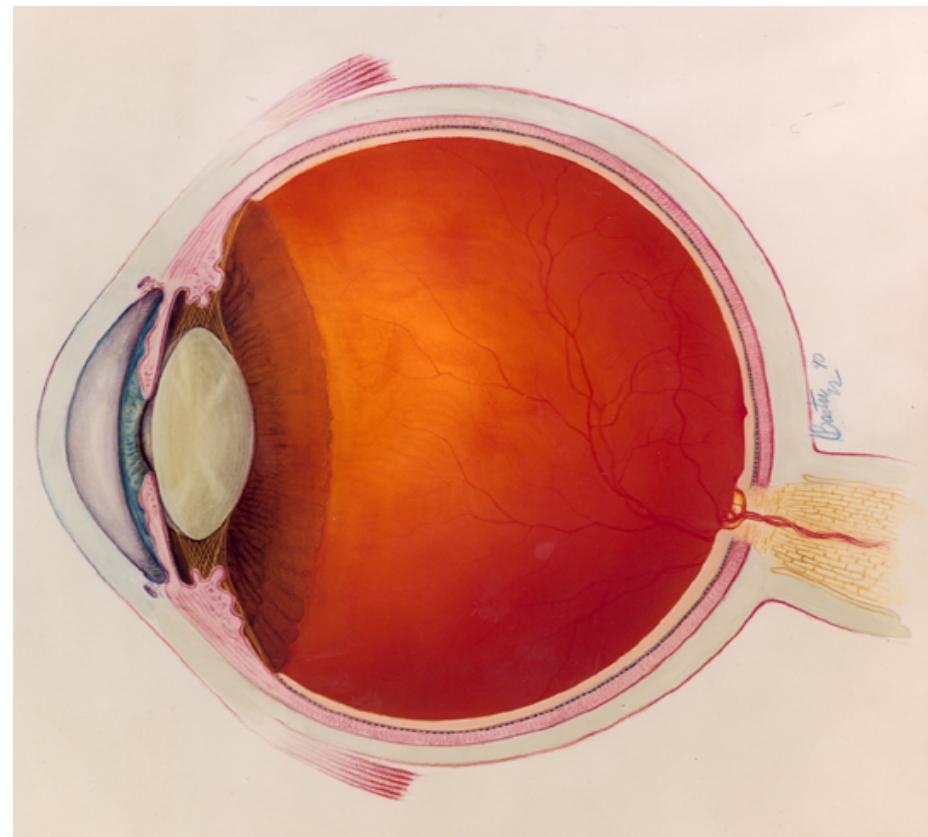
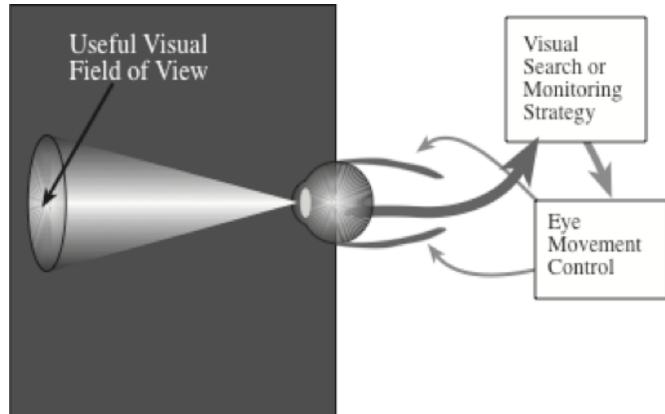
# Propriedades

---

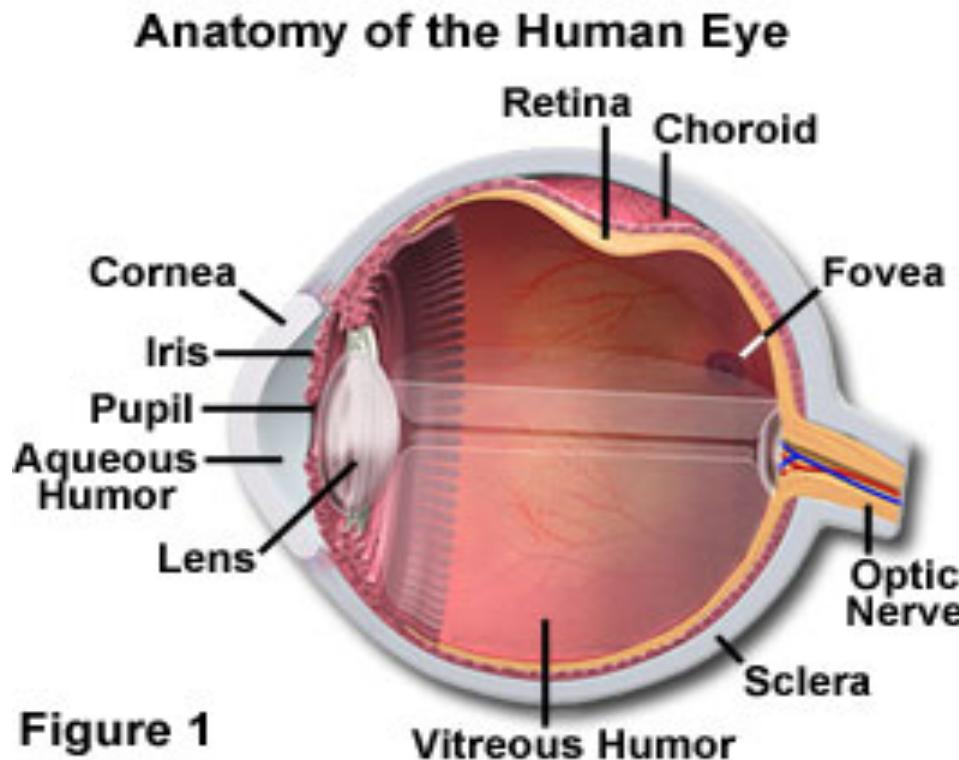
- A atenção é um “filtro” regulável
- “Operadores de atenção” atuam dentro do campo de visão, dependendo da tarefa
  - Obtenção de informação detalhada de um ponto específico
  - Obtenção de informação geral das proximidades com um único “olhar”
- O campo visual é processado em paralelo

# Visão Humana

---



# Fisiologia do Olho Humano



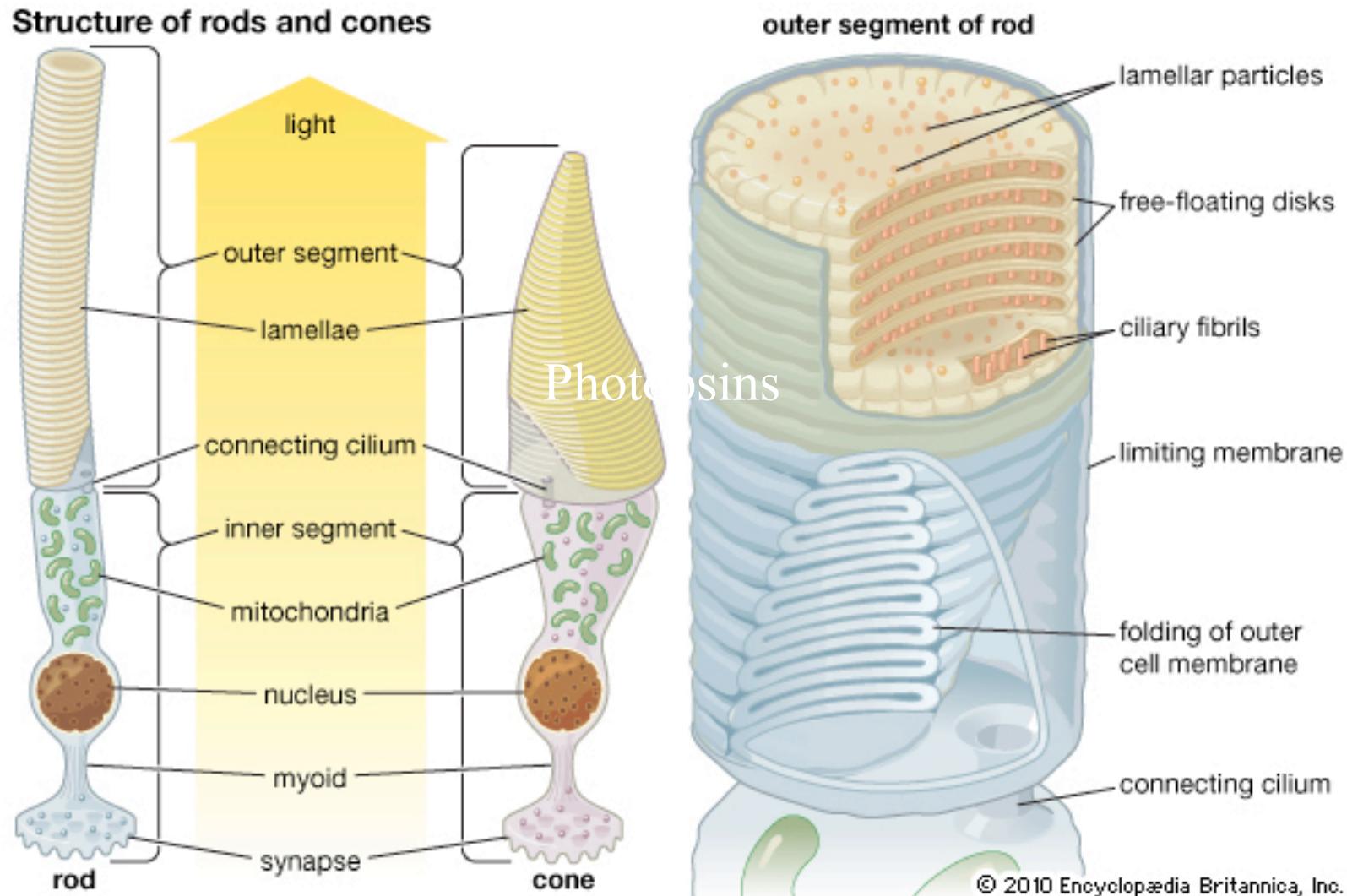
- Retina: parte sensível à luz (200° de cobertura)
- Íris: regula a quantidade de luz que entra no olho
- Lente permite foco
- Fovea: melhor acuidade na retina

# Células na Retina

---

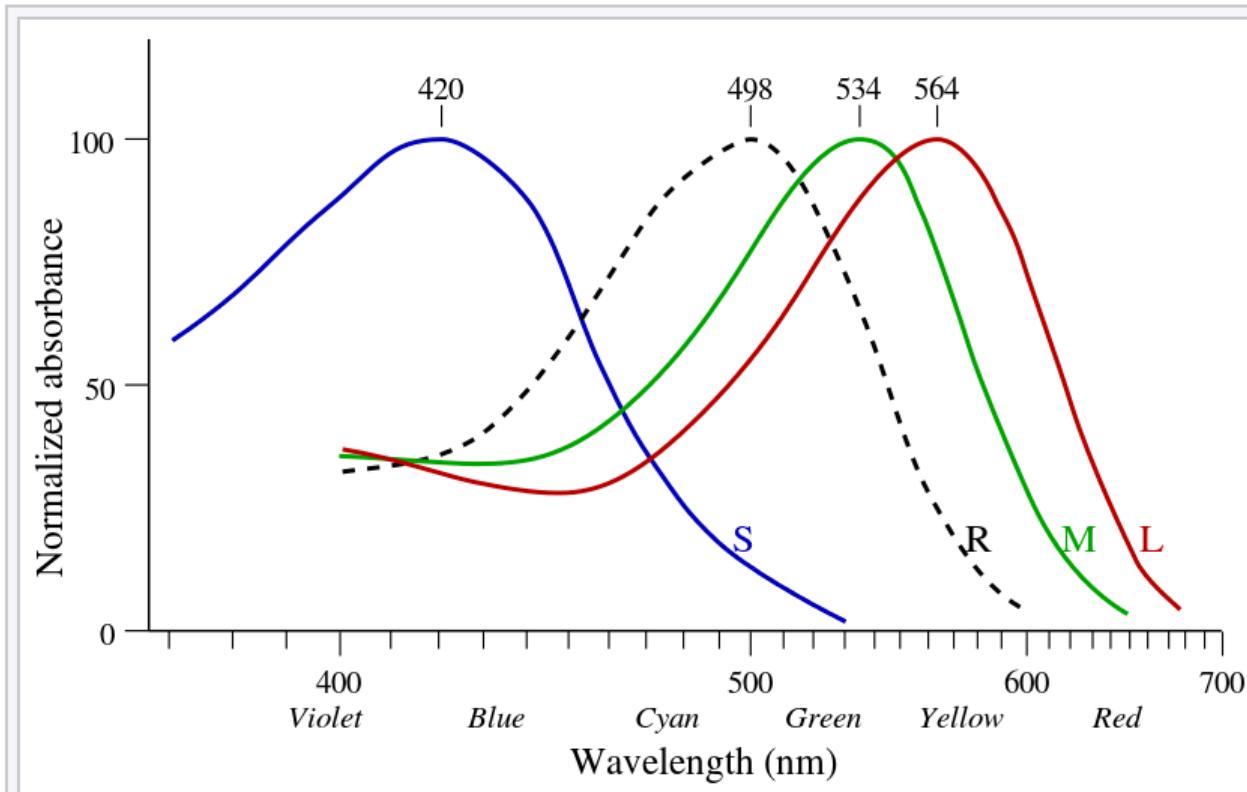
- RODS/Bastonetes
  - 120 milhões
  - Proteína receptora **Rhodopsin**, muito sensível
  - Não detecta cor, apenas intensidade
  - Maior concentração na periferia da retina
- CONES
  - Responsáveis pela visão colorida
  - 6 a 7 milhões
  - **Photopsins**: proteínas receptoras de 3 tipos
  - Comprimentos de onda grandes (**vermelho**), médios (**verde**) e curtos (**azul**)
  - Curtos MENOS receptivos do que os outros dois

# Estrutura de cones e bastonetes



© 2010 Encyclopædia Britannica, Inc.

