



Mapeamento de Atributos Visuais

SCC5836/SCC0252 – Visualização Computacional
M. Cristina

Bibliografia e Leituras

- Fonte: Munzner, caps. 5 e 10
 - Cap. 5: marcadores gráficos e canais visuais
 - Cap. 10: cor como canal
- v. também Cap. 3 Ward – percepção visual
- Leitura recomendada!

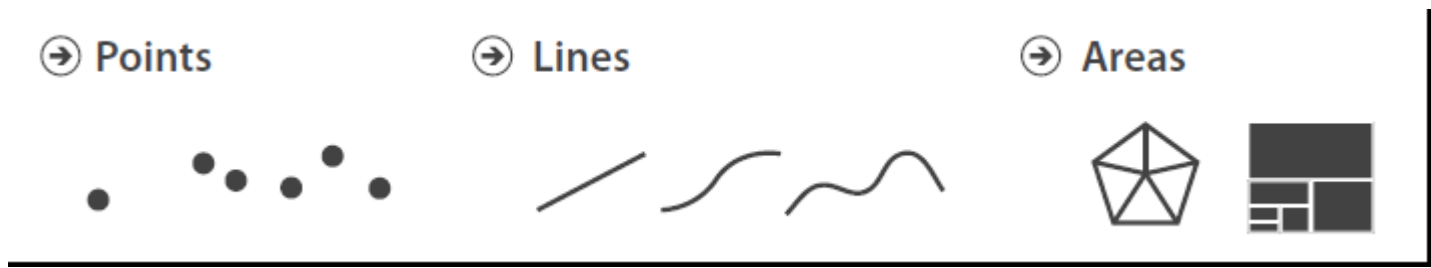


Fig. 5.2 – marcadores gráficos são primitivas geométricas

Tipos de canais

- Identidade (*what/where*)
 - Ex. formato (*shape*), matiz (color *hue*), movimento
- Magnitude (how much)
 - Ex. comprimento (*length*), área, volume, orientação espacial (*tilt*), luminância cor, saturação cor



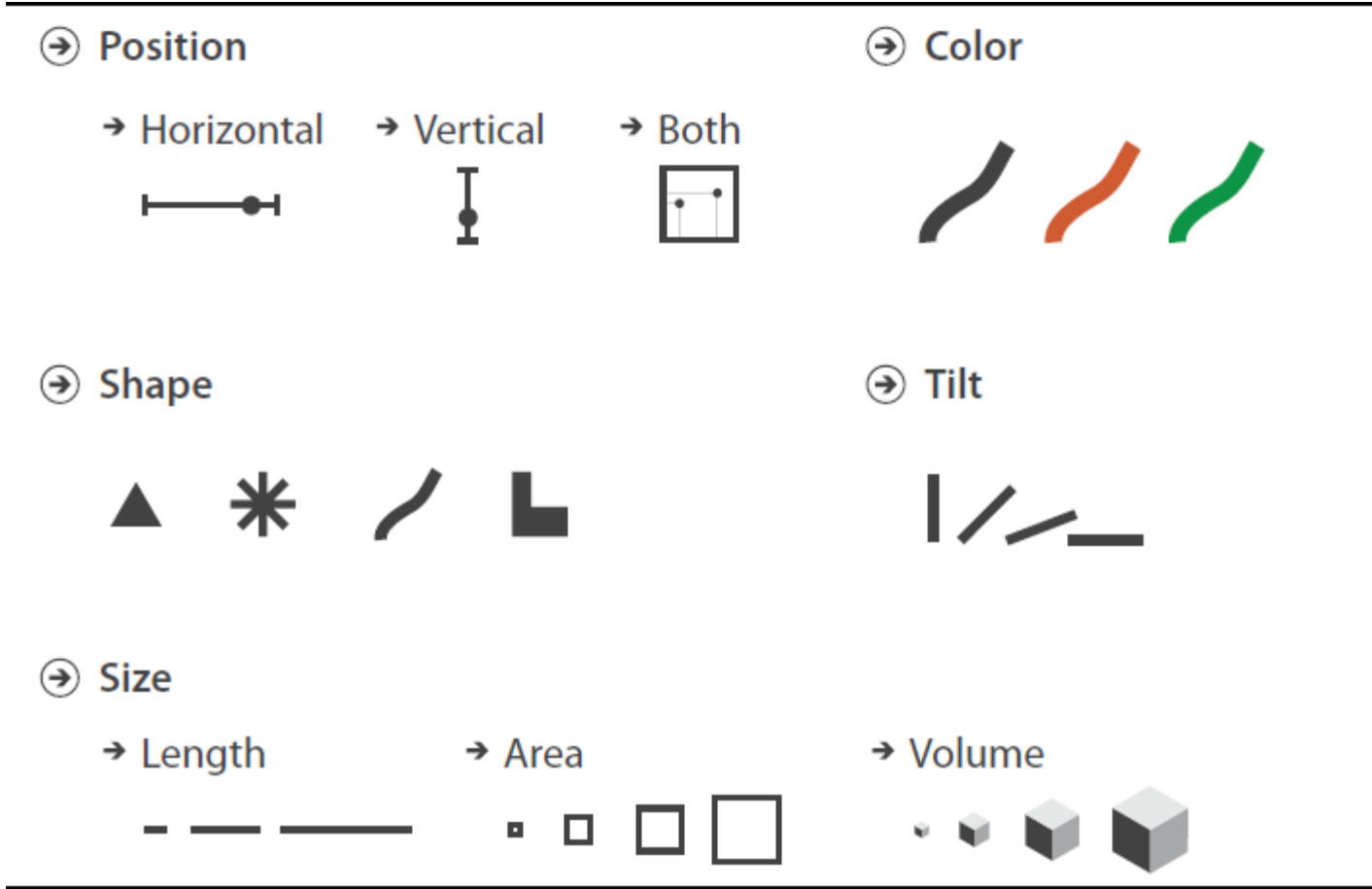


Fig. 5.3 – Canais visuais permitem manipular a aparência dos marcadores

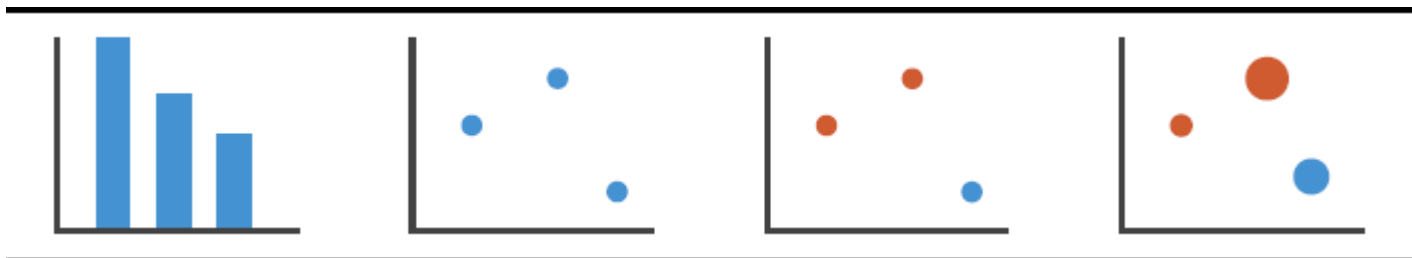


Fig. 5.4 – uso de marcadores e canais.

