



## 3. Codificación Visual

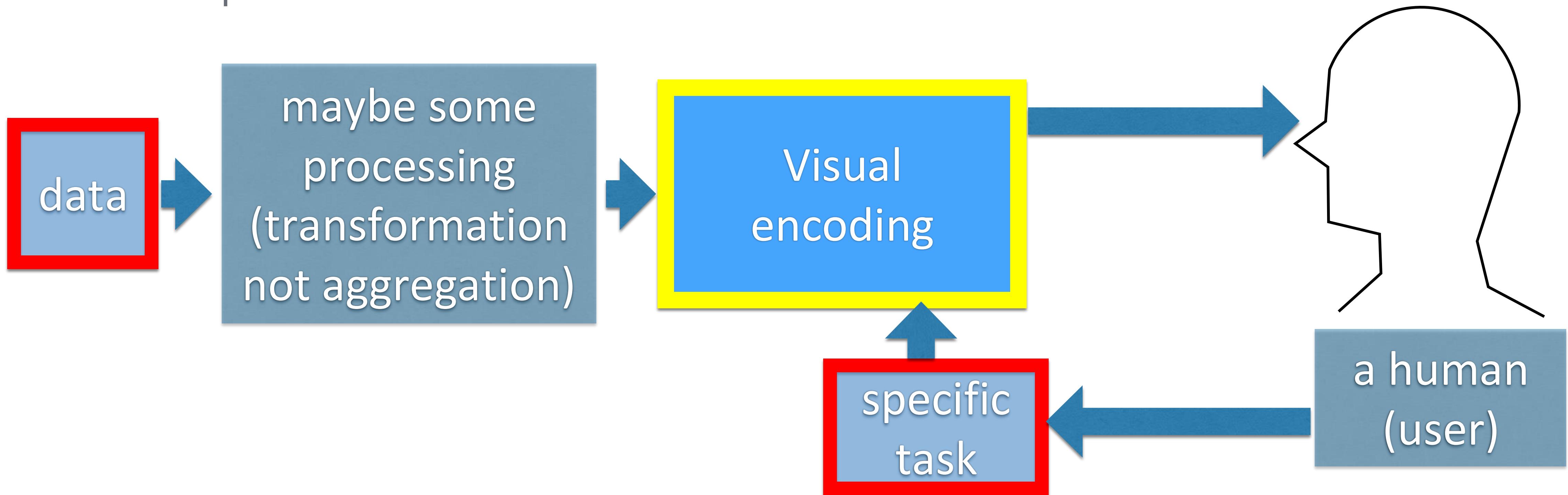
---

**Sol Bucalo**  
[sol.bucalo@uab.cat](mailto:sol.bucalo@uab.cat)

**Guillermo Marin**  
[guillermo.marin@uab.cat](mailto:guillermo.marin@uab.cat)

# Data Visualisation

- Datos. El proceso empieza con uno o más datasets. Conocemos el tipo y las características de sus atributos.
- Tareas. Definición de las tareas que podemos resolver, caracterizadas como acción + objetivo



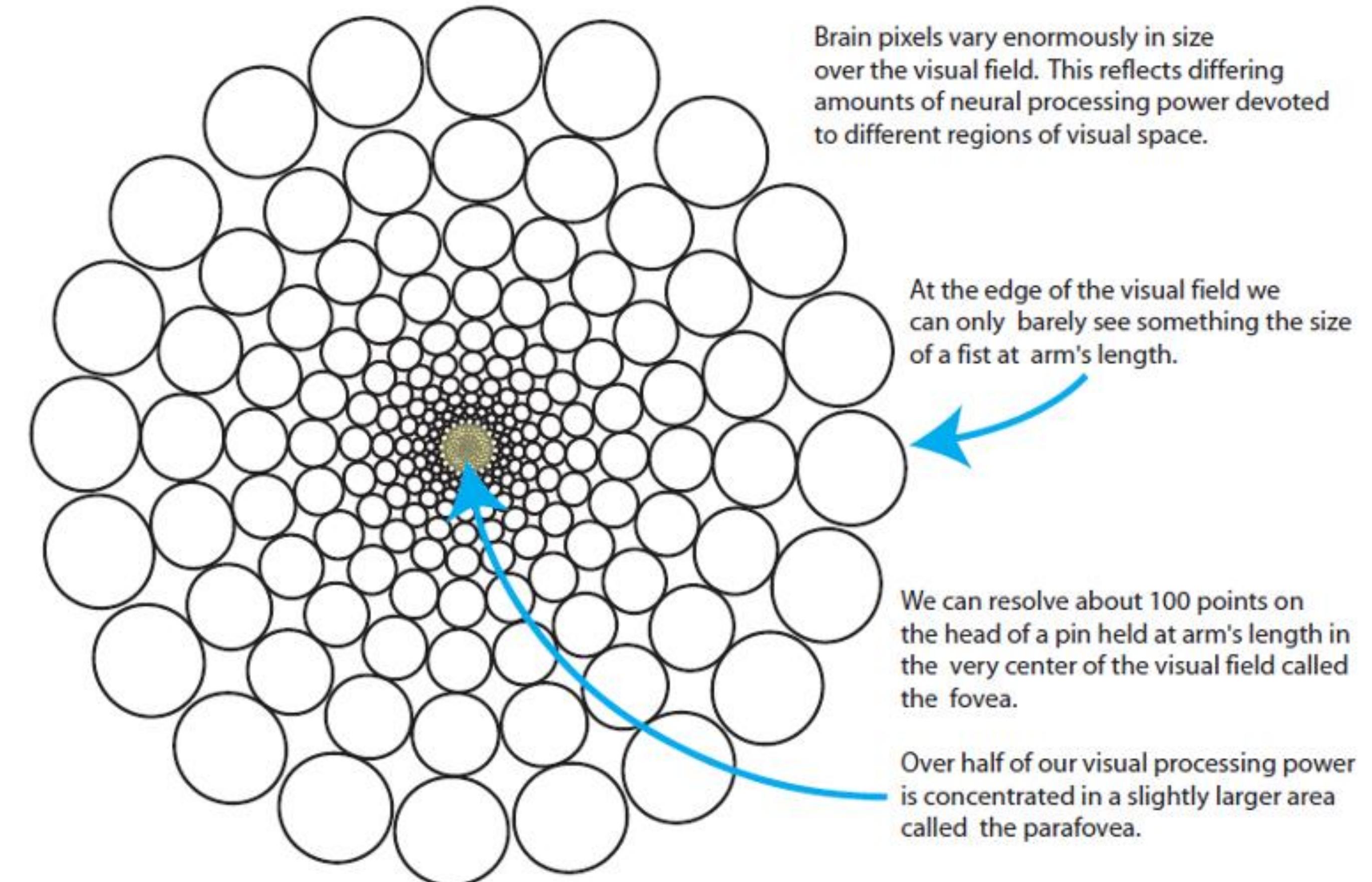
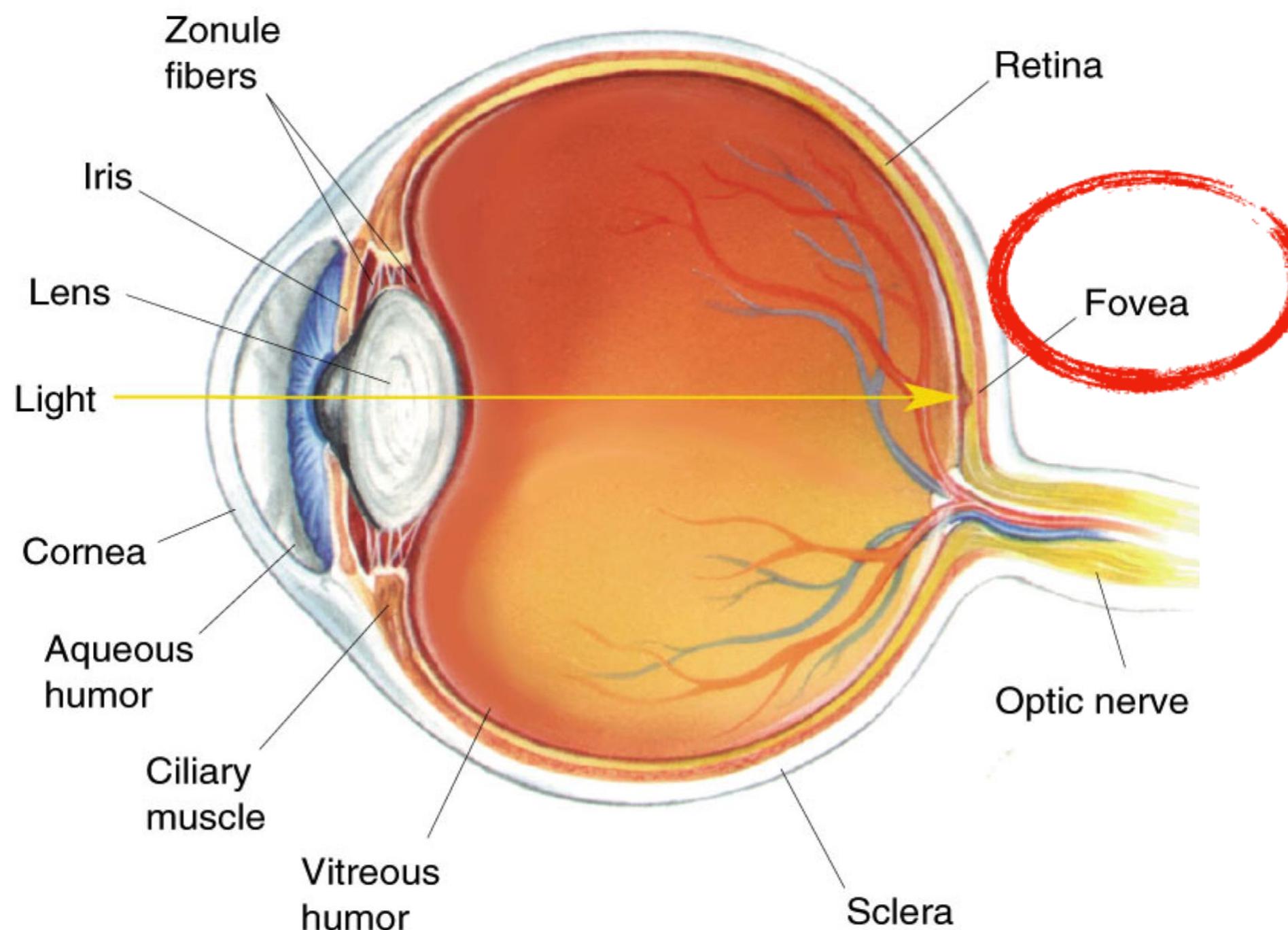