# Respostas de cones e bastonetes

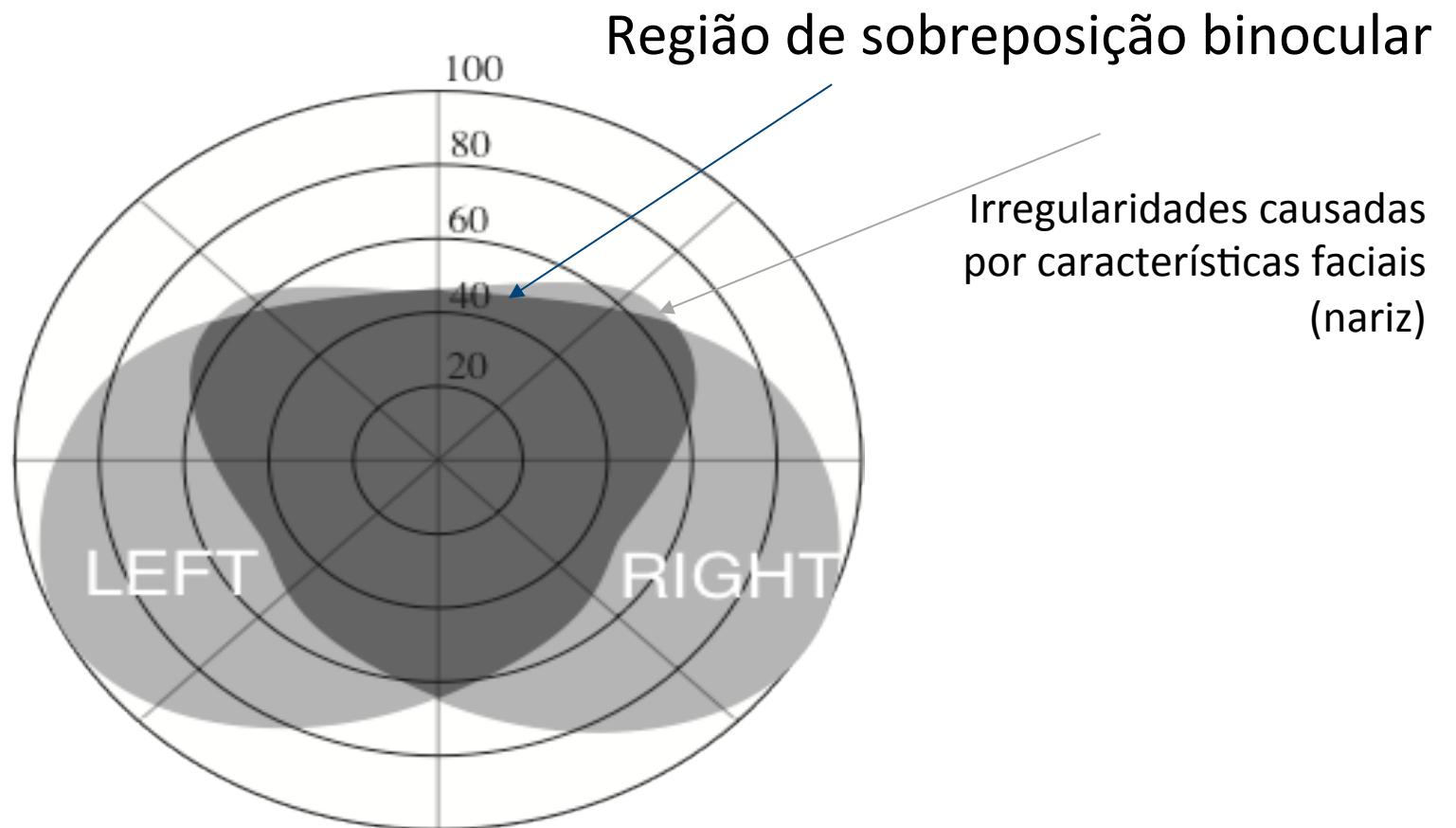


Normalised absorption spectra of the three human photopsins and of human rhodopsin (dashed).

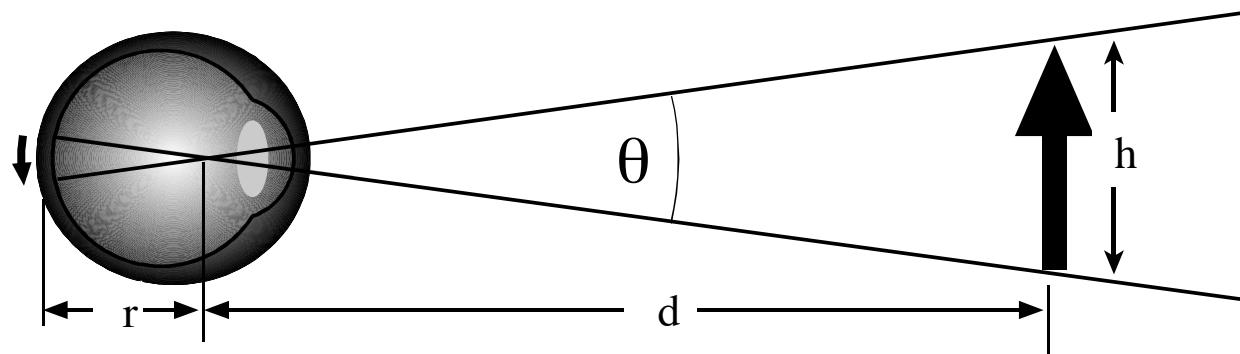
Cone type	Name	Range	Peak wavelength <sup>[1][2]</sup>
S ( <a href="#">OPN1SW</a> ) - "tritan", "cyanolabe"	$\beta$	400–500 nm	420–440 nm
M ( <a href="#">OPN1MW</a> ) - "deutan", "chlorolabe"	$\gamma$	450–630 nm	534–545 nm
L ( <a href="#">OPN1LW</a> ) - "protan", "erythrolabe"	$\rho$	500–700 nm	564–580 nm

# Campo visual humano

---

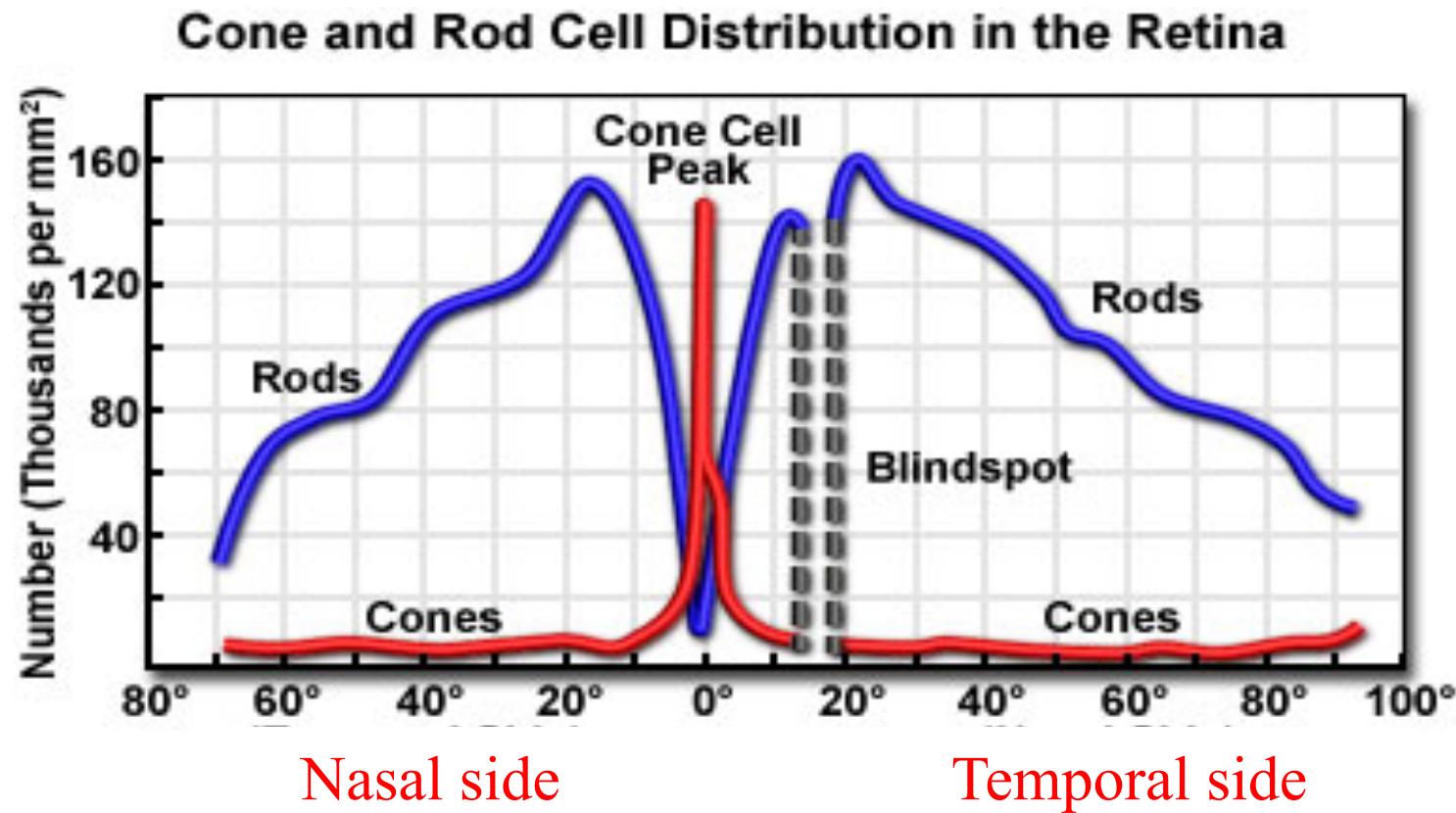


# Ângulo visual e formação da imagem



- A lente natural foca a imagem num mosaico de receptores na retina:
  - bastonetes  $\sim 100$  milhões, sensíveis a baixos níveis de iluminação,
  - cones  $\sim 6$  milhões, sensíveis em condições normais.
- A fóvea é uma região praticamente só com cones, onde a visão é bastante apurada, dado que tem um ângulo visual de 1.5 a 2 graus