Tipos de marcadores

- Marcadores podem representar itens ou relações entre itens
- Relações
 - Conexão (*connection*) – mostra relações par a par
 - Contenção (*containment, enclosure*) – mostra relações de hierarquia

Marks as Items/Nodes

➔ Points



➔ Lines



➔ Areas



Marks as Links

➔ Containment



➔ Connection



Fig. 5.5 – Marcadores podem representar itens ou relações entre itens

Expressividade

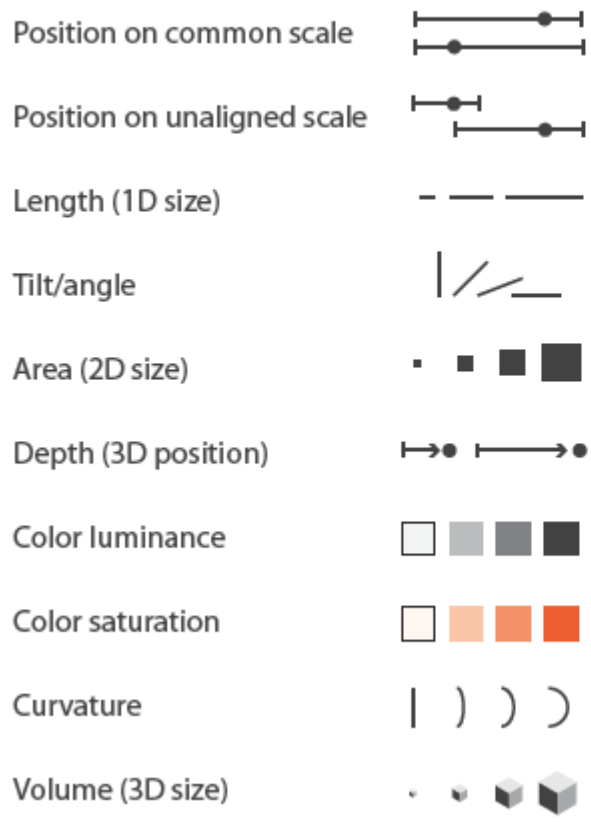
- **Princípio da expressividade:** a codificação visual deve expressar toda e tão somente o conteúdo dos atributos dos dados
 - Ex. dados que têm uma ordem intrínseca devem ser mapeados em um canal que nosso sistema perceptual perceba como ordenado
 - Dados sem ordem intrínseca não devem ser mapeados em um canal que sugere uma ordem

Efetividade

- **Princípio da efetividade:** a importância do atributo deve ser compatível com a **saliência** do canal visual selecionado
 - Atributos mais importantes devem ser codificados utilizando os canais mais efetivos para expressar a informação
 - Escolhas inadequadas violam o princípio da expressividade/efetividade
 - Ex. usar um canal de magnitude para expressar atributo categórico

Channels: Expressiveness Types and Effectiveness Ranks


➔ **Magnitude Channels: Ordered Attributes**



➔ **Identity Channels: Categorical Attributes**



Fig. 5.6 – Canais ranqueados por efetividade, conforme o tipo de dado e o tipo de canal. Dados com ordem devem ser mapeados em canais de magnitude, e dados categóricos em canais de identidade.

- 
- Escolha de quais atributos mapear no canal **posição espacial** é escolha central do processo de codificação visual
 - Estes atributos terão efeito dominante no **modelo mental** do usuário (representação interna usada para pensar e racionar)

Efetividade do canal

- Efetividade associada à acurácia (precisão) na transmissão da informação
 - Dada uma medida absoluta de um estímulo, quanto fiel é o julgamento perceptual feito por uma pessoa?
 - Diferentes canais visuais são percebidos com diferentes níveis de precisão
 - Estudos experimentais em **psicofísica**
 - Lei de potência psicofísica de Stevens...

Steven's Psychophysical Power Law: $S = I^N$

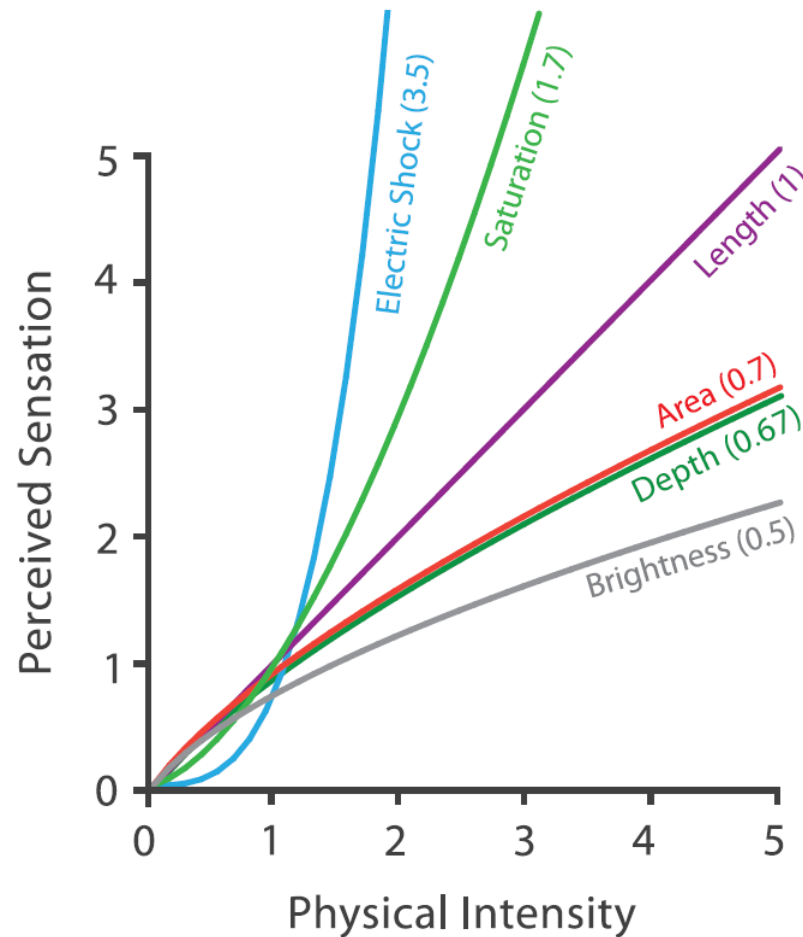


Fig. 5.7 – a magnitude aparente de todos os canais sensoriais segue uma lei de potência $S = I^n$.

Algumas sensações são perceptualmente magnificadas ($n > 1$), outras são comprimidas ($n < 1$). Percepção de comprimento é precisa.

Discriminabilidade do canal

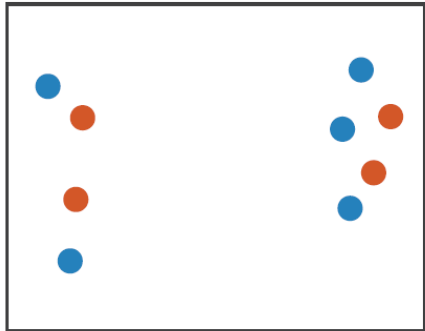
- Questão: se você codifica um atributo dos dados em um canal visual, as diferenças entre os valores são percebidas corretamente?
- Capacidade do canal: quantos **bins** o canal disponibiliza para representar **valores** que serão **percebidos como distintos**
 - Número muito limitado em alguns canais
 - Ex. largura de uma linha

Separabilidade do canal

- Canais não são totalmente independentes
 - **separáveis:** percepção de um não interfere com a do outro
 - **Integrados:** percepção é do conjunto

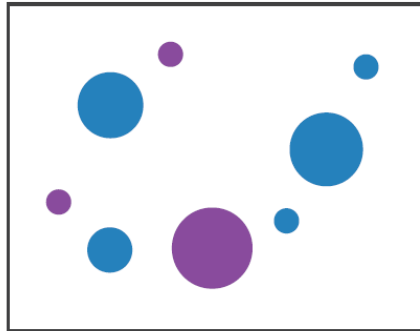
Separabilidade do canal

Position
+ Hue (Color)



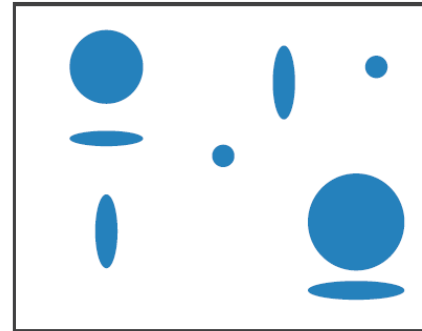
Fully separable

Size
+ Hue (Color)