A group of people in Victorian-era clothing are gathered in a parlor. In the center, a man in a dark suit lies face down on the floor. A woman in a blue dress stands over him, looking down. To her left, a man in a green jacket and hat stands near a large potted plant. Behind them, a man in a dark uniform and hat stands with his hands clasped. To the right, a woman in a white blouse and vest stands next to a man in a dark suit. In the background, there's a painting on the wall, a round mirror, and a deer head mounted on the wall. The room has a warm, golden light.

WHODUNNIT?

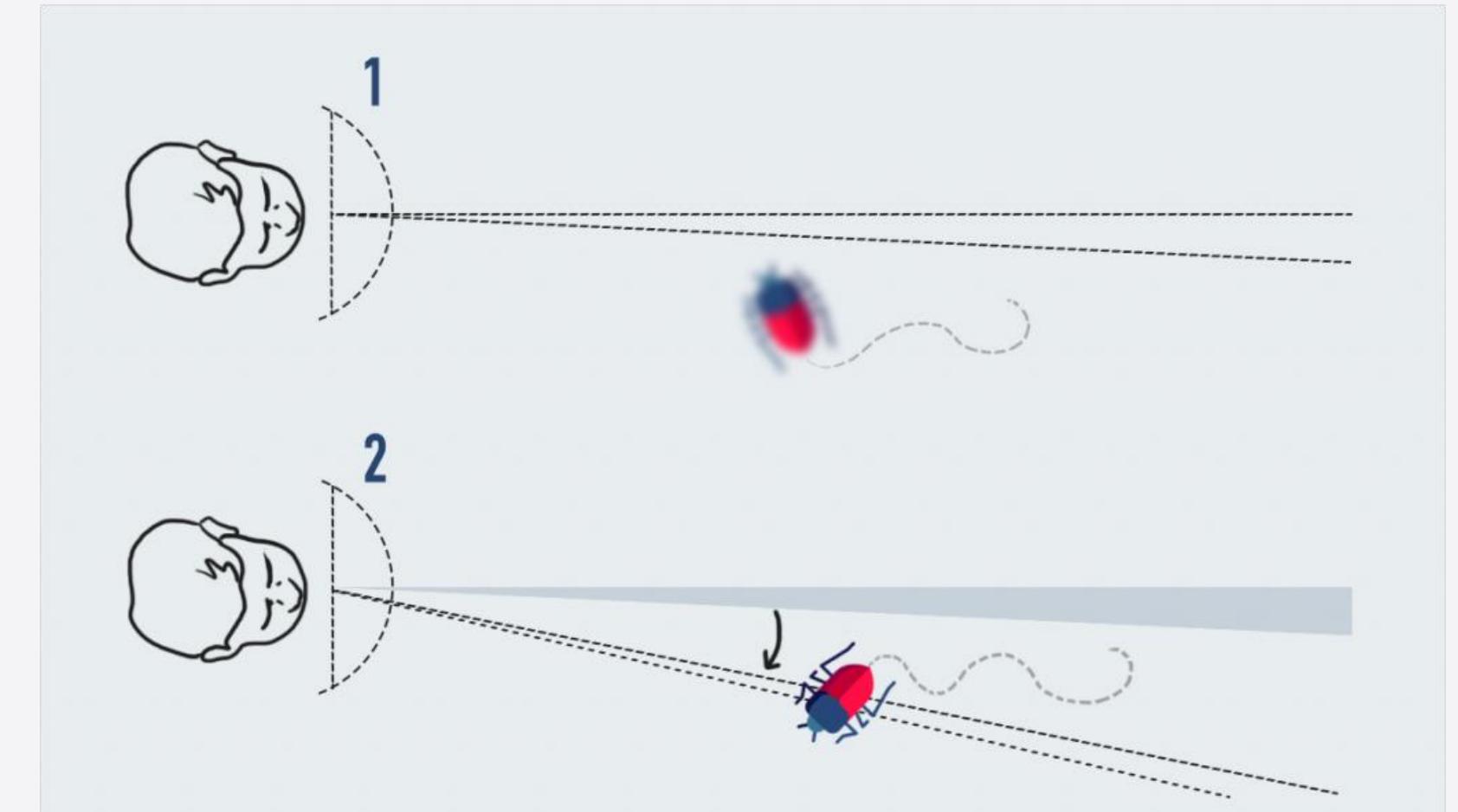
# 4.1 Percepción Visual

We see what we need: limited peripheral vision

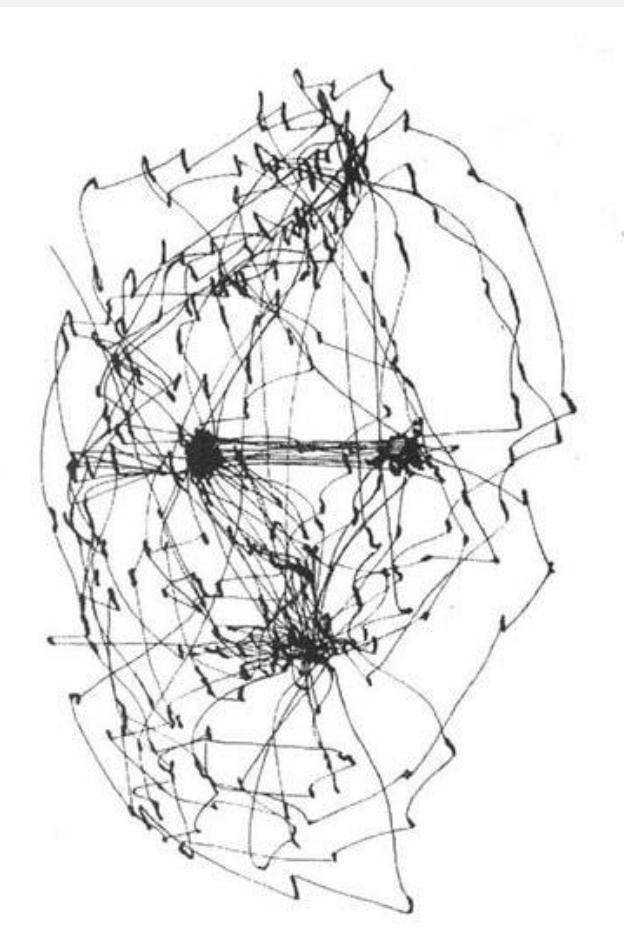




A. Cairo



Nayomi Chibana



Eye movements and vision. Alfred Yarbus

From: [yarbus.eu](http://yarbus.eu)