# Distribuição de cones e bastonetes



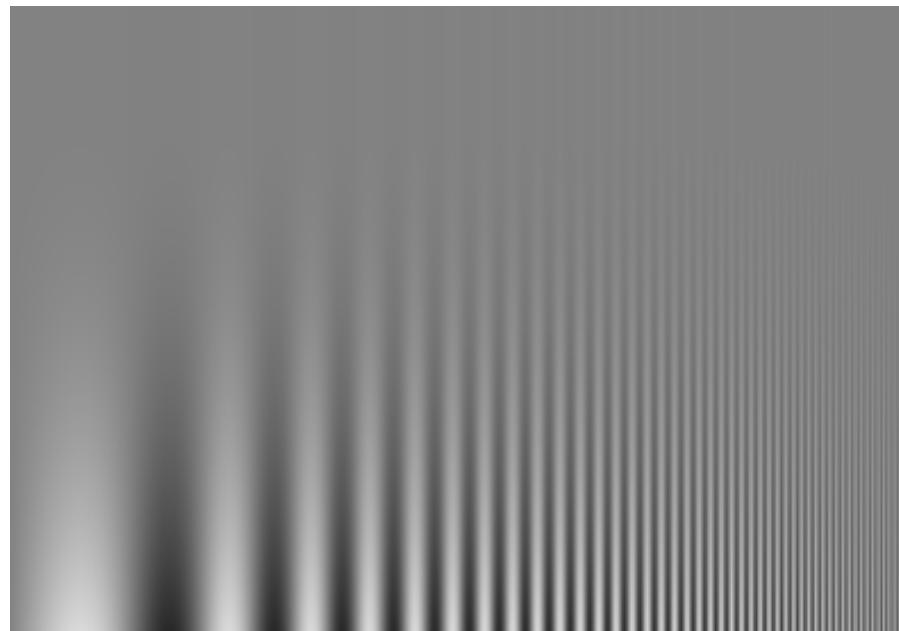
# Acuidade

---

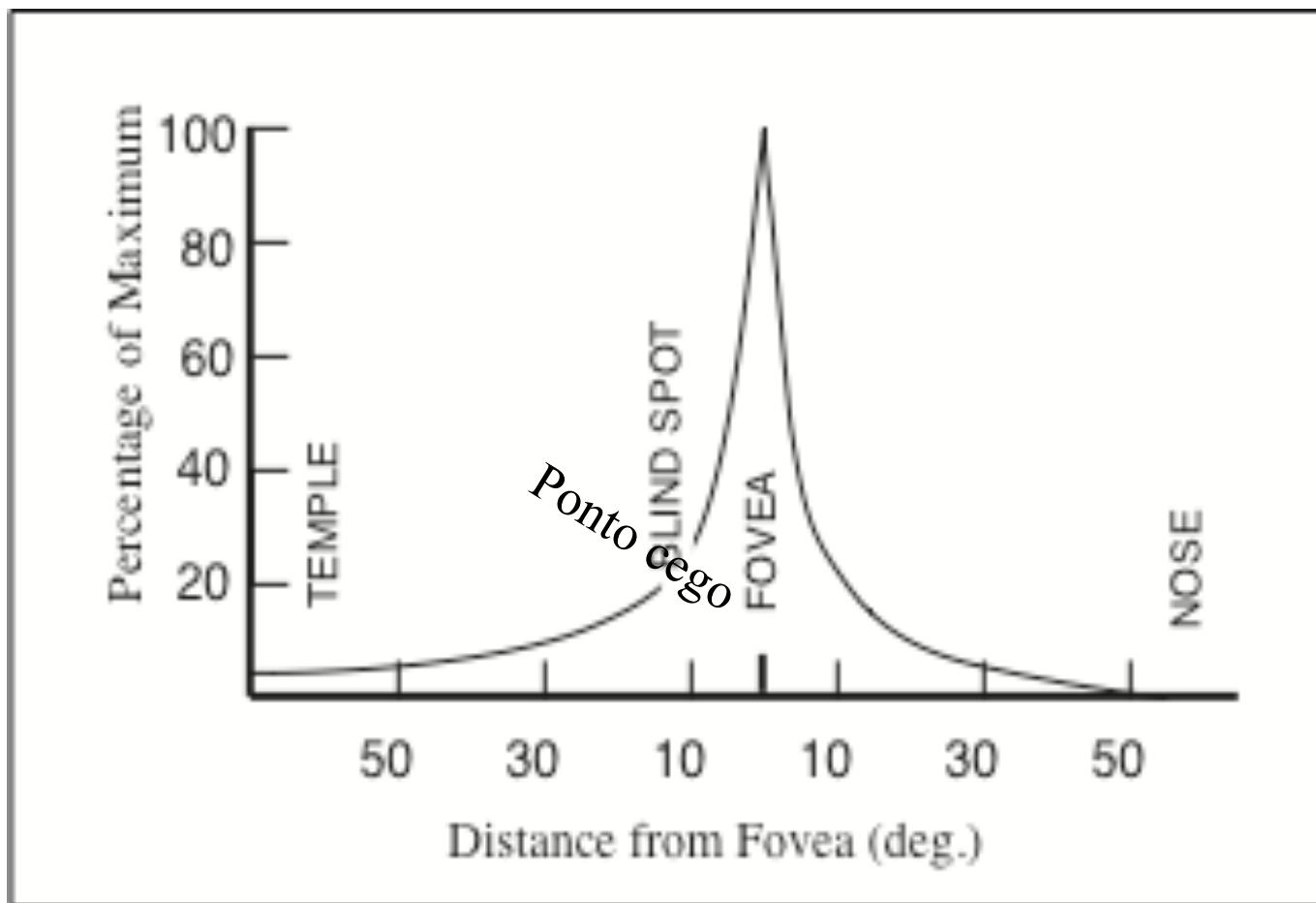
- Medida da nossa habilidade de detectar detalhes:
  - Duas linhas distintas, separadas por um pequeno espaço
  - Duas linhas colineares

---

super acuidade (10 seg de arco)



# Distribuição da acuidade visual



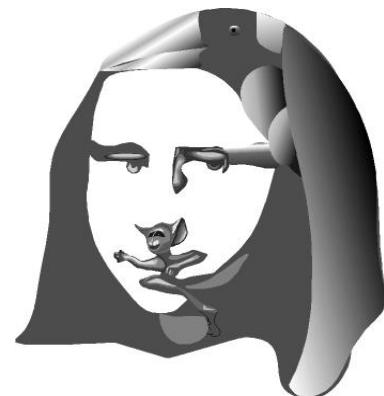
Teste o blind spot: [http://en.wikipedia.org/wiki/Blind\\_spot\\_\(vision\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Blind_spot_(vision))

# Propriedades

---

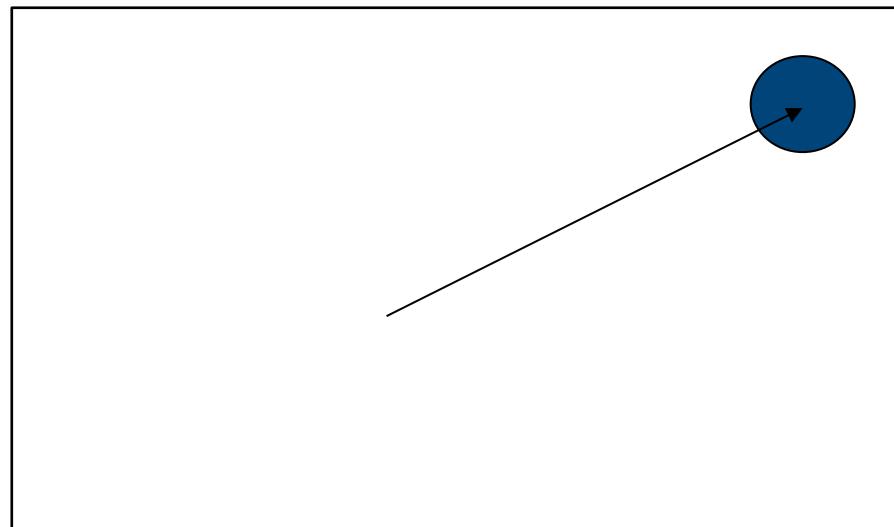
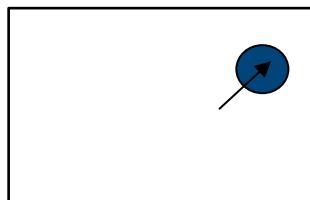
- Tamanho do campo de visão varia com a densidade dos dados
  - Imagens muito densas tornam o campo de visão estreito (de 1 a 4 graus)
  - Em imagens com menos objetos, o campo de visão pode chegar a 15 graus
- Tamanho do campo de visão varia com o nível de stress
  - Em situações de sobrecarga, os objetos na periferia são menos perceptíveis indicando diminuição do campo de visão

# Escala passa a ser importante (1) ---



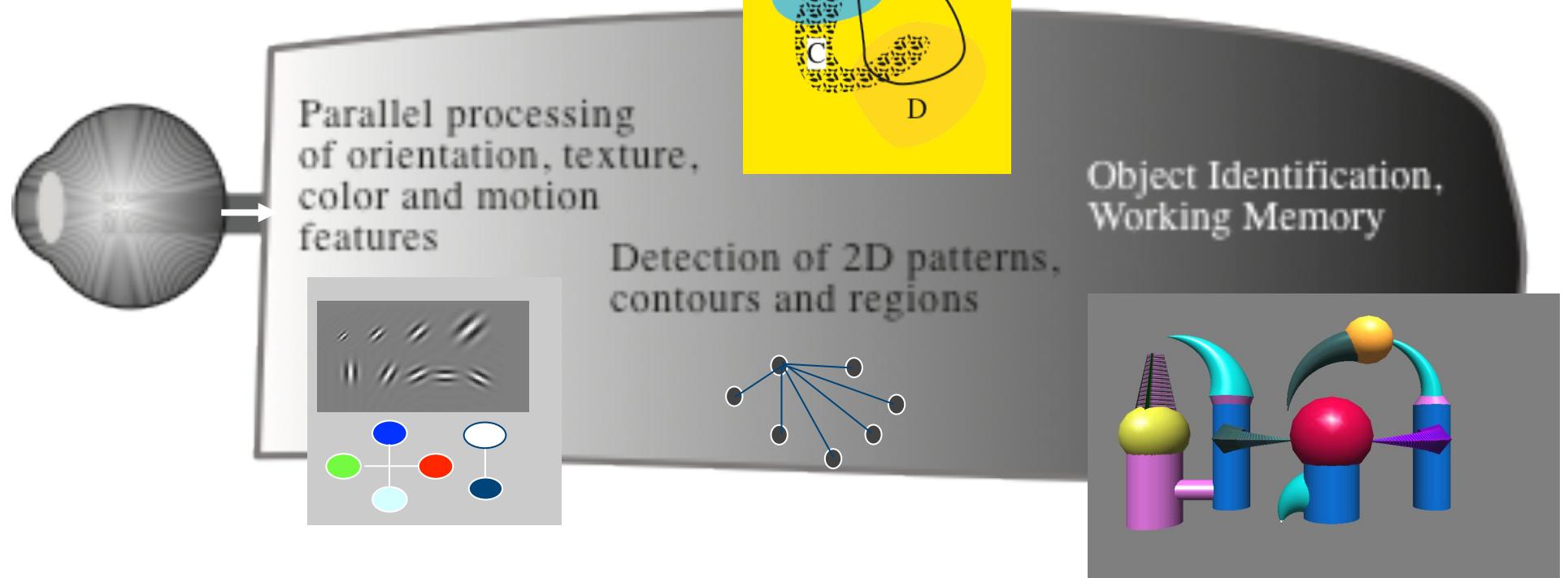
# Escala passa a ser importante (2)

- Imagens grandes: como usar cada display efetivamente?