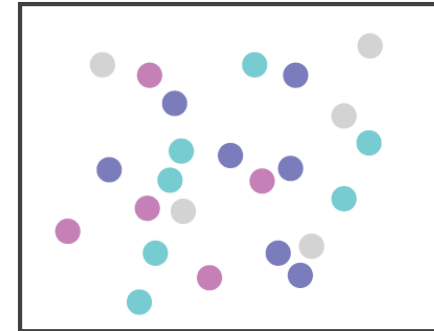
Some interference

Width
+ Height



Some/significant
interference

Red
+ Green



Major interference

Fig. 5.10 –

Efeito popout

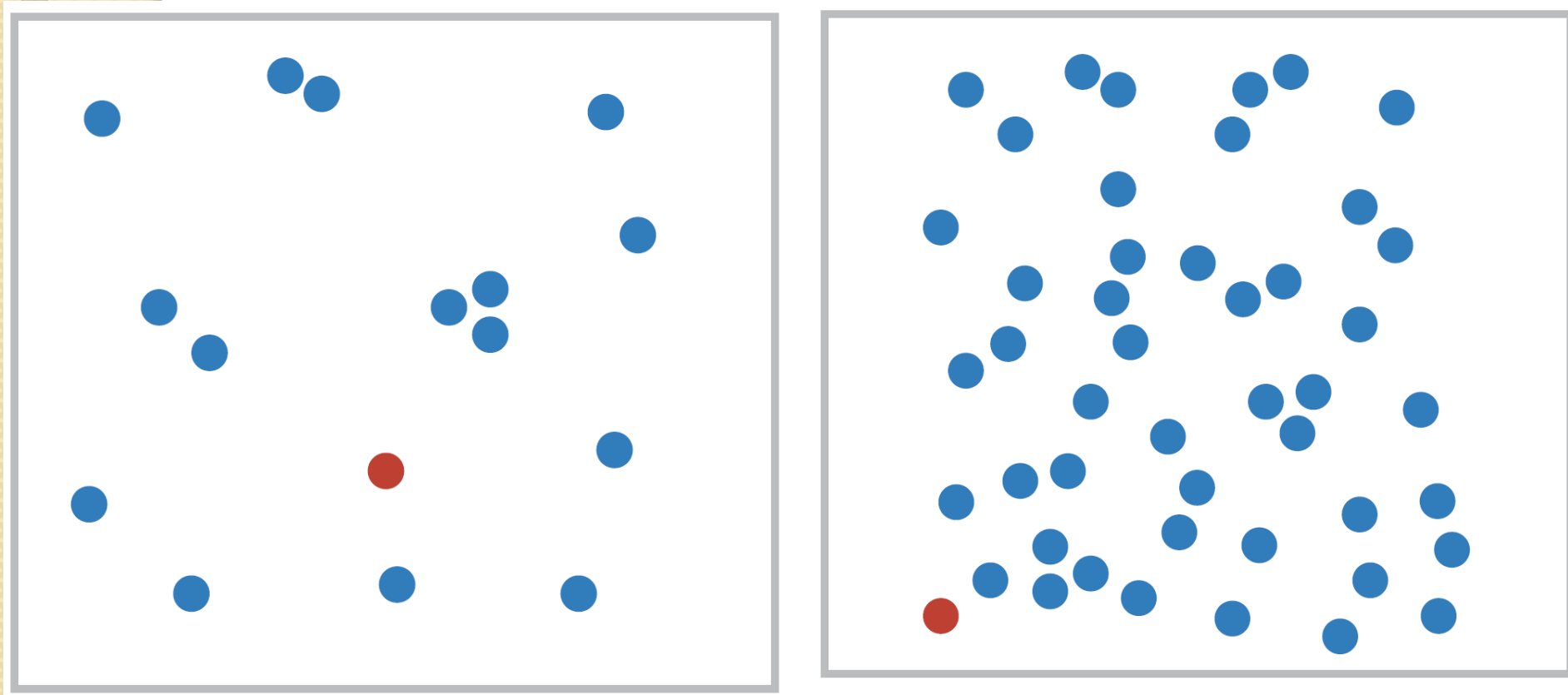


Fig. 5.11 Identificar círculo vermelho: processo pré-atentivo

Efeito popout

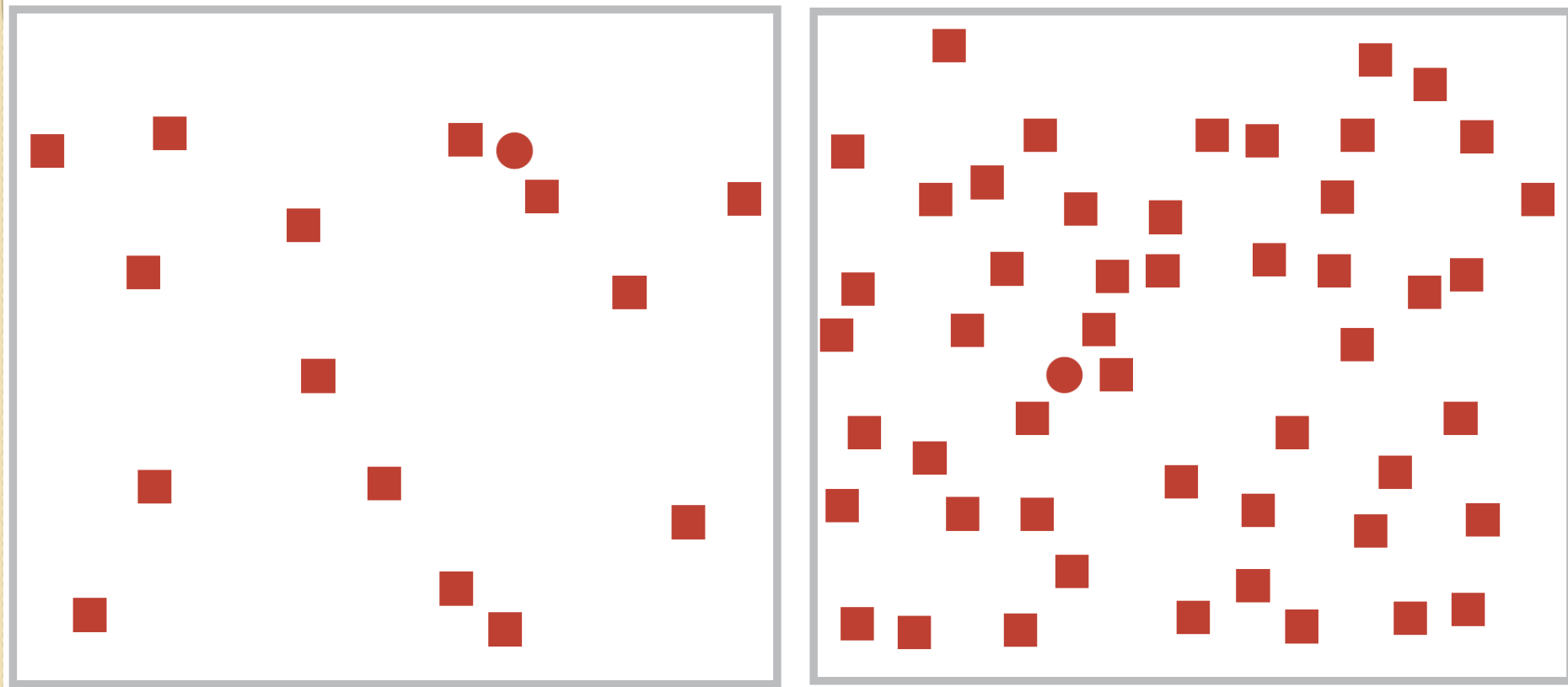