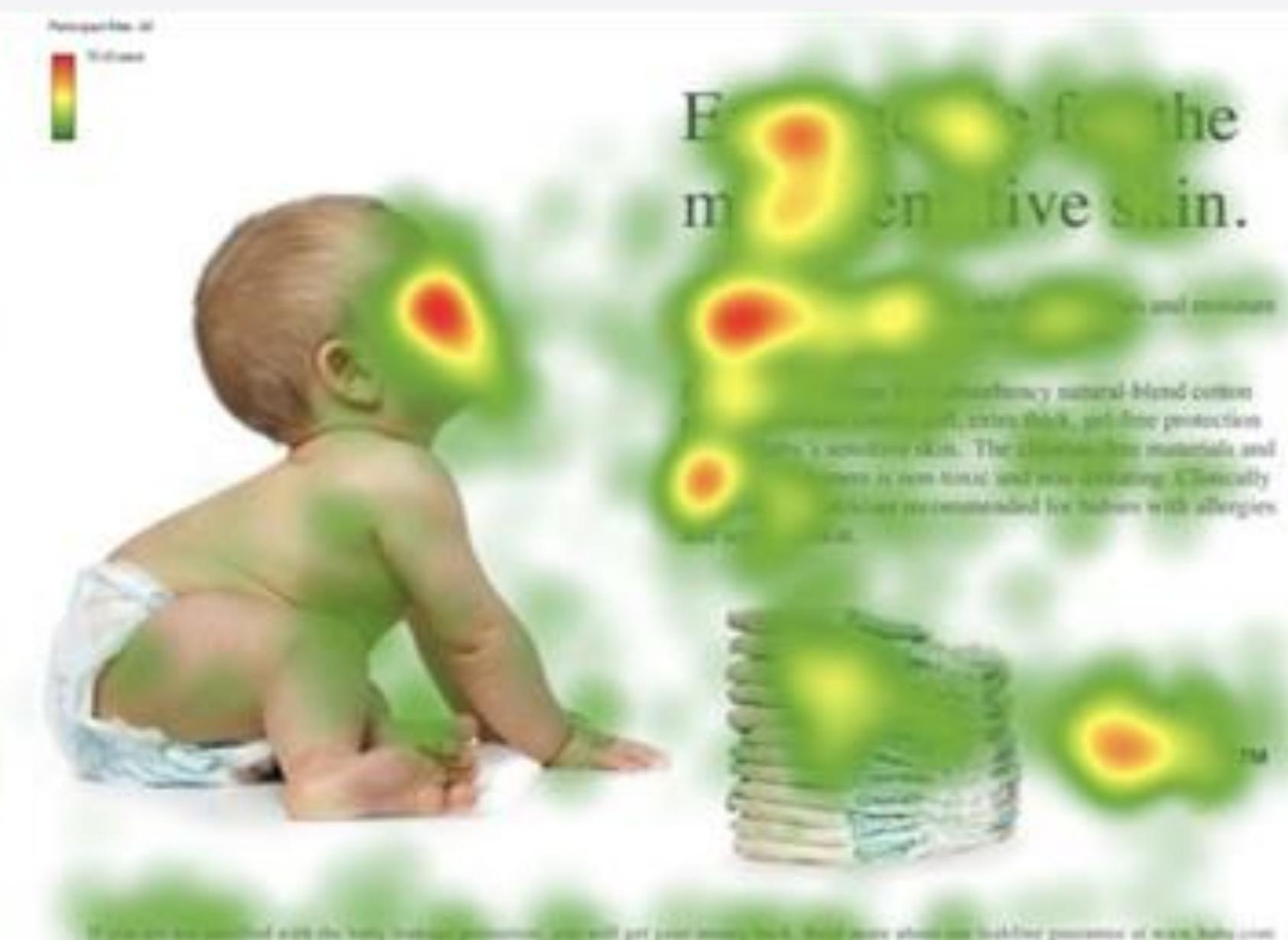
- Los movimientos sacádicos y fijaciones son inconscientes pero no aleatorios.
- El ojo se ve atraido por ciertos atributos y se fija en ellos.
- Movimiento, parches de colores vivos, formas extrañas