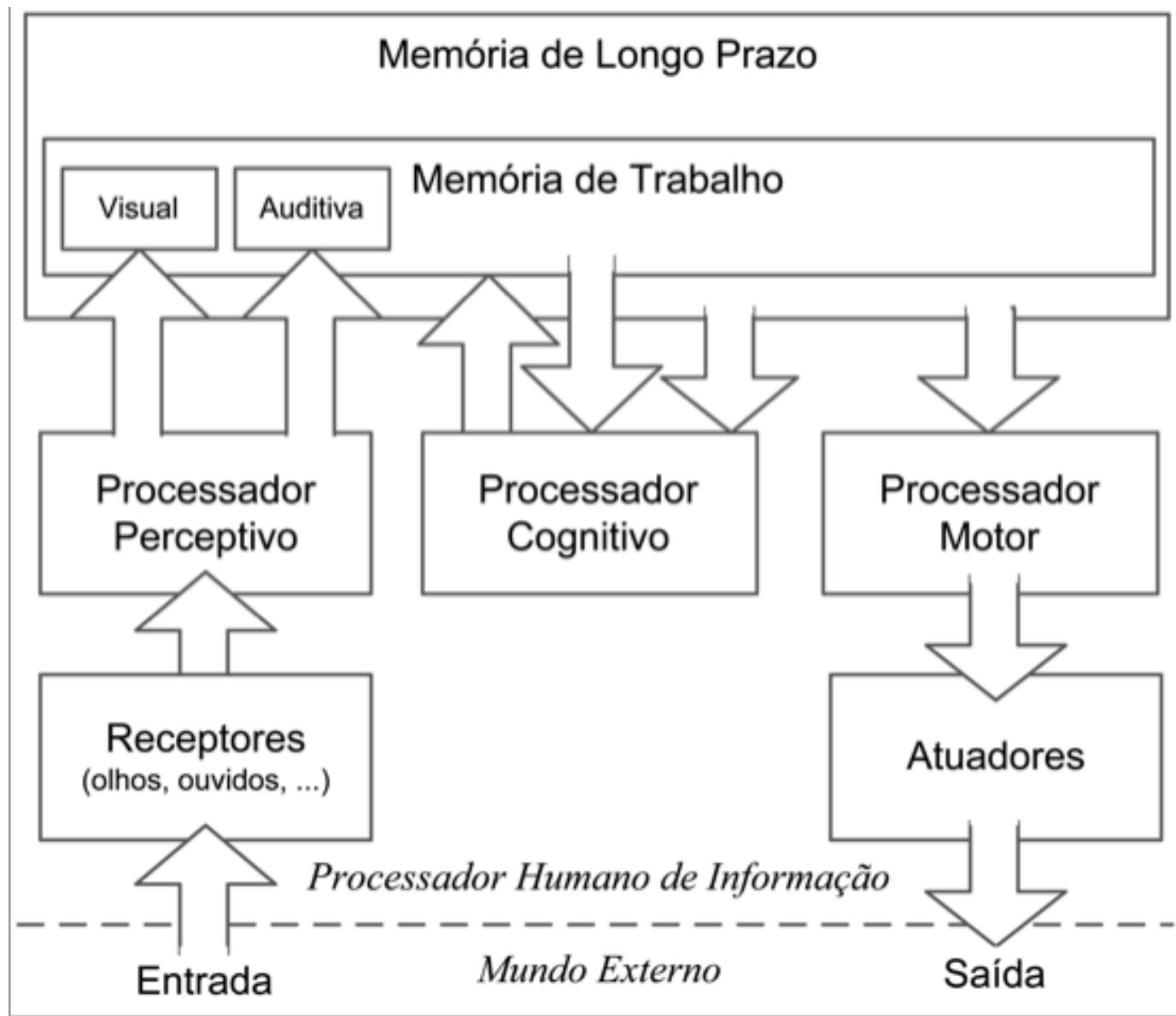


- Custa cerca de 2.5 vezes mais (tempo) fixar alvos na borda de imagens grandes.
- Movimentos da cabeça acompanham movimentos do olhos maiores do que 25 graus.

# O processamento do campo visual



# Processamento de informação pelo homem



(Card et al., 1983)

Cortesia de Barbosa e  
Silva (2010)

# Primitivas de percepção

---

- Efeitos de atenção geral
  - popout effects
- Efeitos de divisão do campo visual
  - segmentação

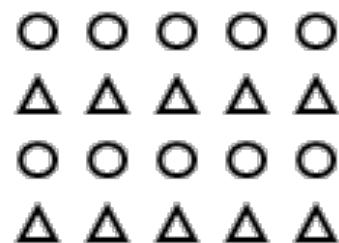
# Percepção de padrões/reconhecimento de elementos

- Uso dos princípios de Gestalt (“gestalt” ~ forma, essência)

proximidade



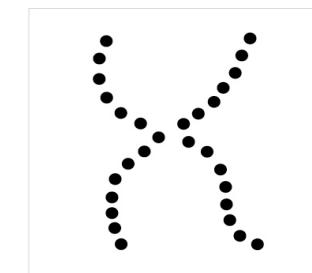
similaridade



simetria



continuidade



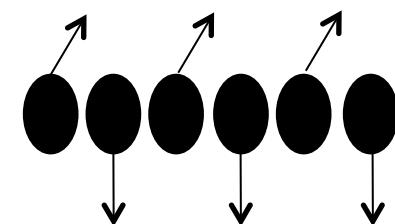
fechamento



figura x fundo



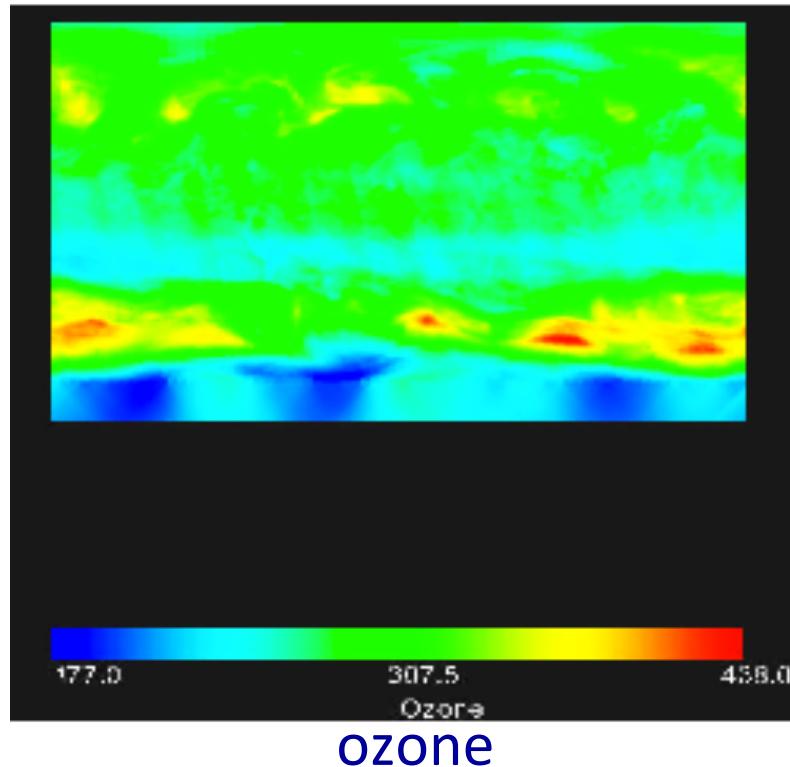
“destino comum”



[http://www.interaction-design.org/encyclopedia/gestalt\\_principles\\_of\\_form\\_perception.html](http://www.interaction-design.org/encyclopedia/gestalt_principles_of_form_perception.html)

# Percepção de cores

- Cores são usadas para
  - Classificar elementos, realçar agrupamentos
  - Representar um valor, chamar atenção



# Percepção de cores

---

- O mapa de cores é crítico para que o observador compreenda os valores representados
- O default em muitas aplicações é o “jet colormap”, mas a sua adequação já foi contestada

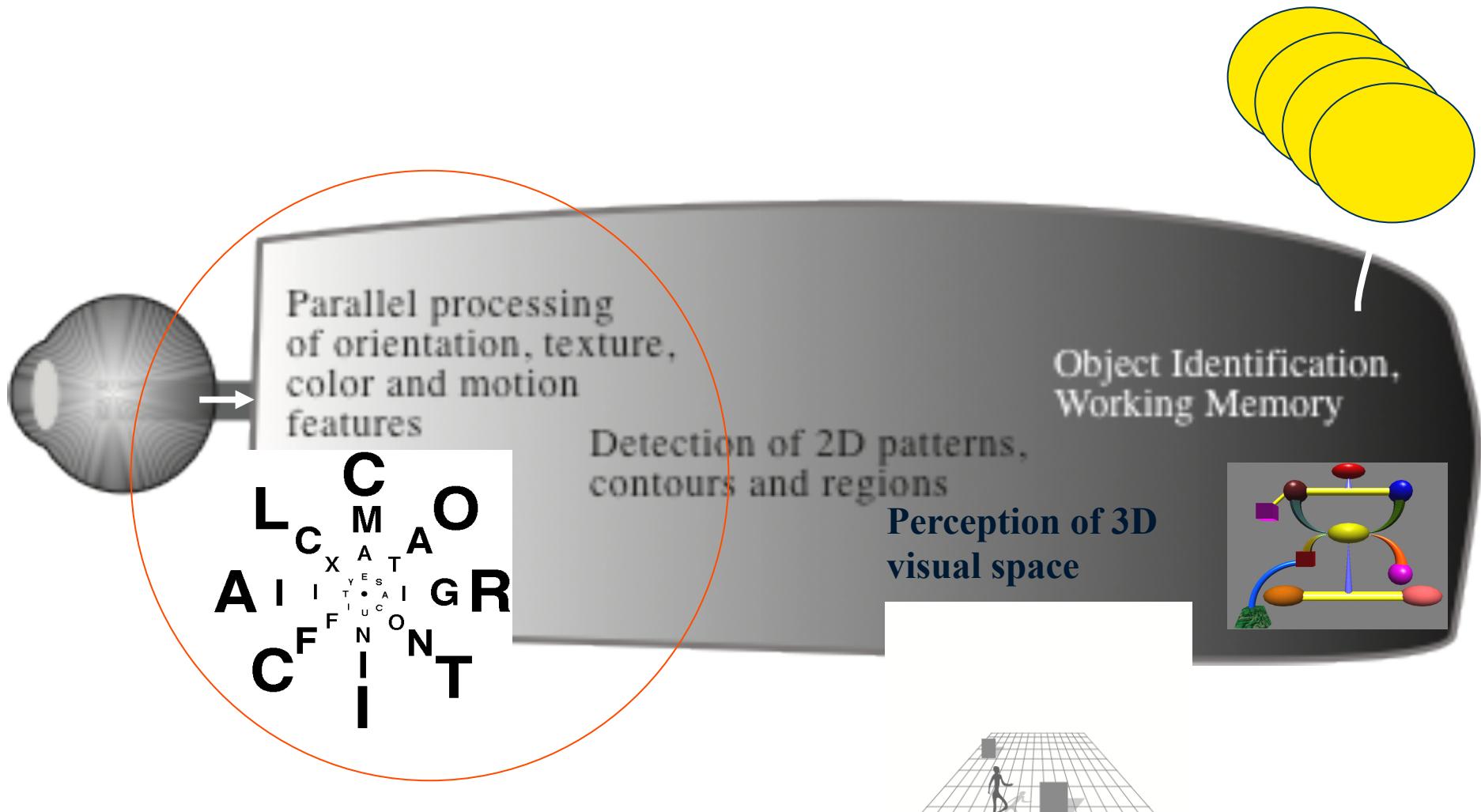


- “A Better Default Colormap for Matplotlib”, de Nathaniel Smith and Stéfan van der Walt, apresentado no evento SciPy 2015