Fig. 5.11 Identificar círculo vermelho: processo pré-atentivo

Efeito popout

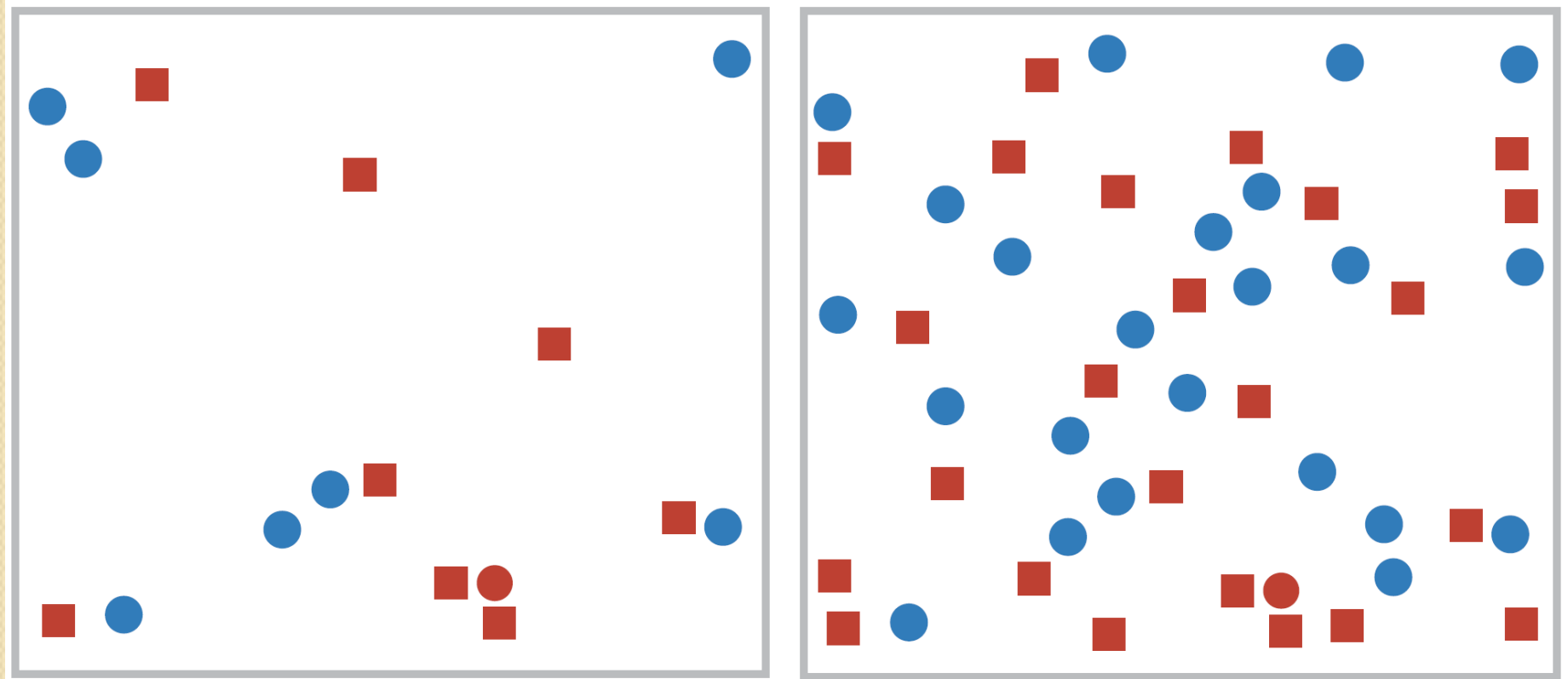


Fig. 5.11 Identificar círculo vermelho: processo sequencial. Efeito popout se perde quando os dois canais são combinados.

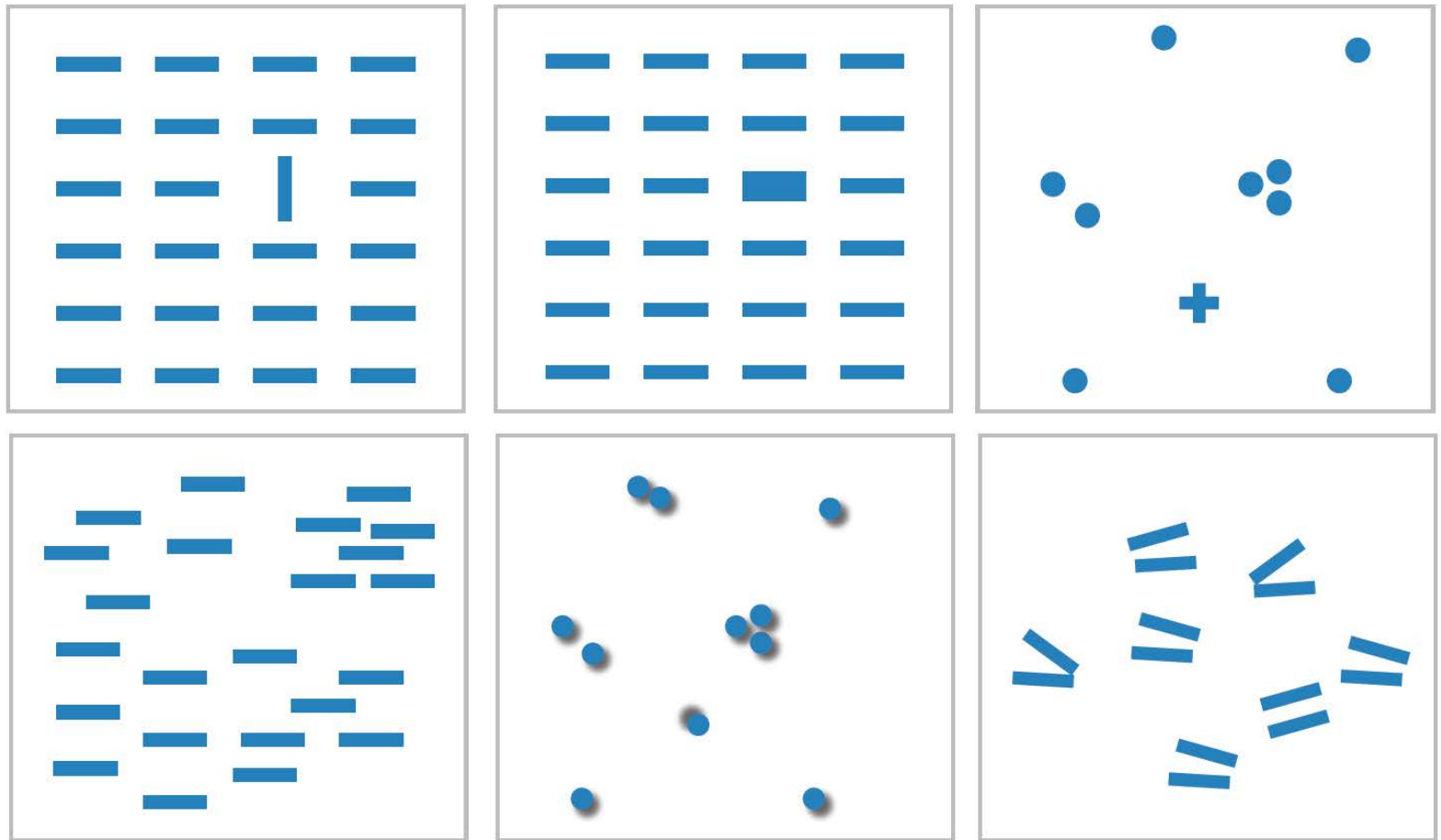


Fig. 5.12 – Efeito popout em outros canais. (último é um contra-exemplo)