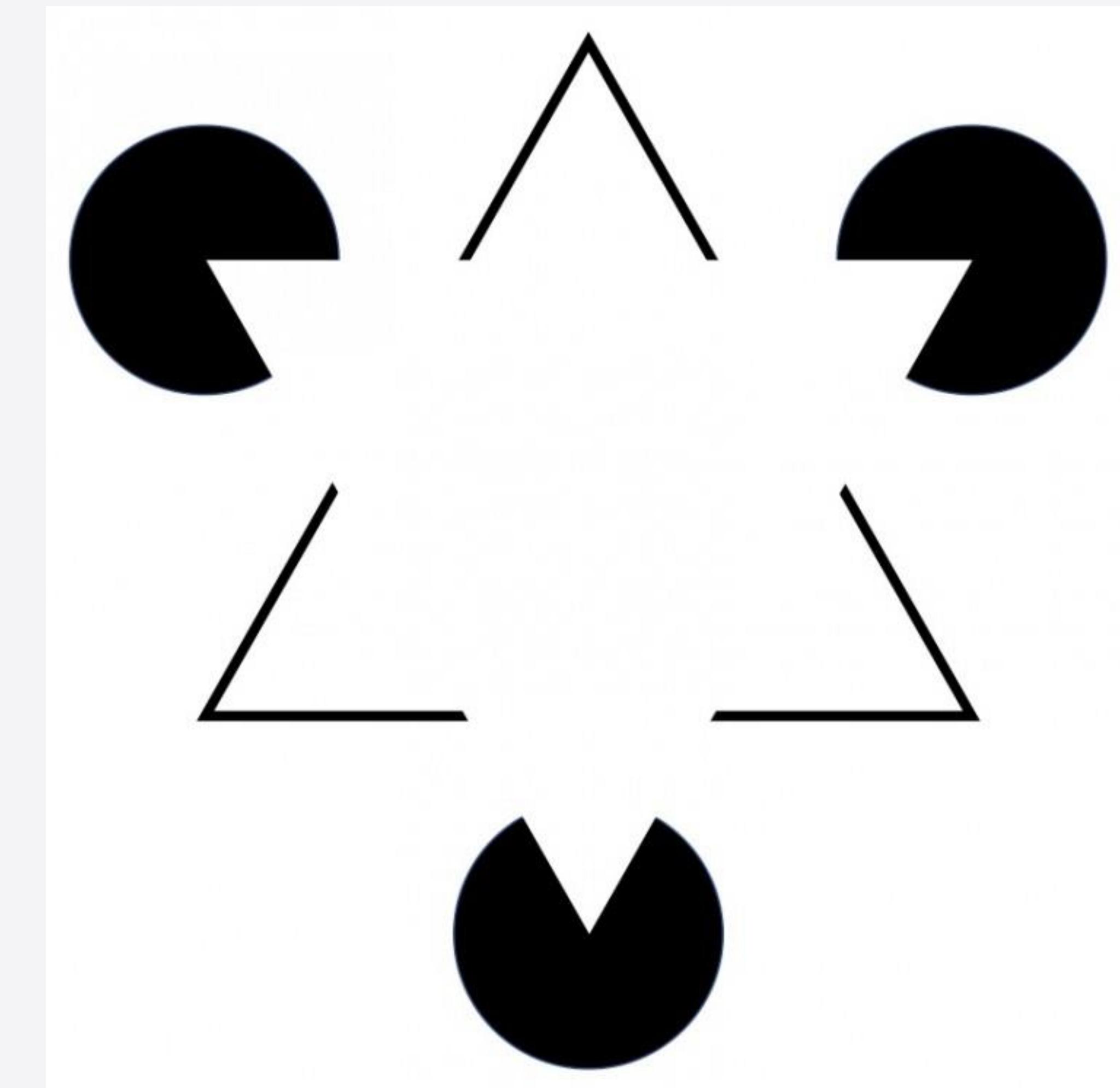
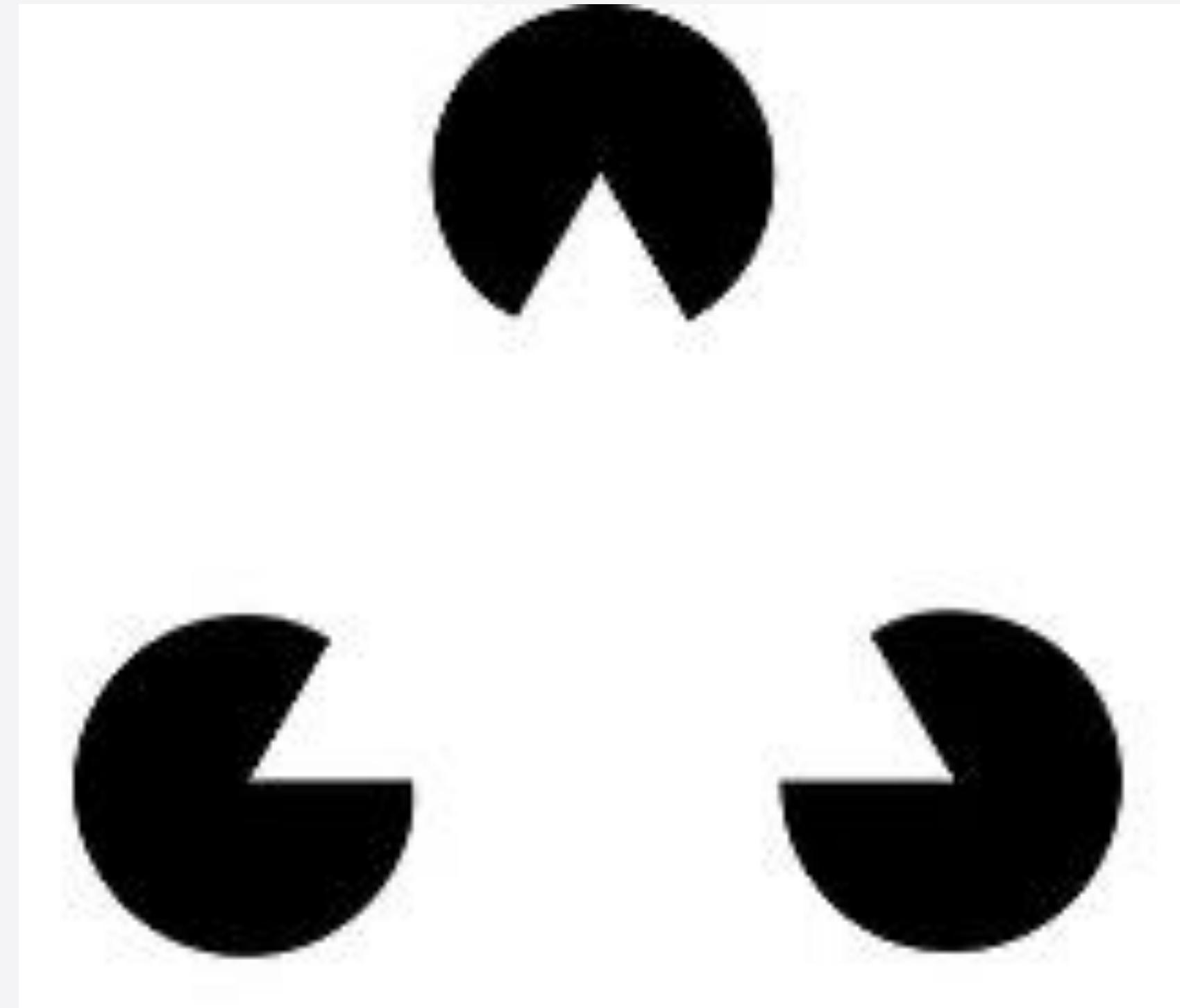


first here

then  
down  
▼

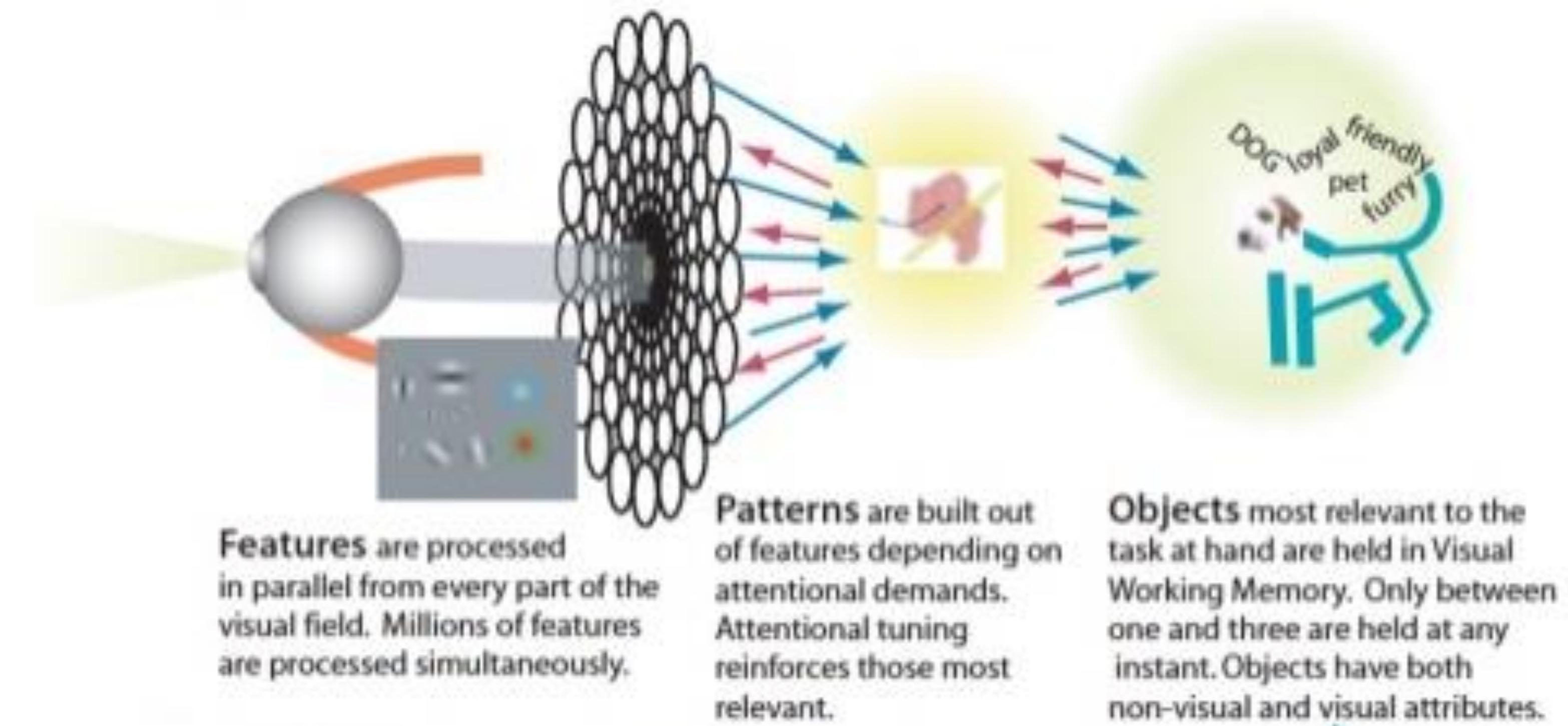
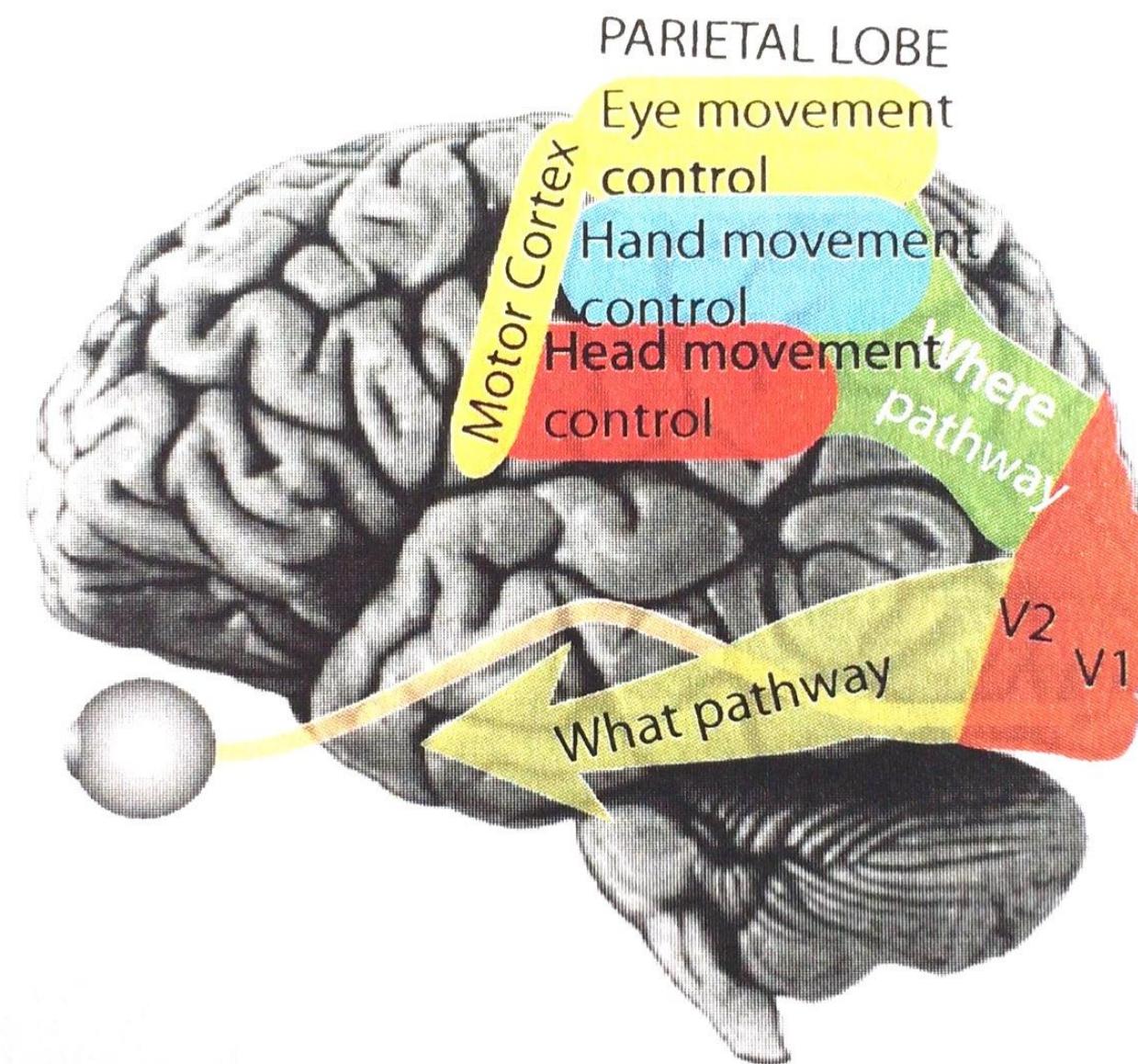
end here