<https://bids.github.io/colormap/>

<https://www.youtube.com/watch?v=xAoljeRJ3IU>

# O processo

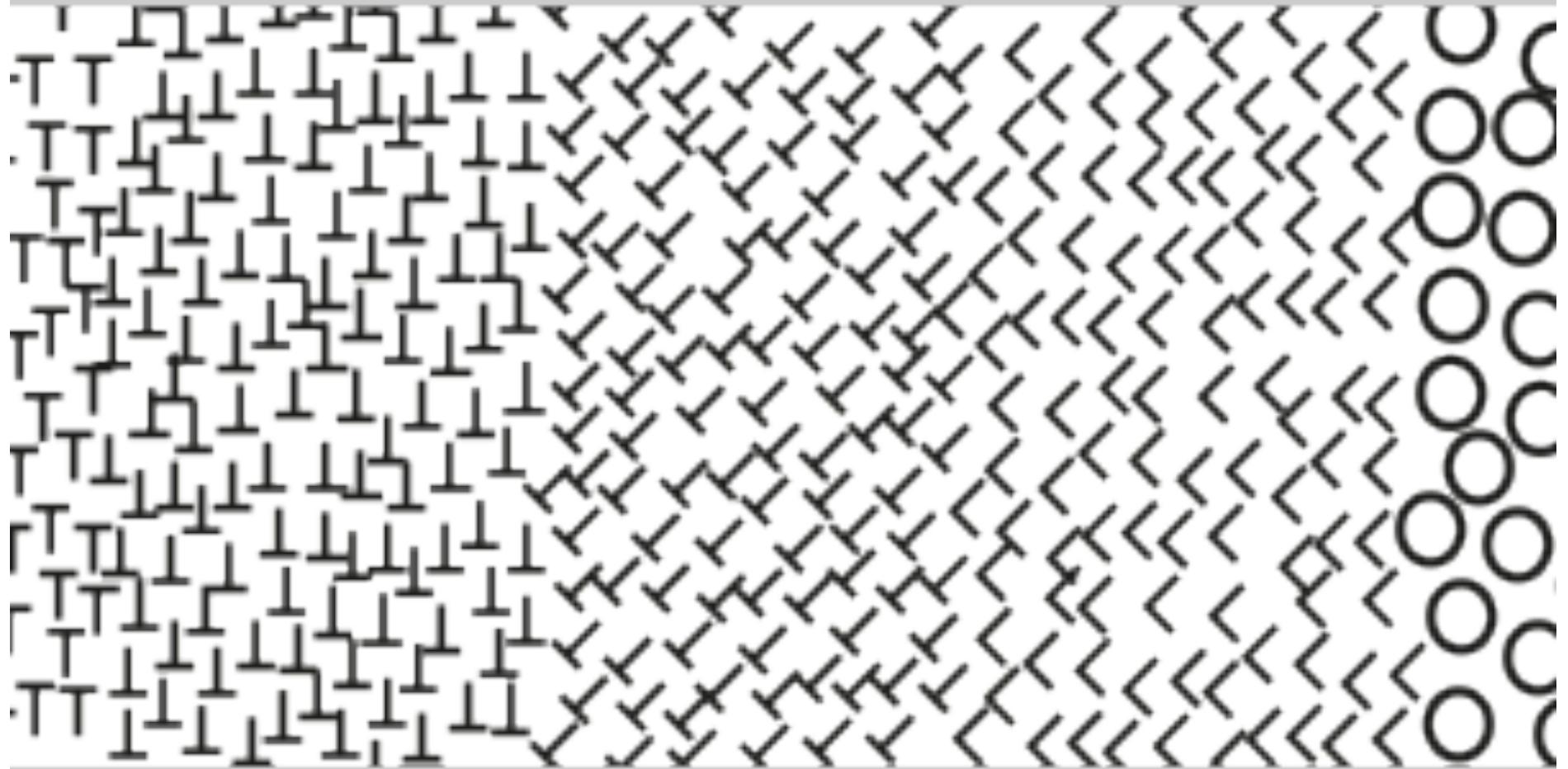


# Relevância da visão de baixo nível

---

- Mecanismos de pré-atenção
- Símbolos
- Segmentação da cena
- Movimento

# Segmentação por características primitivas



# Processamento de pré-atenção

---

Como contar os dígitos 3 nesta sequência?

897390570927940579629765098294  
08028085080830802809850-802808  
567847298872ty4582020947577200  
21789843890r455790456099272188  
897594797902855892594573979209

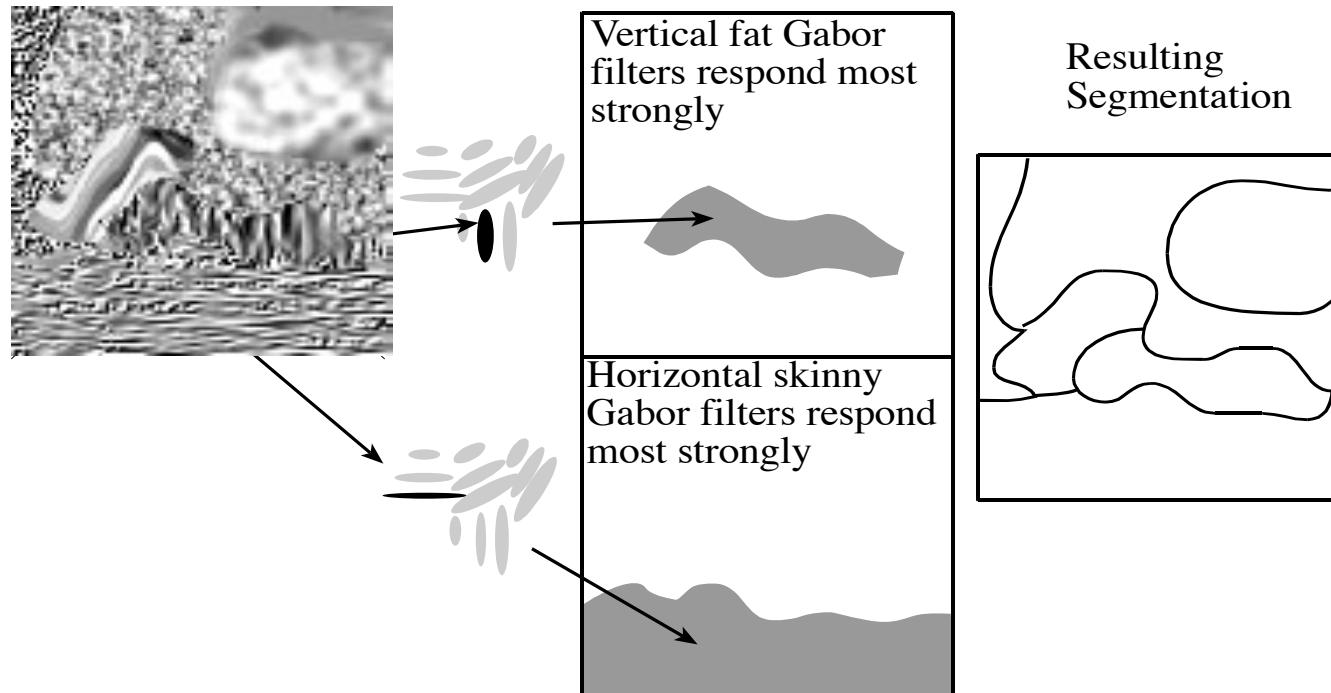
# Cor é elemento de pré-atenção (*Pops out*)

---

Como contar os dígitos 3 nesta sequência?

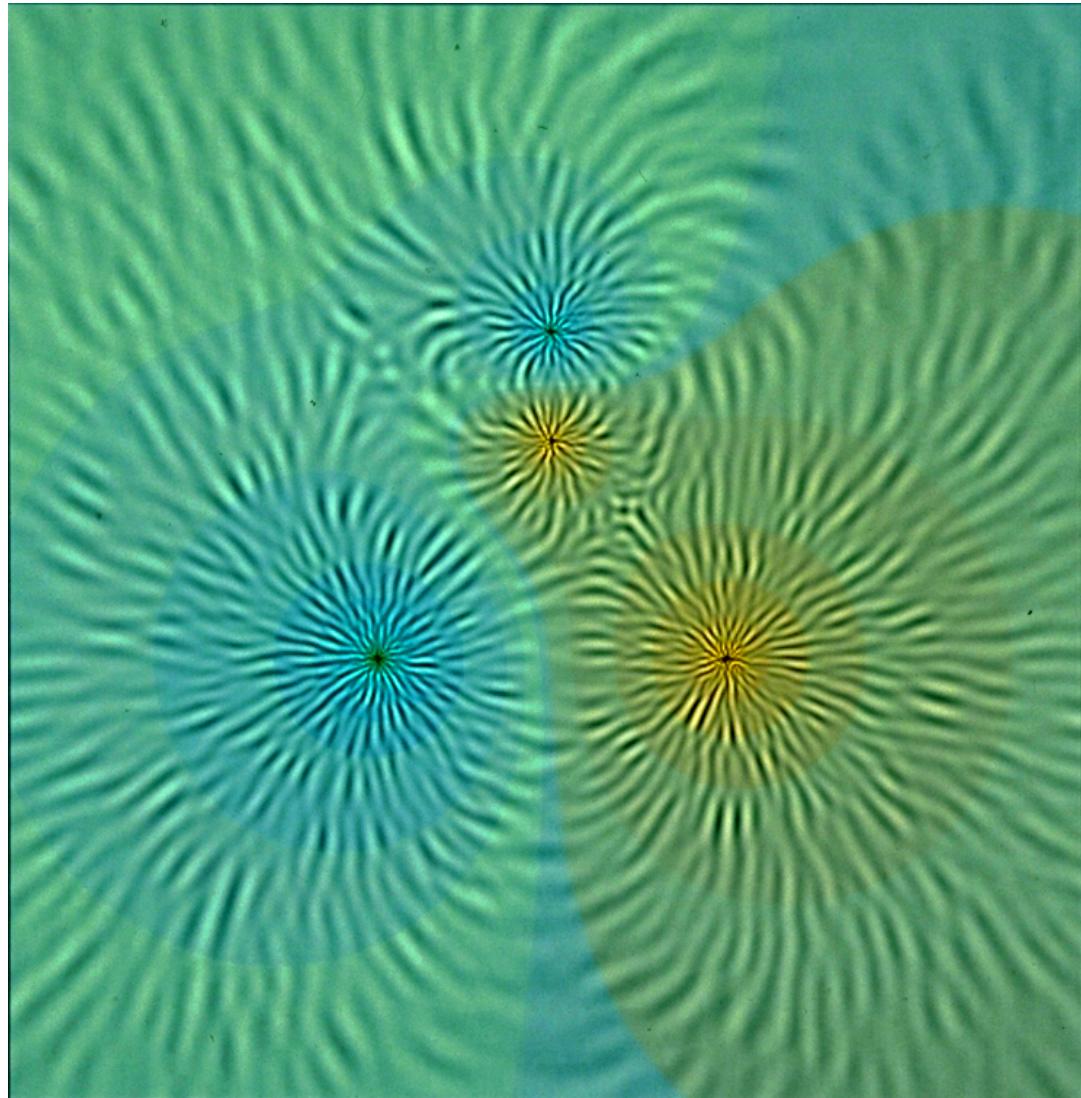
897**3**90570927940579629765098294  
080280850808**3**0802809850-802808  
567847298872ty4582020947577200  
2178984**3**890r455790456099272188  
89759479790285589259457**3**979209

# Segmentação da imagem baseada em textura



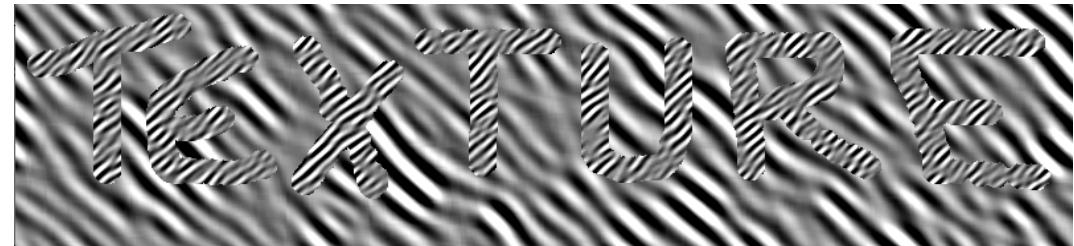
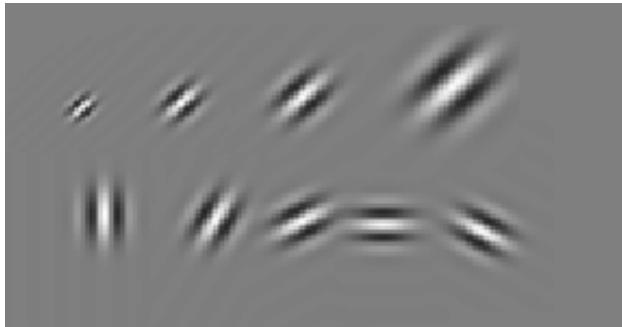
# Campos de vetores usando texturas