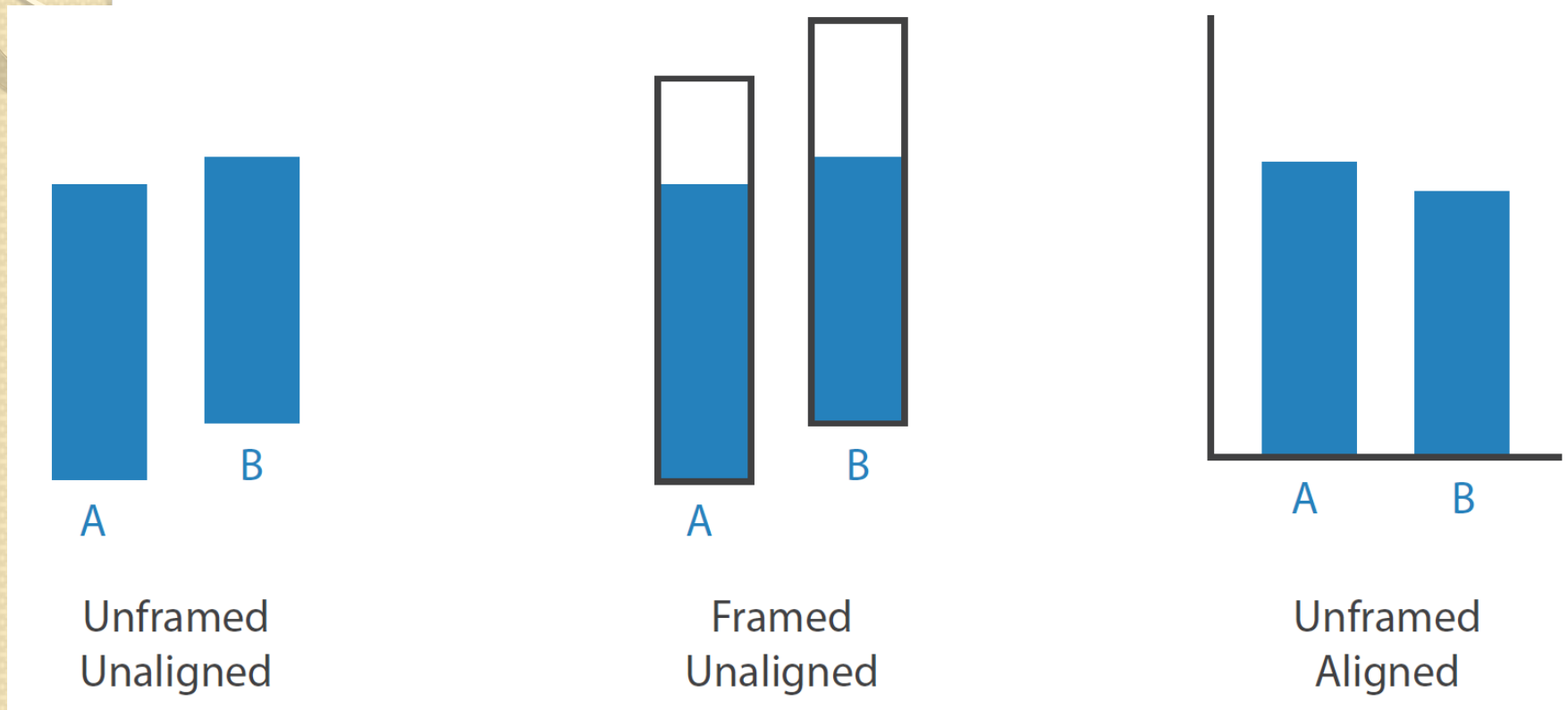
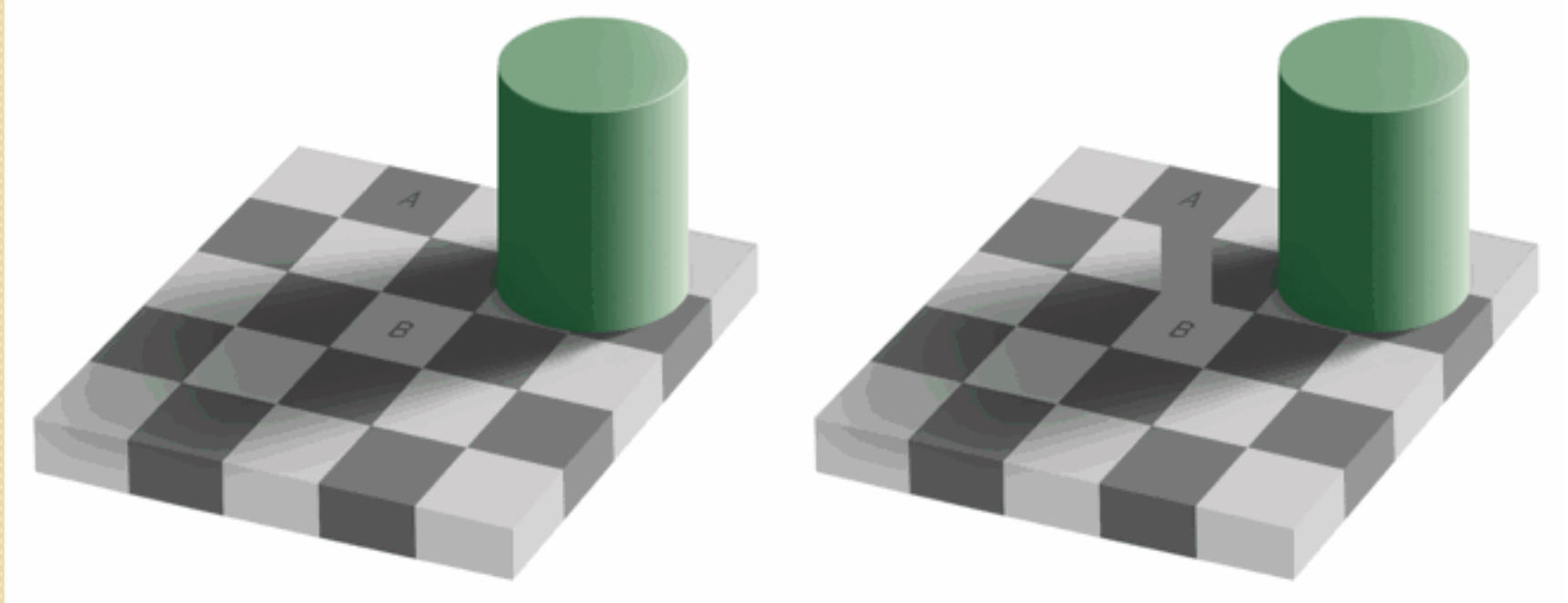
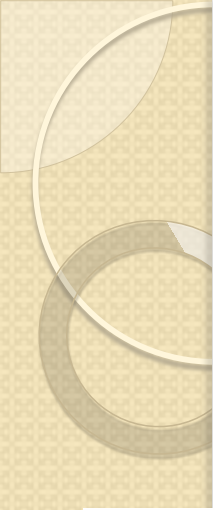


Fig. 5.13 – Lei de Weber: sistema perceptual humano é fundamentalmente baseado em julgamentos relativos (não em julgamentos absolutos).

Lei de Weber

- Implicações importantes em questões associadas a precisão e discriminabilidade
 - Ex., percepção de cor e brilho é totalmente dependente do contexto



The central squares on the upper and lower surfaces of this cube appear very different in colour: Brown on the top and bright orange on the bottom. Move your mouse over the 'mask' to reveal their 'true' physical similarity.

'MASK'

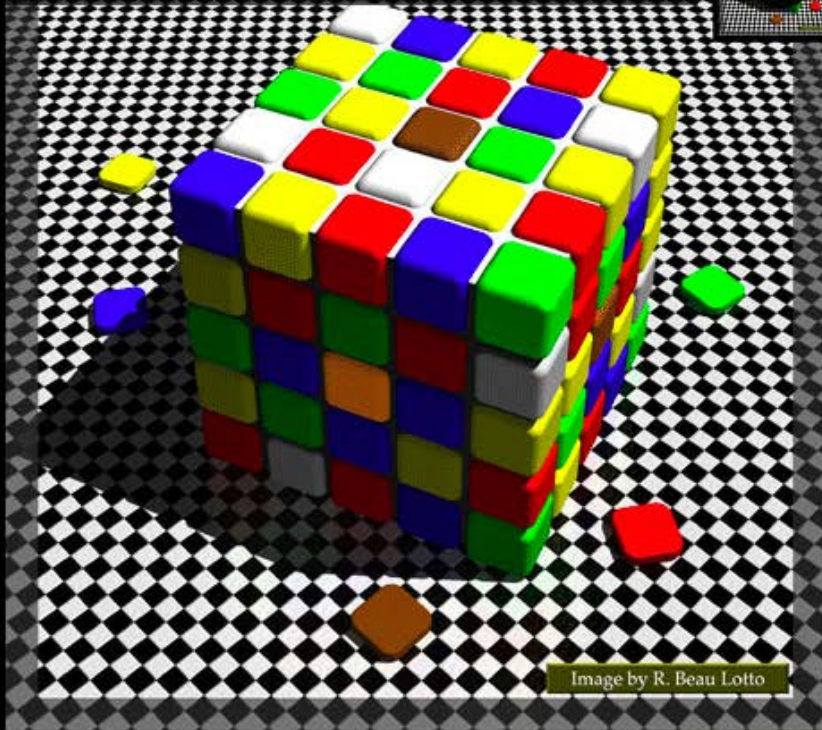
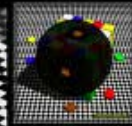


Image by R. Beau Lotto

'IMAGE'

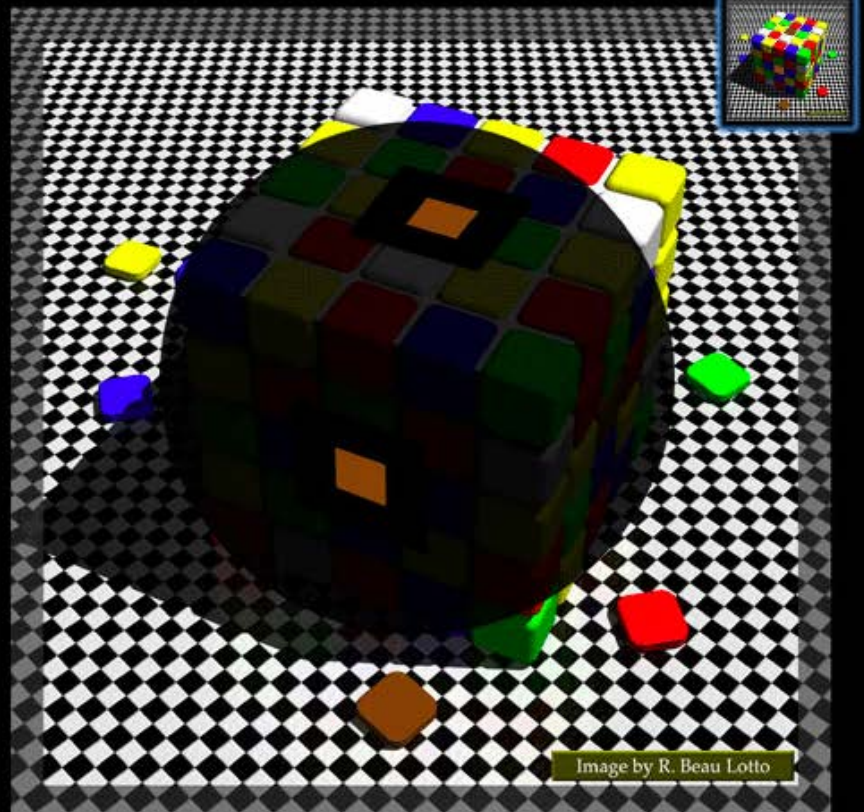


Image by R. Beau Lotto

v. <http://blog.xrite.com/color-perception-part-1-the-effect-of-light/>

Canal de cor

- Luminância, matiz, saturação: três canais visuais separáveis
 - Luminância, saturação: canal de magnitude
 - Matiz: canal de identidade
- Cor: percepção integrada e simultânea dos três canais