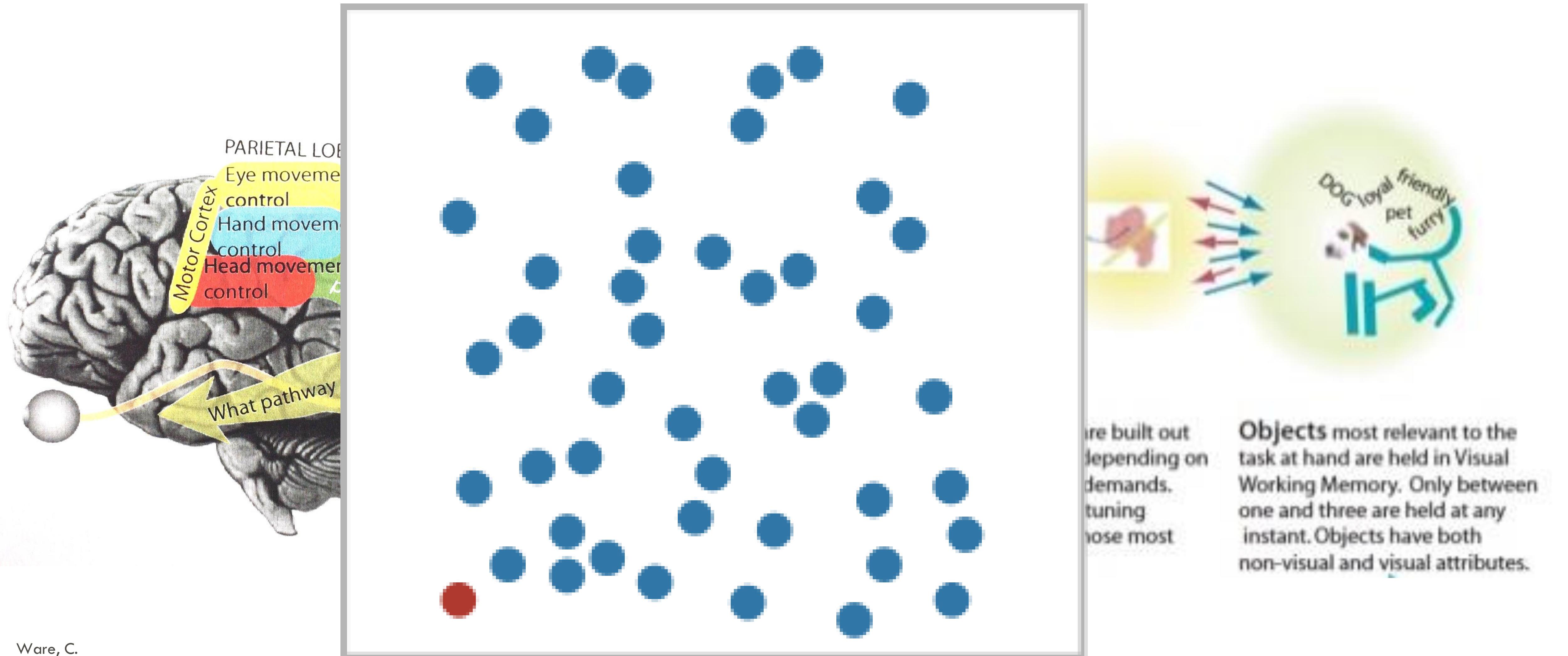


# Percepción Visual

- El procesado de la imagen se da en fases.
- La percepción visual esta distribuida. Partes del procesado ocurren antes que otras a lo largo de la cadena:
  - La retina convierte los patrones de luz en señales eléctricas, se procesan características en paralelo
  - La mente empieza a diferenciar aspectos básicos de los objetos: color, formas básicas.
  - Solo más adelante se da un análisis más profundo de qué está viendo y procede a asignarle un contexto.