---



# Orientação e tamanho em texturas

---

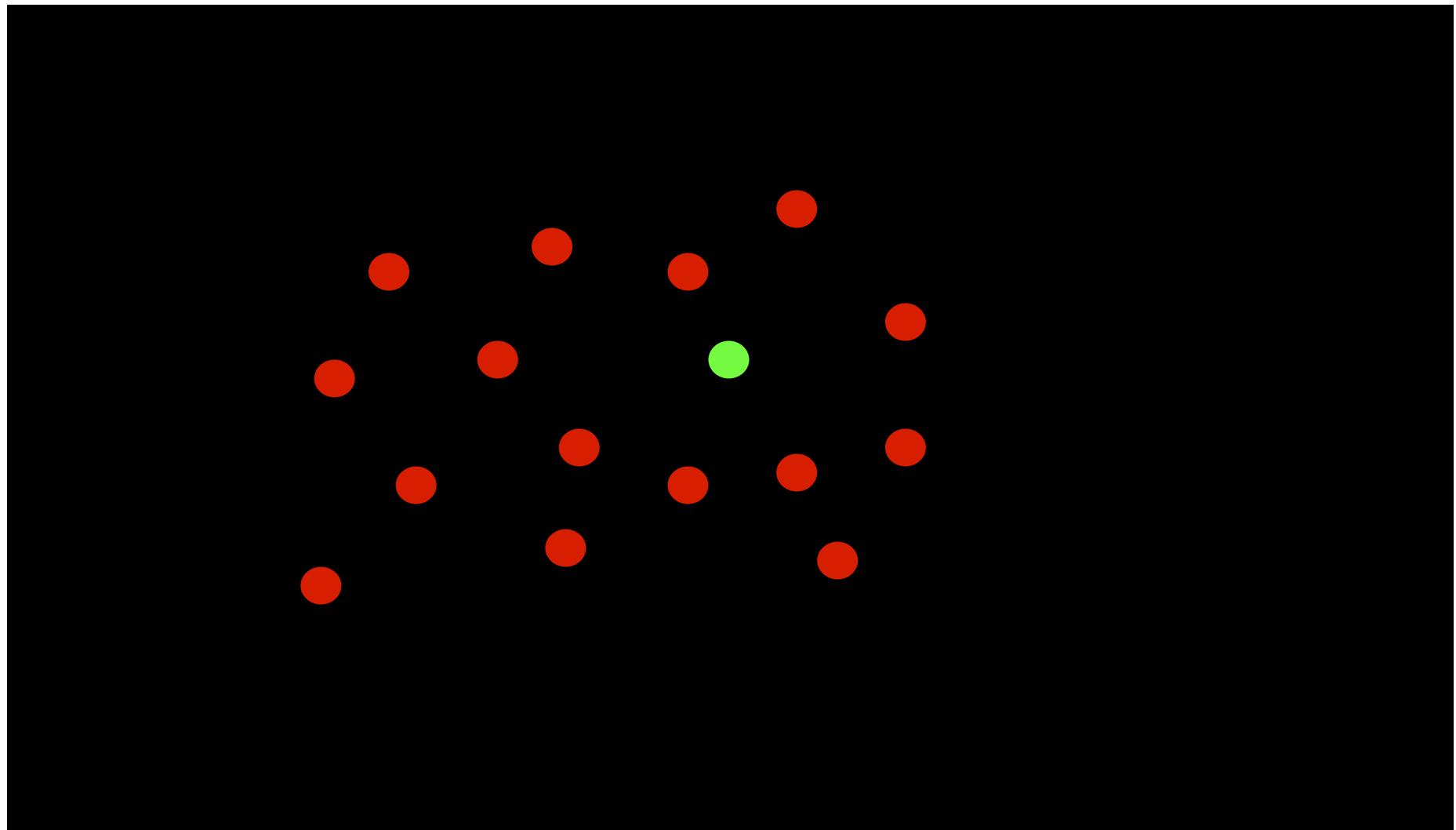


---

# Mecanismos atuando em pré-atenção

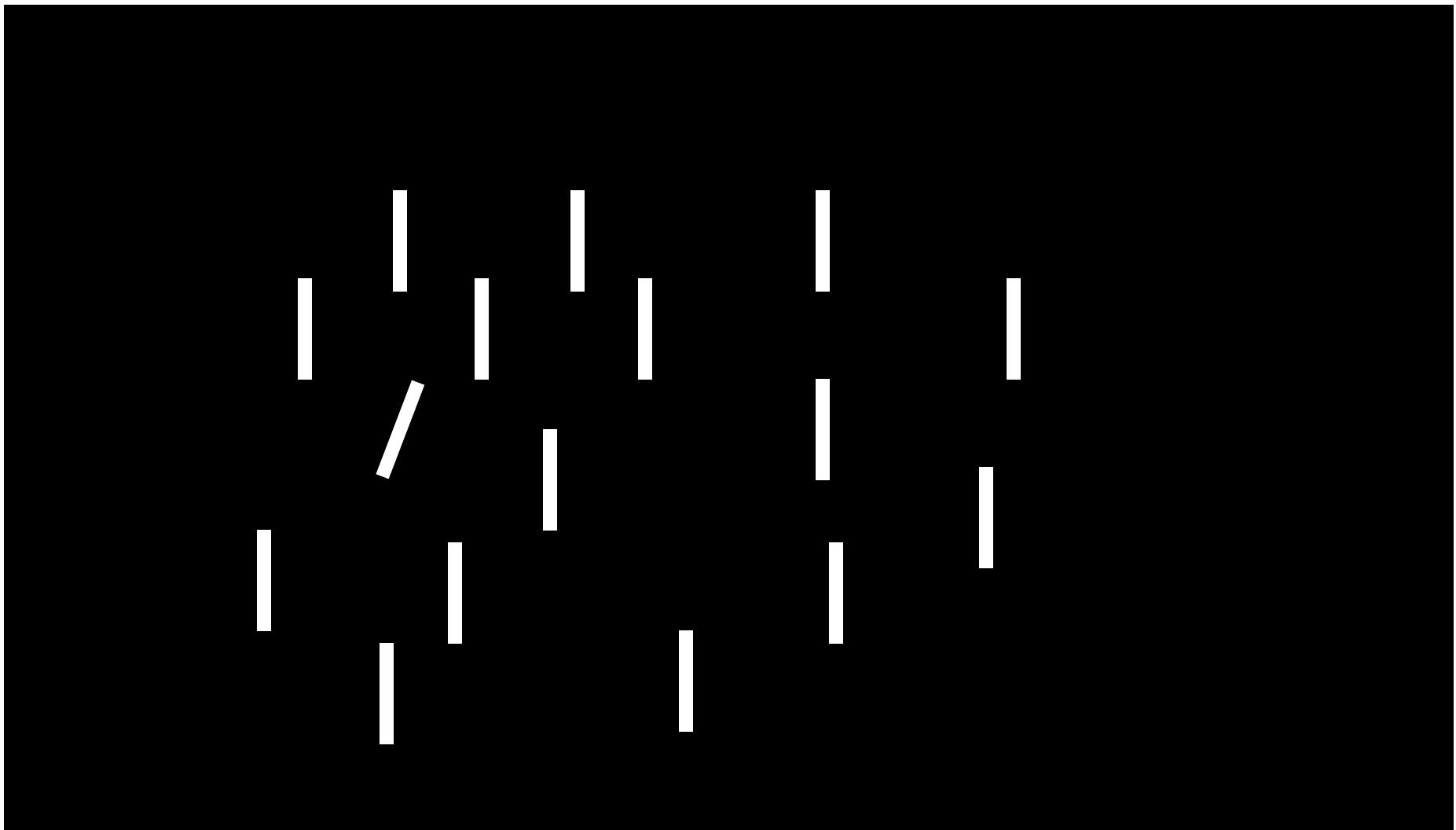
# Mecanismos de pré-atenção: cor

---



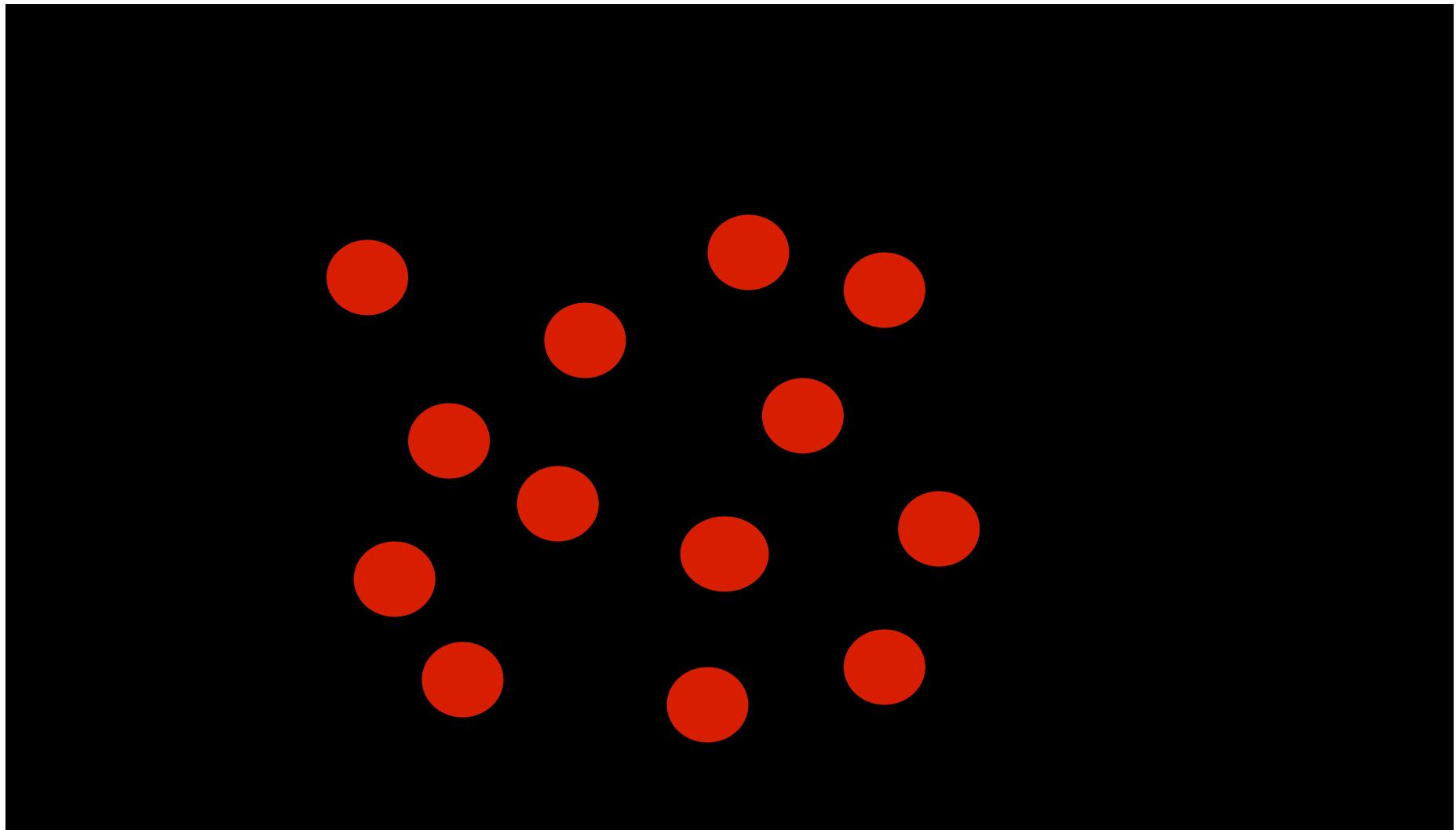
# Orientação

---