Espaços de cor

- RGB :
 - conveniente p/ representação computacional, pouco representativo de como percebemos cor
- HSL (Hue, Saturation, Lightness):
 - mais intuitivo para uso em interfaces
- HSV (Hue, Saturation, Value): similar
- HSL/HSV pseudoperceptuais:
 - não refletem fielmente percepção humana de cor



Fig. 10.3 – Para seis cores distintas: comparando Ligthness segundo HSL, luminância real e luminância segundo modelo perceptual $L^*a^*b^*$

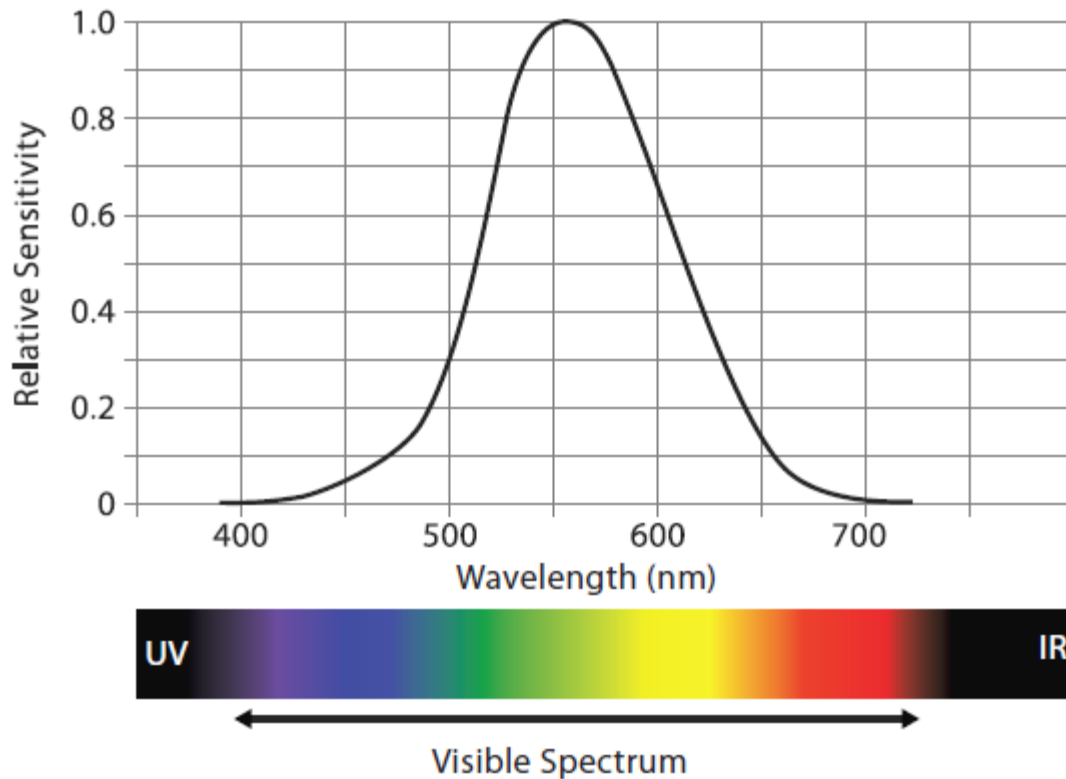


Fig. 10.4 – sensibilidade espectral da luminância pelo olho humano depende do comprimento de onda da luz incidente.

Modelos de cor

- $L^*a^*b^*$
 - espaço de cor perceptualmente uniforme
 - L^* canal de luminância (P/B).
 - Transformação não linear da luminância percebida pelo olho humano
 - perceptualmente linear: incrementos iguais no valor produzem variações perceptualmente equivalentes
 - a^* e b^* canais de cor
 - Tb. perceptualmente lineares (na medida do possível)
- Espaço adequado para, p.ex. interpolação e cálculo de diferenças entre cores

Luminância, saturação, matiz

- **Luminância**

- canal de magnitude, dados ordenados
- baixa capacidade de discriminação (< 5 'bins' em fundo não uniforme)
- importante p/ contraste (mais que mapeamento?)

- **Saturação**

- canal de magnitude, dados ordenados
- baixa capacidade de discriminação (p/ regiões não contínuas, ~ 3 bins)
- interage com canal **Tamanho**
- Não separável de **Matiz** se usado em regiões pequenas (p/ codificação de categorias)

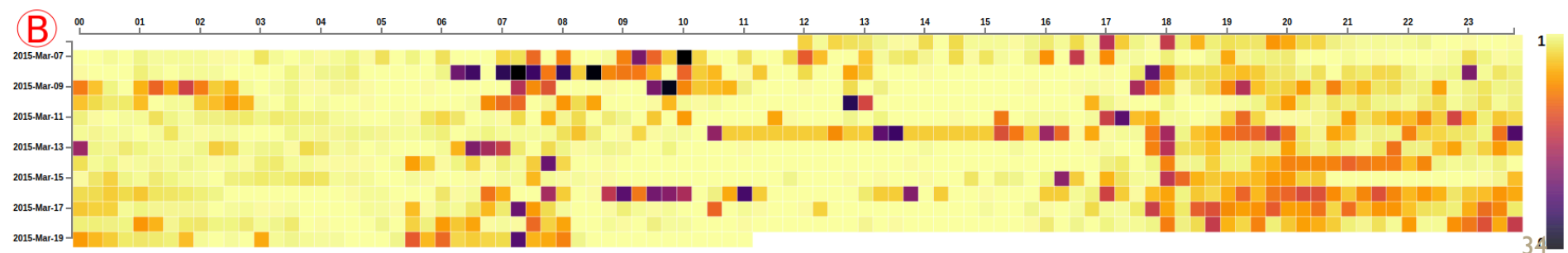
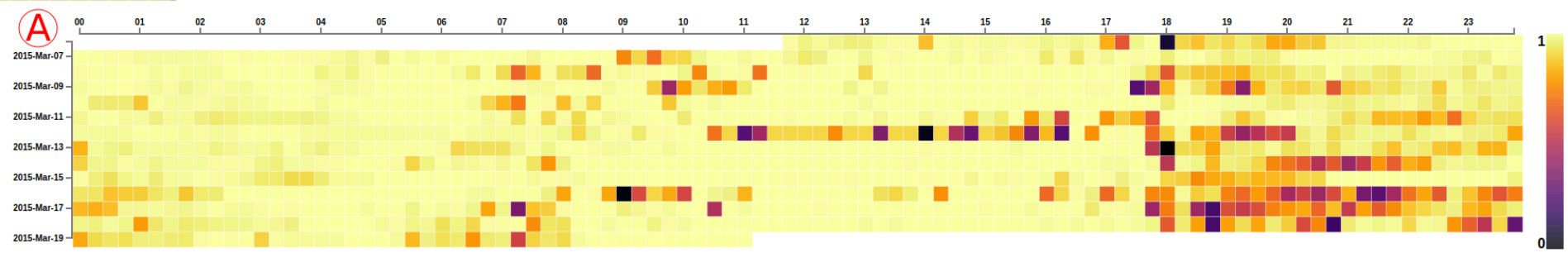
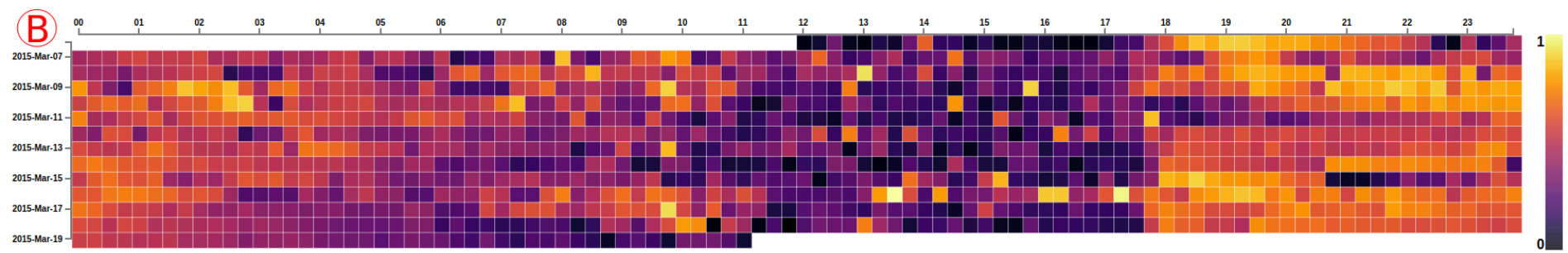
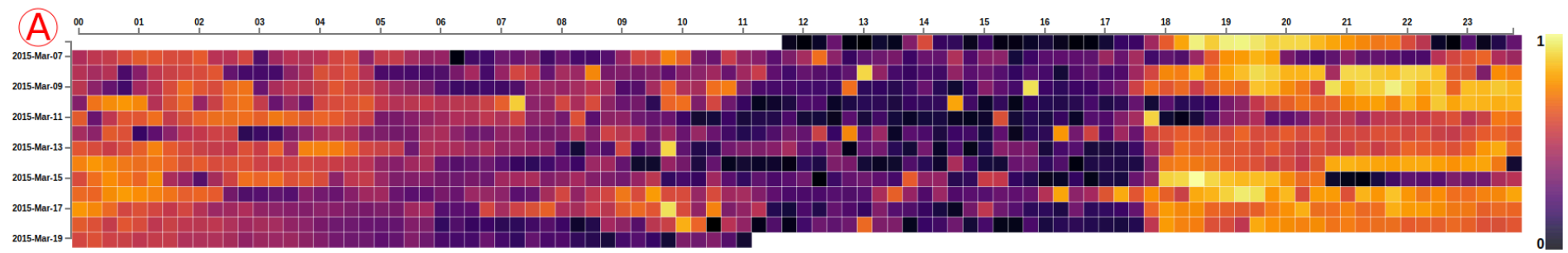
Luminância, saturação, matiz