# Preattentive attributes



# El contraste es importante

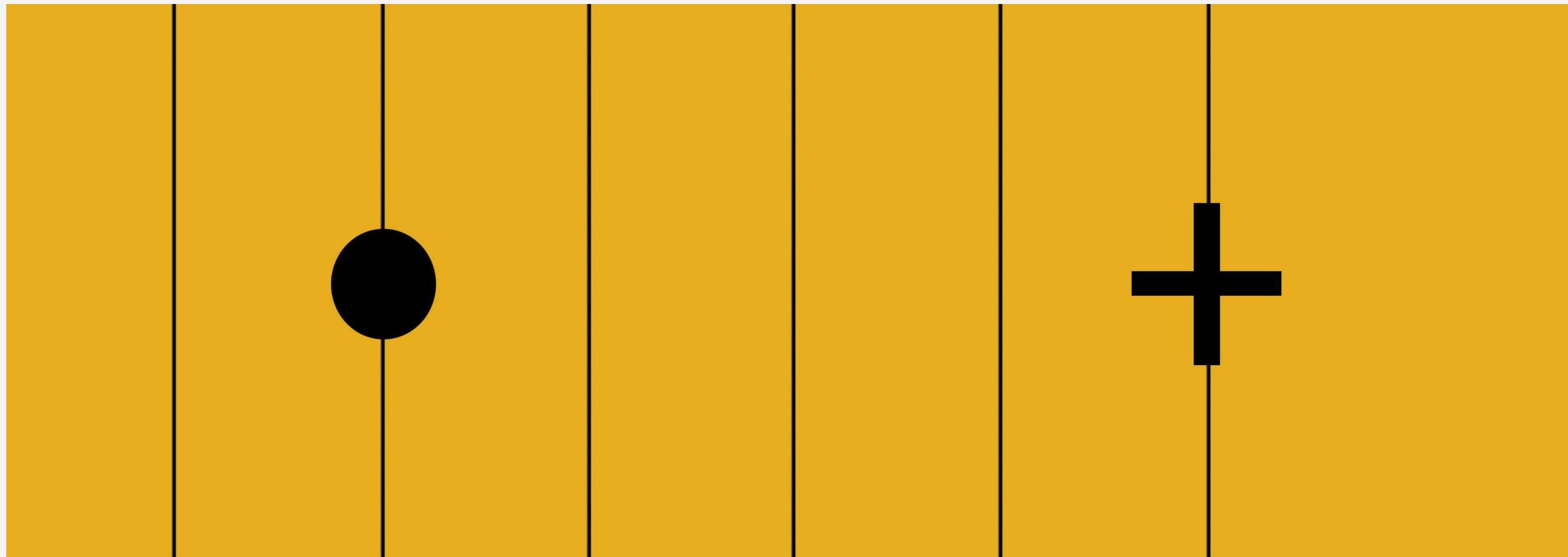
Fácil



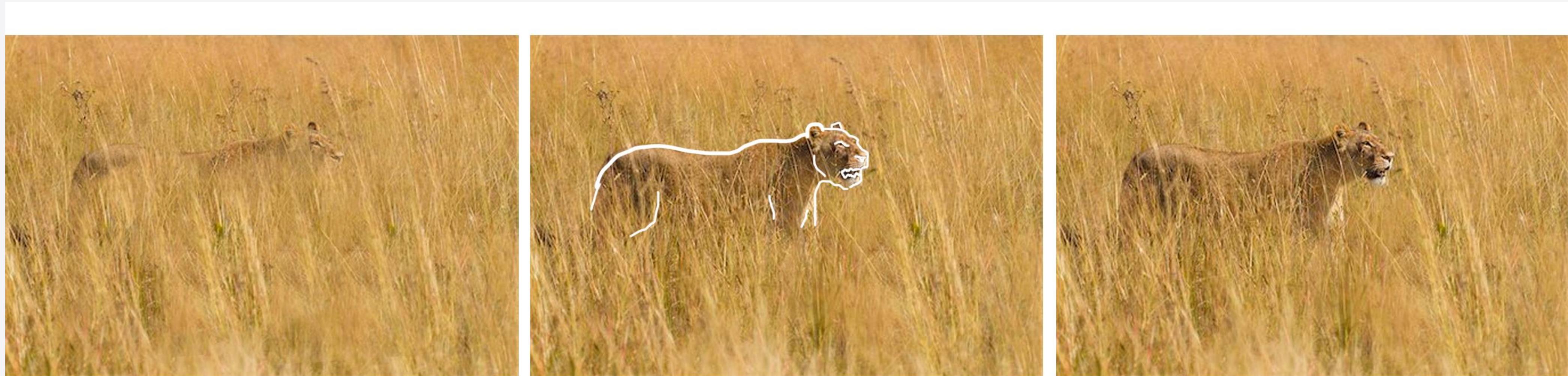
Difícil







Colocarse a unos 20 cm del ordenador  
Cerrar el ojo derecho, mirar la cruz con el izquierdo  
y acercarse lentamente.



Inspirado en The Functional Art

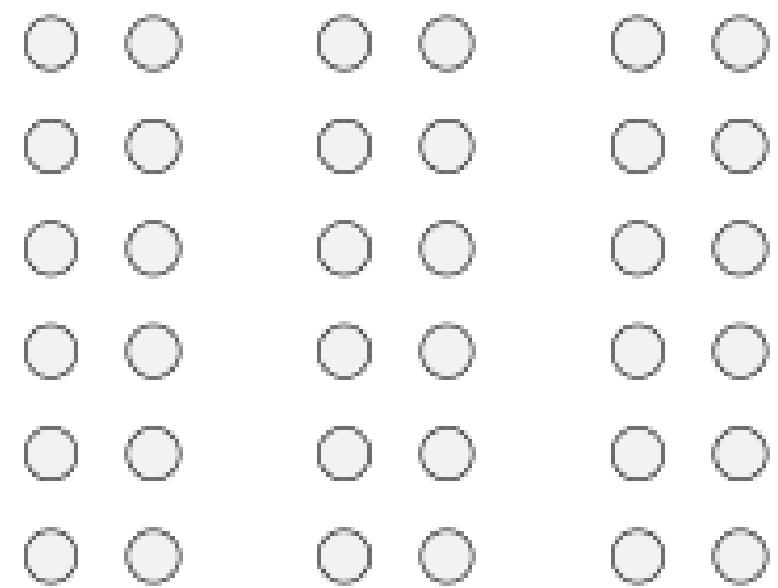
# Background/Foreground



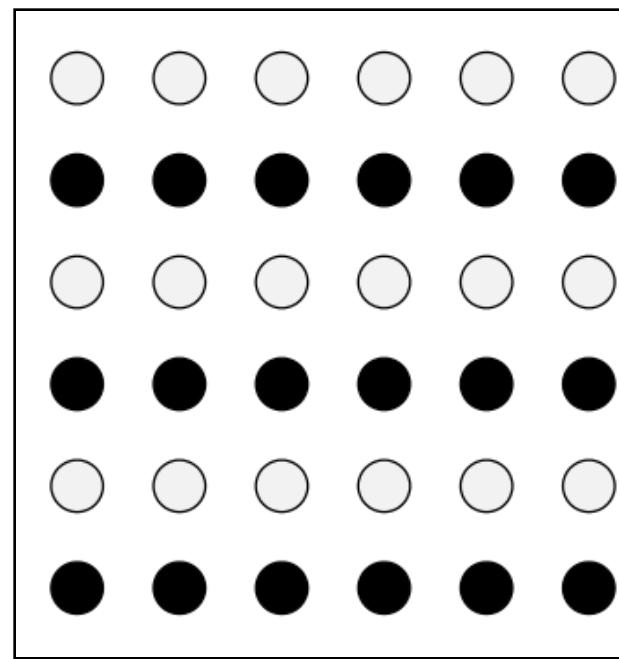
- La mente busca patrones de distinción entre objetos y fondo
- Detección de bordes se basa en diferencias de luz, colores, y definición de los bordes
- Contraste de luz permite la detección más rápida, contraste en tono también rápida, pero algo menos. Sin contraste requiere identificar a la criatura por la forma.