# Movimento

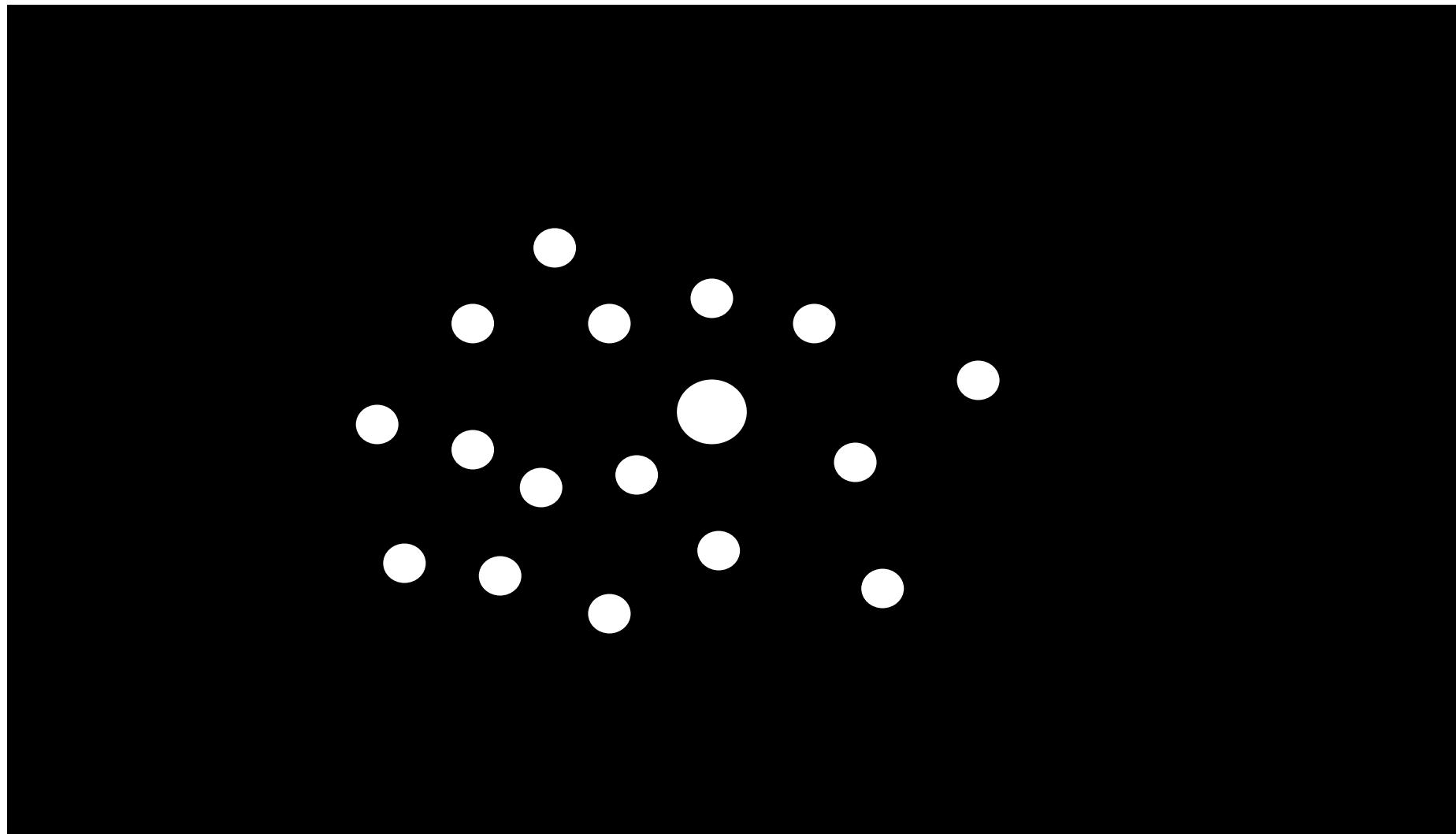
---



Animation for attention and comprehension

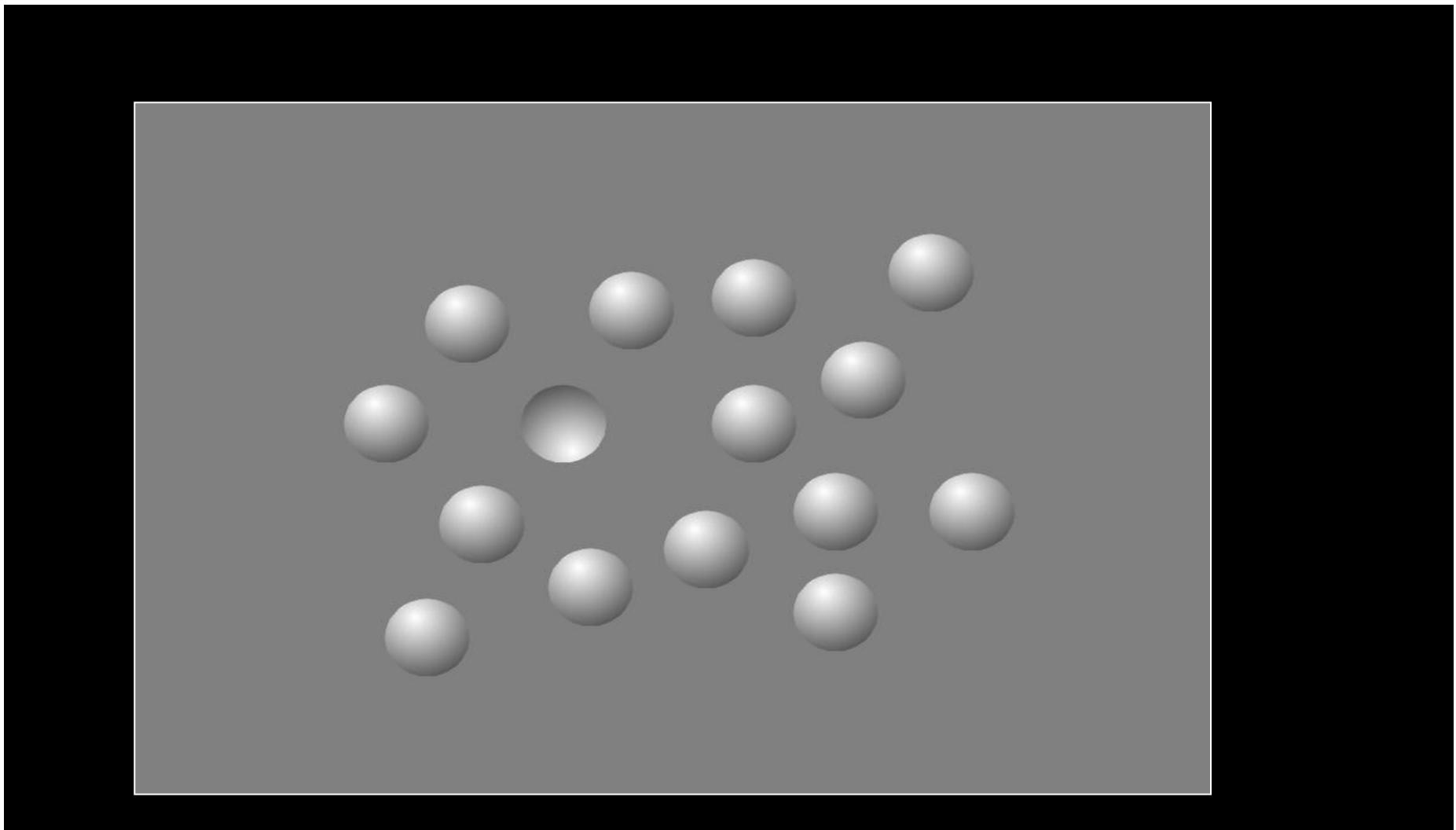
# Tamanho

---



# Sombreamento simples

---

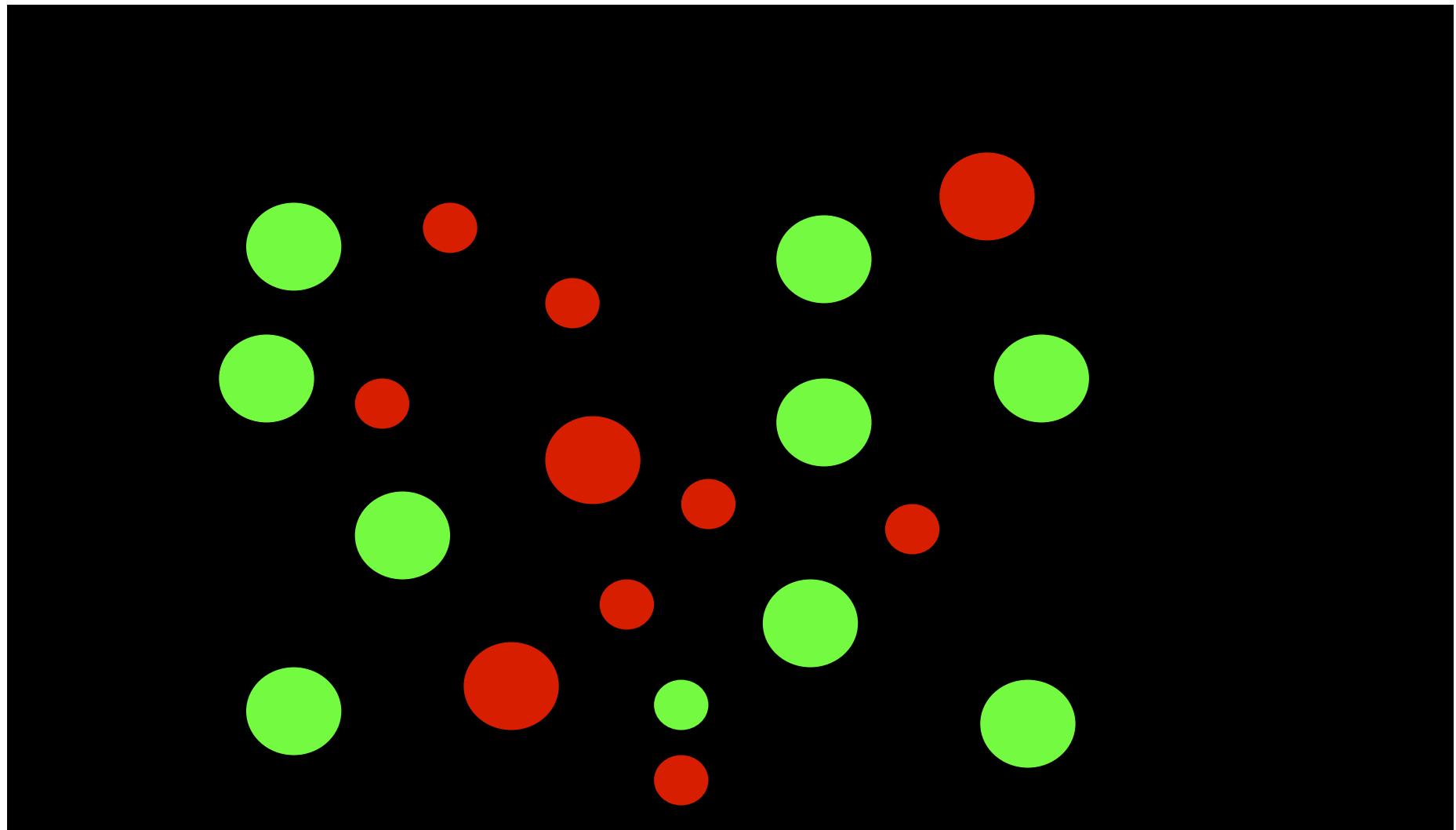


---

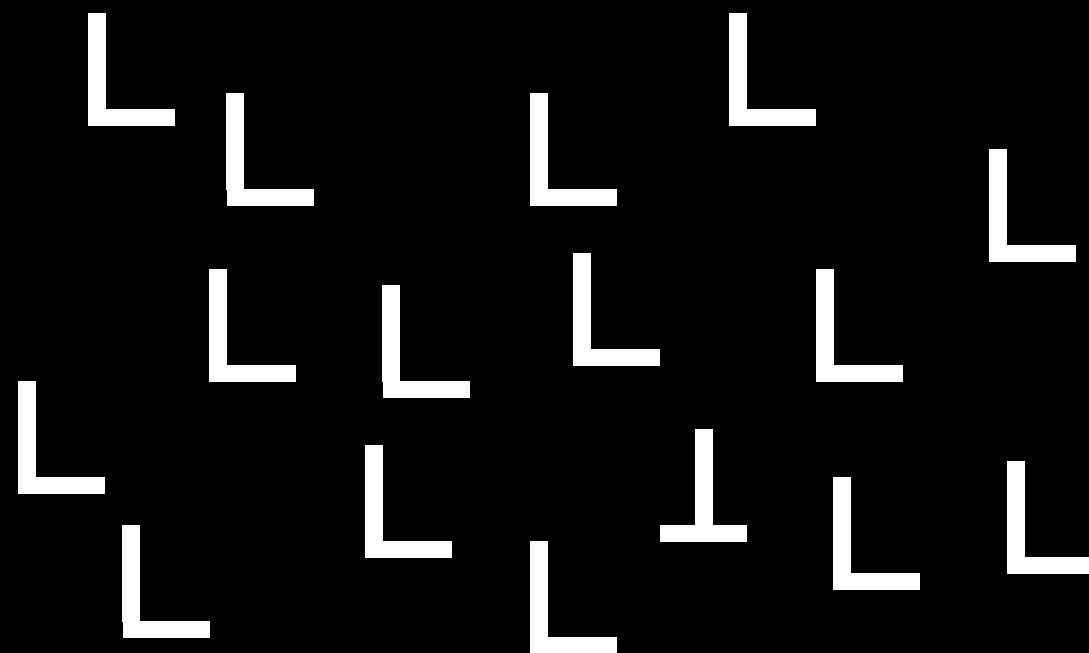
# Mecanismos que NÃO atuam em pré-atenção