- **Matiz**

- Canal de identidade: dados categóricos e mostrar grupos
- Segundo canal mais saliente (após posição espacial)
- Interage com canal **Tamanho**
- Boa capacidade de discriminação em regiões contínuas, limitada em regiões separadas (~6, 7 bins)
- Sem ordenação perceptual (algumas 'convenções')

Transparência

- Um quarto canal...
- Não é independente dos demais, particular/e luminância e saturação
- Pode ser usado como um canal redundante



Outros exemplos

- Motta et al.
 - Fig. 10: categórico e ordenado
 - Fig. 11: ordenado
- Artero et al.
 - Luminância mapeando sobreposição
- Soriano et al.
 - Fig. 10: categórico, ordenado, outros...

Mapas de cores

- *Colormaps*
 - Especificam um mapeamento entre cores e valores dos dados
 - Categóricos
 - Ordenados
 - Saturação/luminância
 - Sequenciais ou divergentes
 - Contínuos
 - Atributos quantitativos (campos espaciais)
 - Discretos (segmentados)
 - Dados discretos/categóricos

Recursos

- colorBrewer: <http://colorbrewer2.org/>
- <https://cambridge-intelligence.com/choosing-colors-for-your-data-visualization/>
- <https://blog.graphiq.com/finding-the-right-color-palettes-for-data-visualizations-fcd4e707a283>

Recursos

- `Color-safe design`
 - Forma mais comum de daltonismo prejudica distinção entre vermelho e verde
 - 8% homens, 0.5% mulheres
 - <https://www.tableau.com/about/blog/2016/4/examining-data-viz-rules-dont-use-red-green-together-53463>

Encode › Map

④ Color

→ Color Encoding

→ Hue → Saturation → Luminance



→ Color Map

→ Categorical



→ Ordered

→ Sequential



→ Diverging



→ Bivariate



④ Size, Angle, Curvature, ...

→ Length



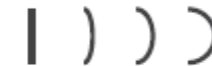
→ Angle



→ Area



→ Curvature



→ Volume



④ Shape



④ Motion

→ Motion


Direction, Rate,
Frequency, ...



Fig. 10.1 -

Outros canais

- Posição espacial (um caso a parte)
- Tamanho
- Ângulo (orientação)
- Curvatura
- Formato
- Movimento
- Textura

- 
- **Codificação em canais visualmente separáveis:**
 - Observador pode seleccionar a qual vai direccionar atenção

Outros canais

- Tamanho
 - Interferência com outros canais (tamanho, cor, ...)
- Ângulo (orientação)
 - Menos preciso que movimento e posição, mais preciso do que área
- Curvatura
 - Aplicável apenas a linhas, pouco preciso, baixa capacidade de discriminação
- Formato
 - Interferência com tamanho
 - Capacidade discriminativa alta (dezenas/centenas) (se suficientemente grande)

Outros canais

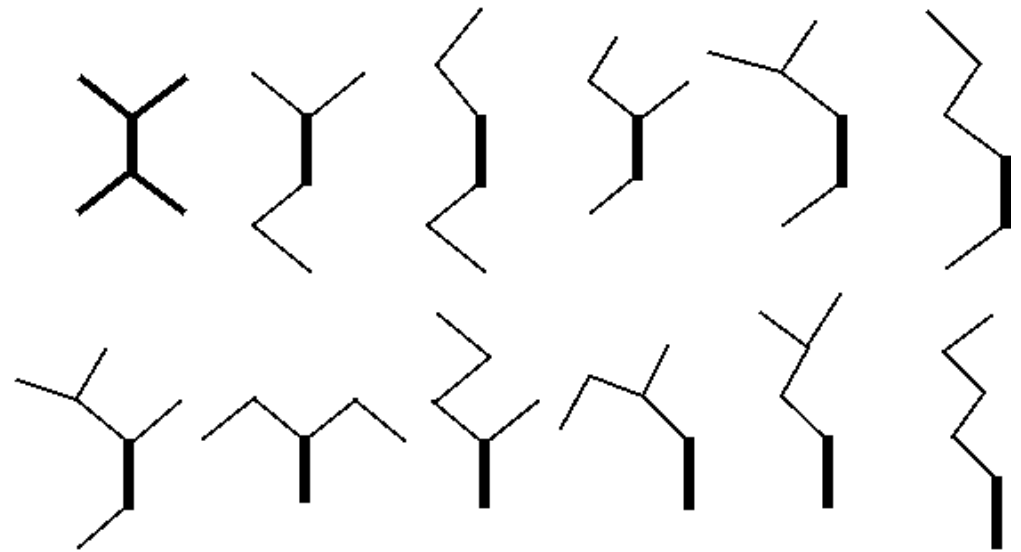
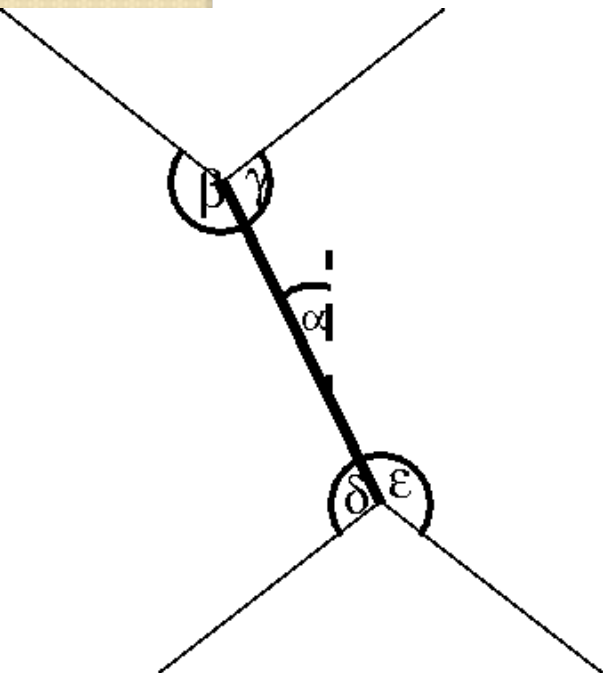
- Movimento
 - Vários tipos: direção, velocidade, frequência de `blinking` (não necessariamente independentes)
 - Extremamente saliente
 - Extremamente separável de outros canais estáticos (como cor e posição espacial)...
 - por outro lado, extremamente dominante
 - capacidade discriminativa dos canais de movimento tampouco é clara
 - Quando usado, deve ser com moderação – p.ex., para atrair atenção
- Textura
 - Três dimensões perceptuais: orientação, escala, contraste
 - Usualmente associada a atributos categóricos