# Gestalt principles

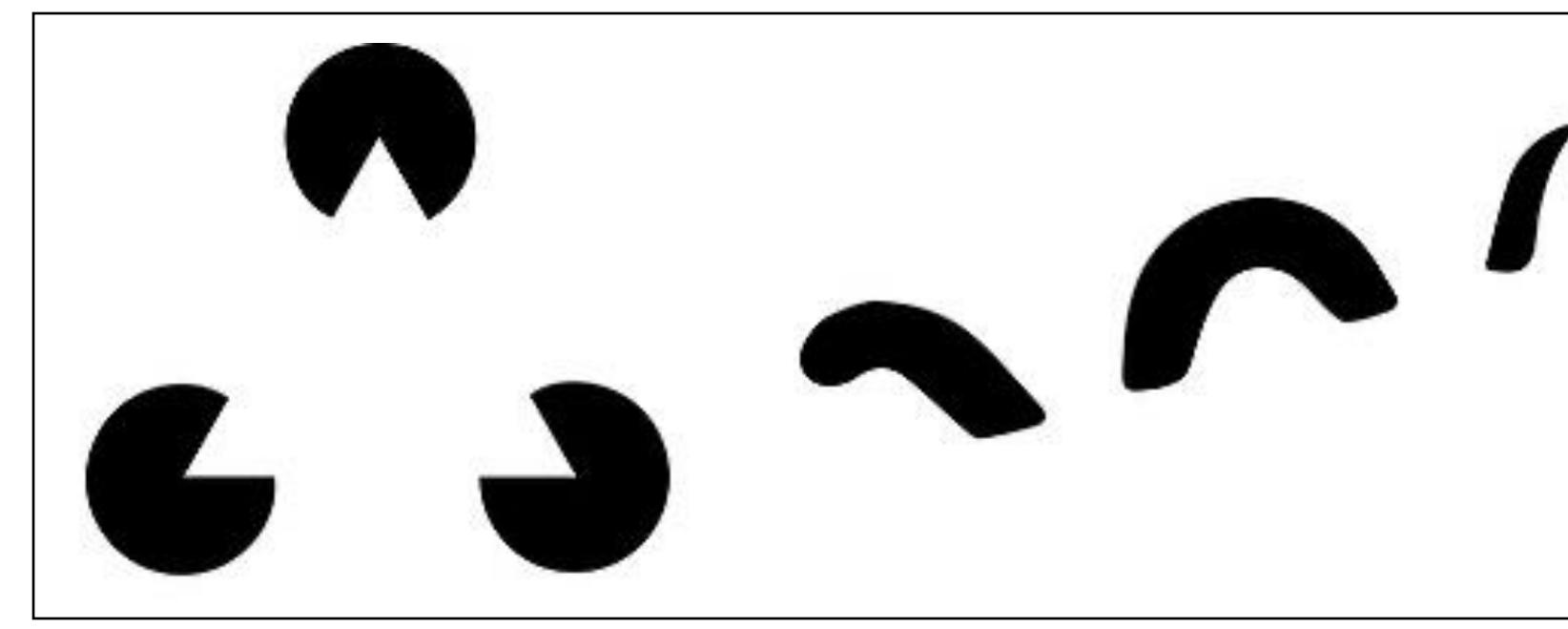
**Proximity**



**Similarity**



**Continuity**



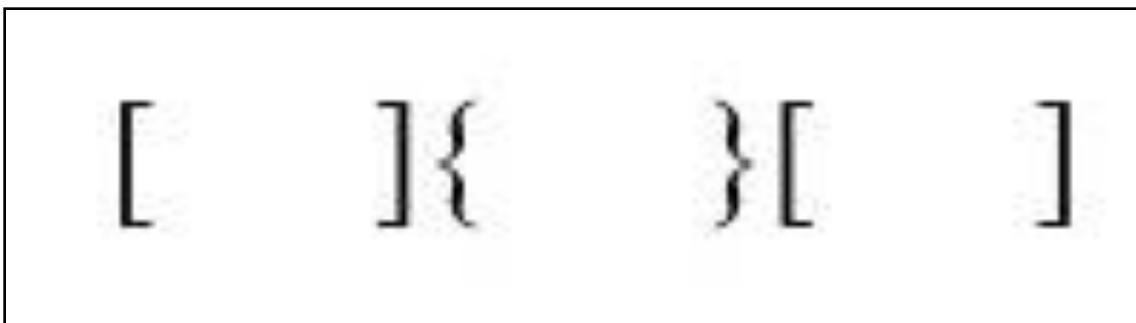
**Figure and ground**



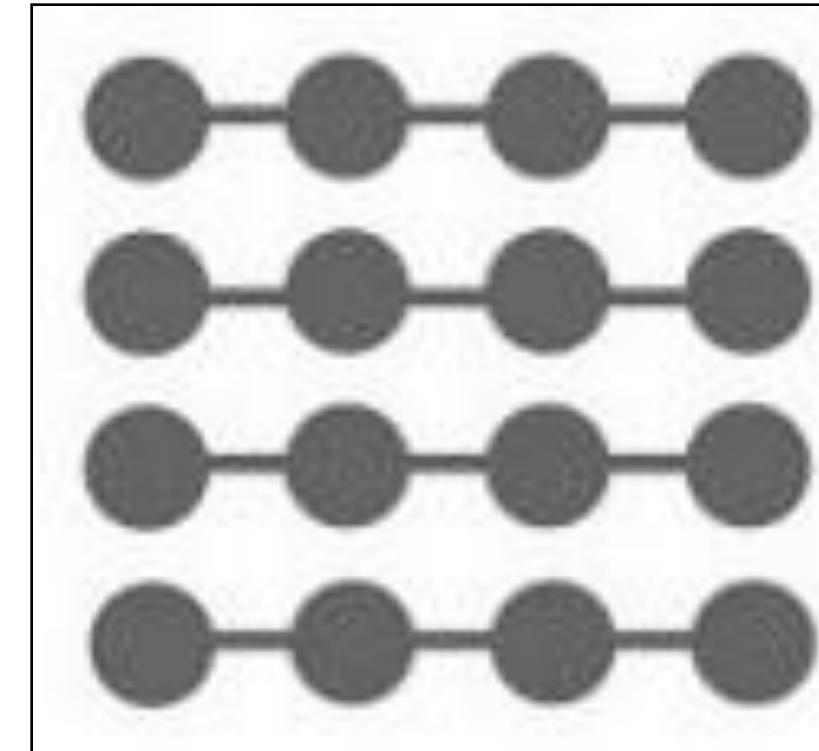
**Closure**



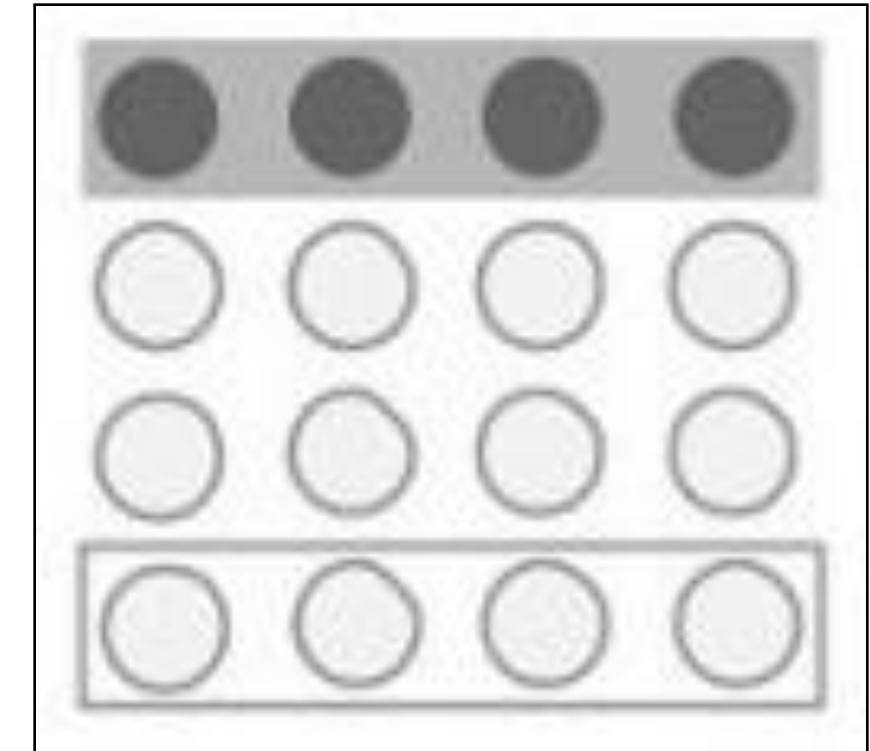