# Conjunto cor-tamanho

---

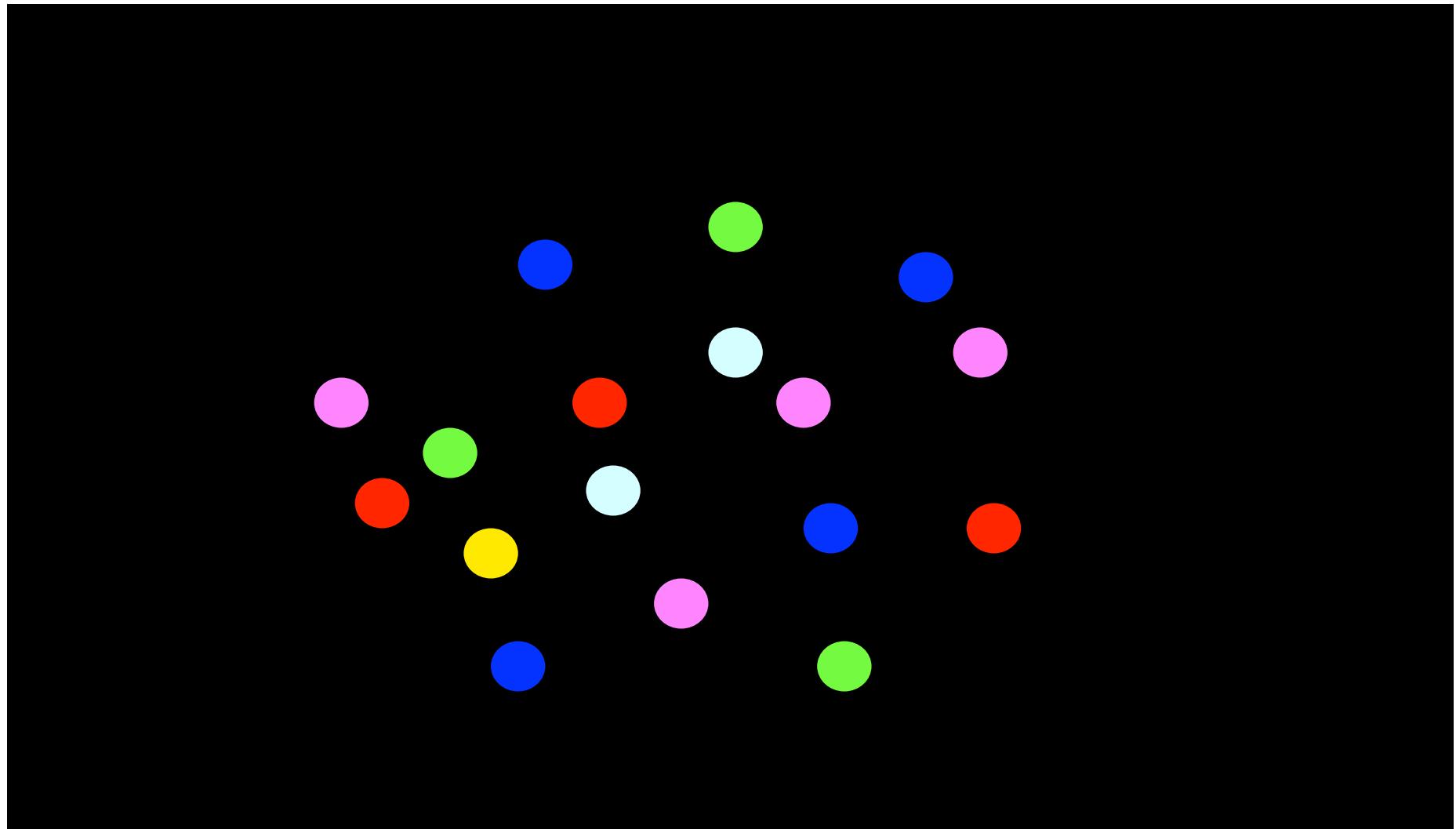


# Características compostas



# Cores diferentes nas proximidades

---



# Regras para pré-atenção

---

- Deve ser usada uma dimensão
  - cor
  - forma = orientação, tamanho
  - movimento
  - profundidade
- Para realce – usar uma característica de cada vez

# Realce

---

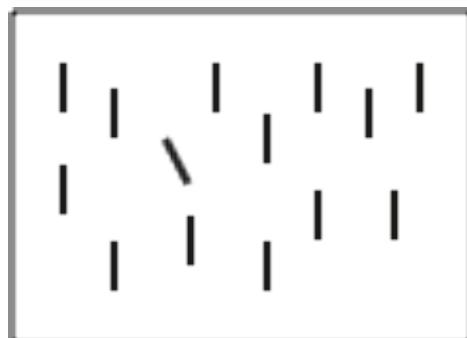
Texture  
Using color  
Using underlining

A flying box leads attention

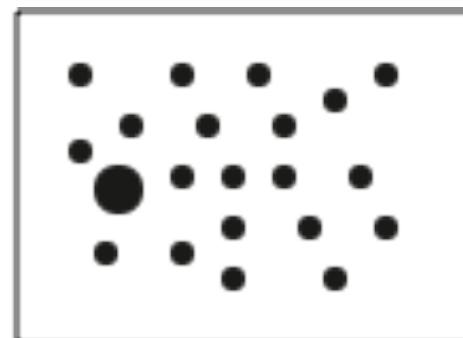
**Blinking momentarily attracts attention**

→ Motion elicits an orienting response

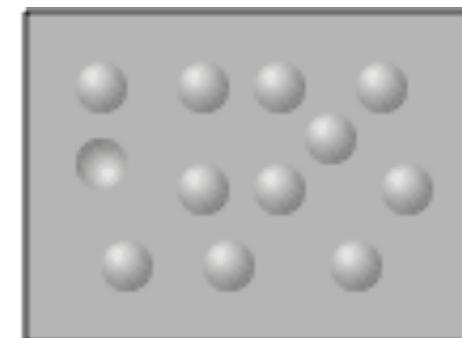
# Pré-atenção



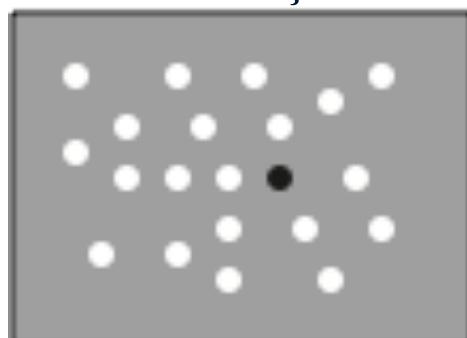
orientação



tamanho



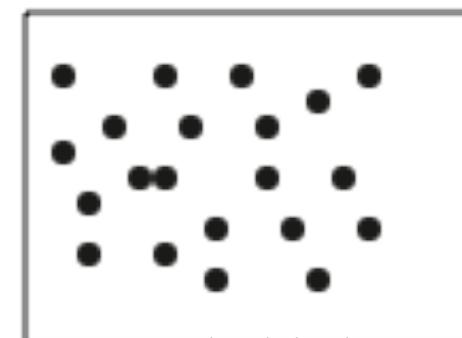
concavidade/convexidade



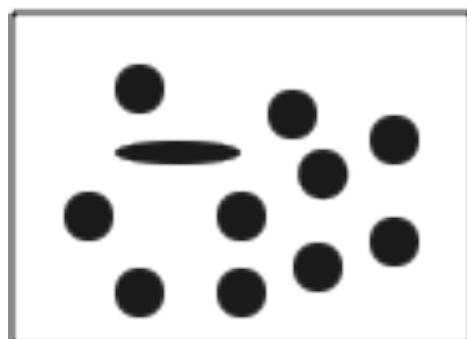
cor



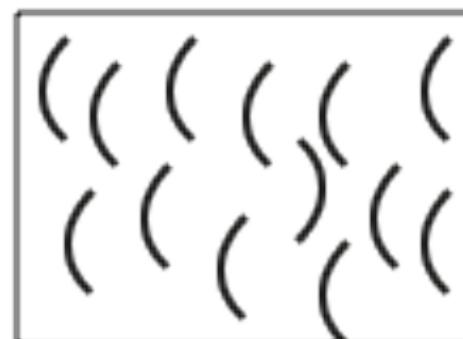
forma



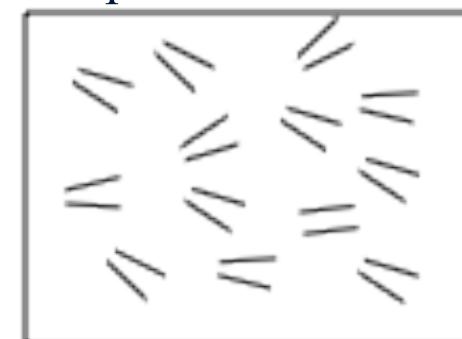
proximidade



forma



curvatura



parallelismo – não é PA

# Canais de pré-atenção

---

## Torna os símbolos distintos

- Busca visual rápida (10 msec/item)
- Baseada em atributos visuais simples

## Forma

- Orientação de linhas
- Comprimento e largura de linhas
- Tamanho
- Curvatura
- Agrupamento espacial
- Marcadores
- Cardinalidade

# Canais de pré-atenção

---

## Torna os símbolos distintos

- Busca visual rápida (10 msec/item)
- Baseada em atributos visuais simples

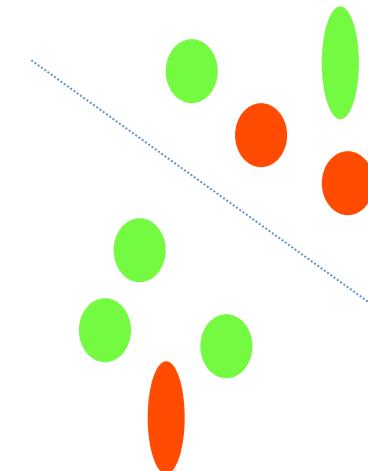
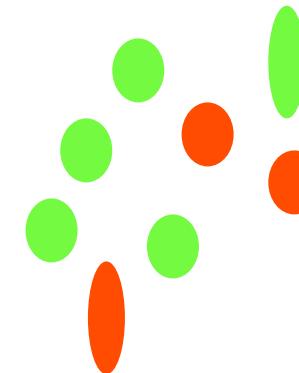
## Outros

- Cor
  - Matiz
  - intensidade
- Movimento
  - Direção de movimento
  - Cintilação (blinking)
- Posição espacial
  - Posição 2D
  - Profundidade estereoscópica
  - Sombreamento dando ilusão de forma (“shape from shading”)

# Conjugações para pré-atenção

---

- Estereoscopia e cor
  - Cor e movimento
  - Cor e posição
  - Forma e posição
- 
- Em geral: localização espacial e algum aspecto de forma



# Exibição de informações

---

- Para tornar elementos distintos, as regras podem ser usadas para símbolos individuais ou áreas
- Não usar grandes áreas com cores fortes
- Ortogonalidade:
  - Usar um canal diferente para um tipo diferente de informações
  - Escolha depende da caracterização dos dados

# Referência importante

---

- Ware, Colin. *Information Visualization: Perception for Design* (3rd edition). Morgan Kaufmann, 2012  
(disponível no Moodle da disciplina)