Exemplos

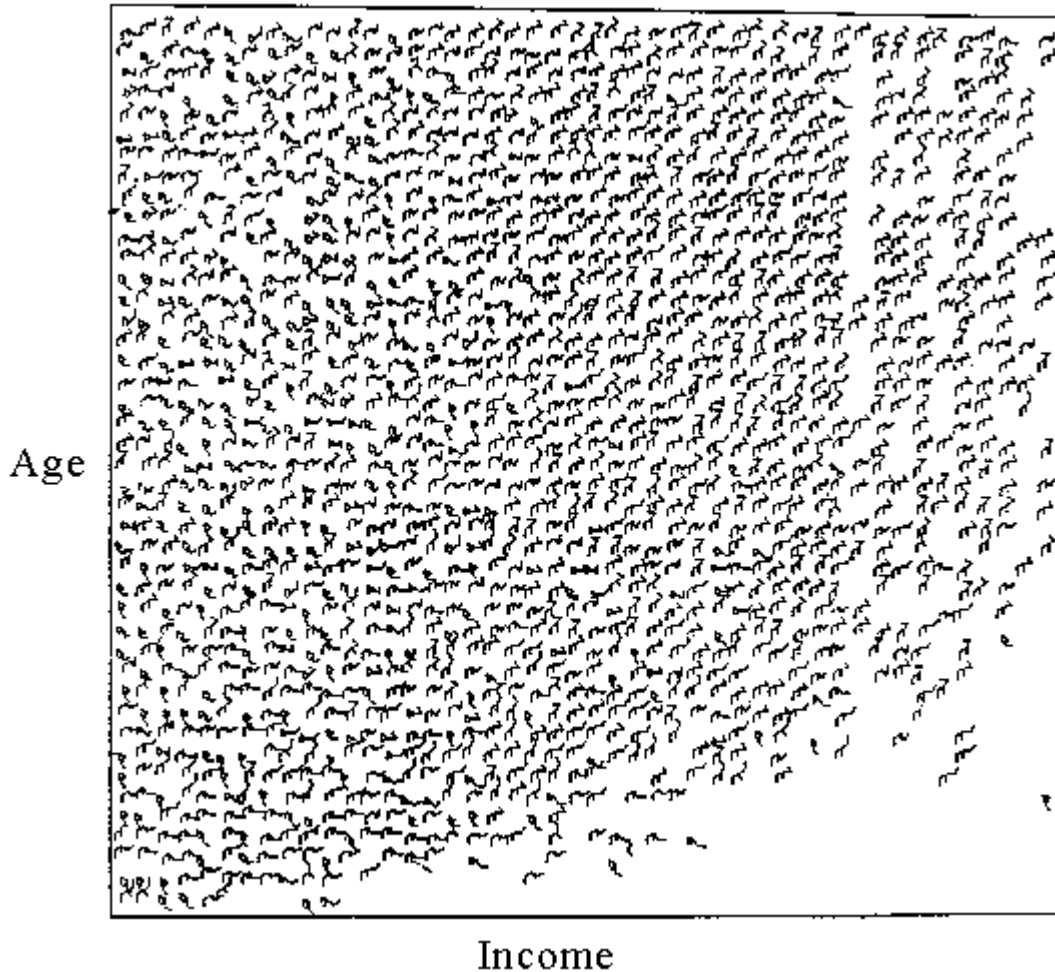
- Mapeamento de dados multidimensionais
 - Stick figures, Pickett & Grisntein 1988
 - Star Plots, Chambers et al. 1983

Stick figures

- Picket & Grinstein, 1988

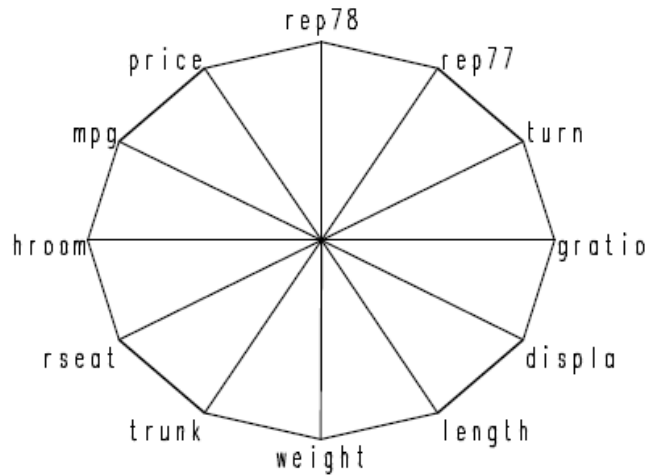


Stick figures of 1980 US census data



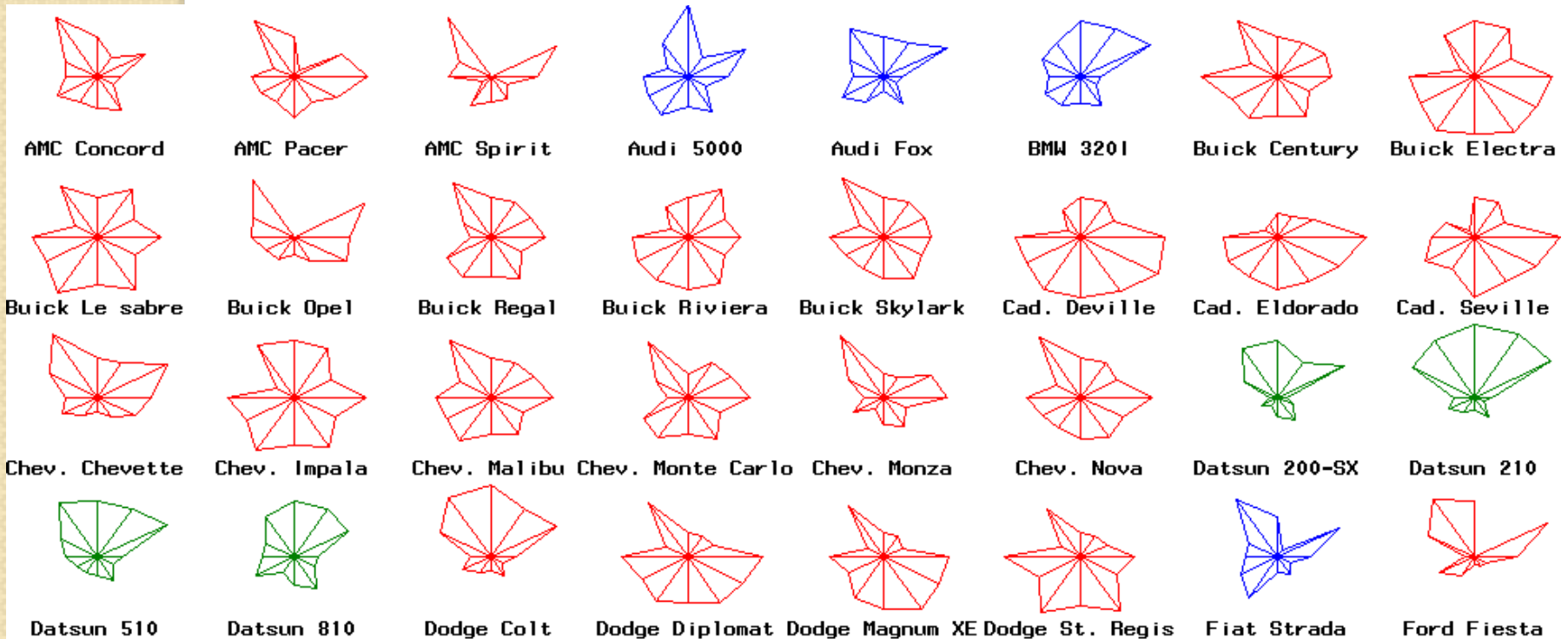
- age and income mapped to display dimensions (spatial position)
- occupation, education levels, marital status, and gender mapped to stick figure features
- a clear shift in texture over the screen, which indicates the functional dependencies of the other attributes on income and age

Star plots



Variable Assignment Key

Dados sobre carros, 12 variáveis



Literatura complementar

- Colin Ware, Information Visualization: Perception for Design
- <http://felinlovewithdata.com/guides/no-more-excuses-a-list-of-references-to-learn-how-to-use-color>