**Symmetry**



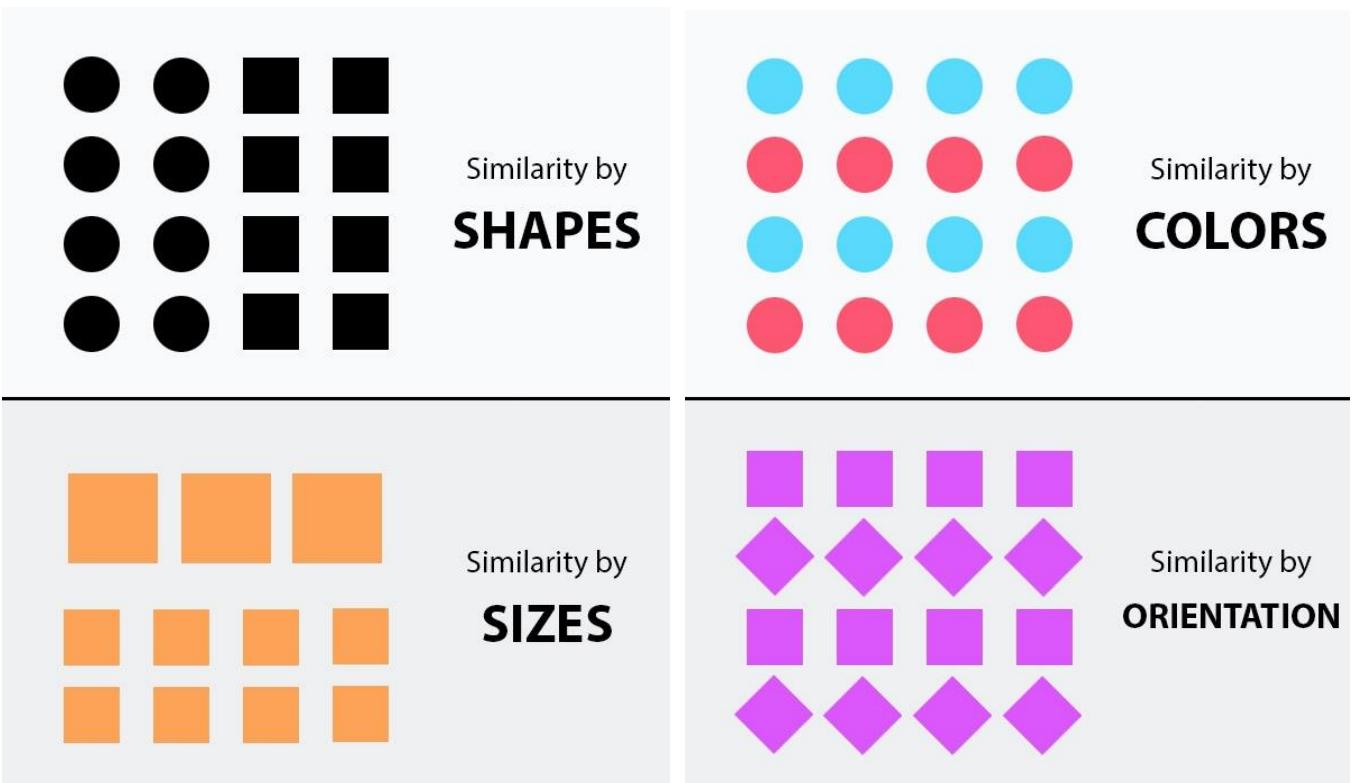
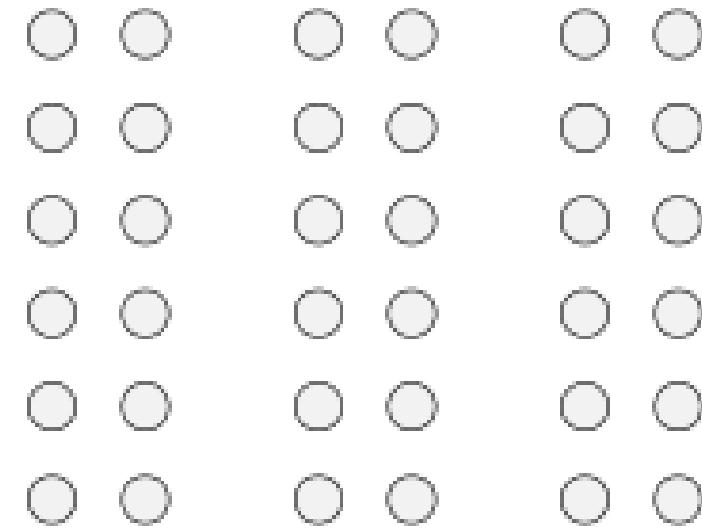
**Connection**



**Enclosure**



# Psicología Gestalt



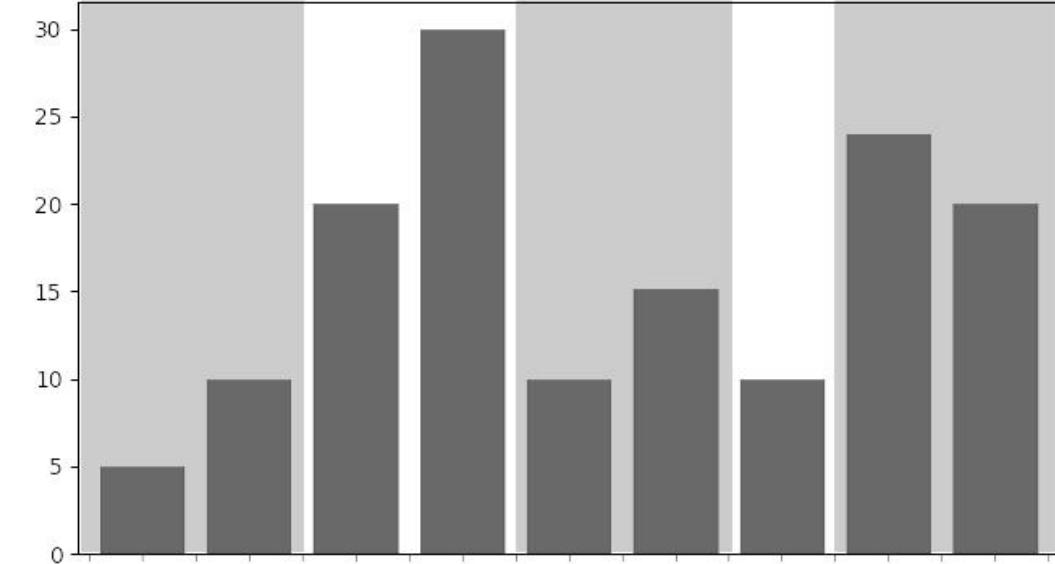
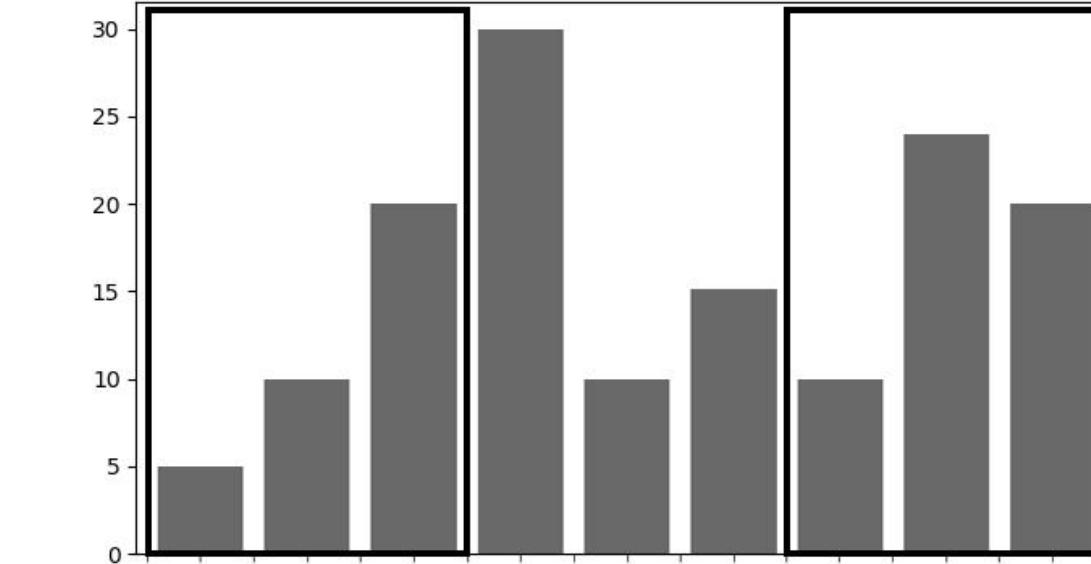
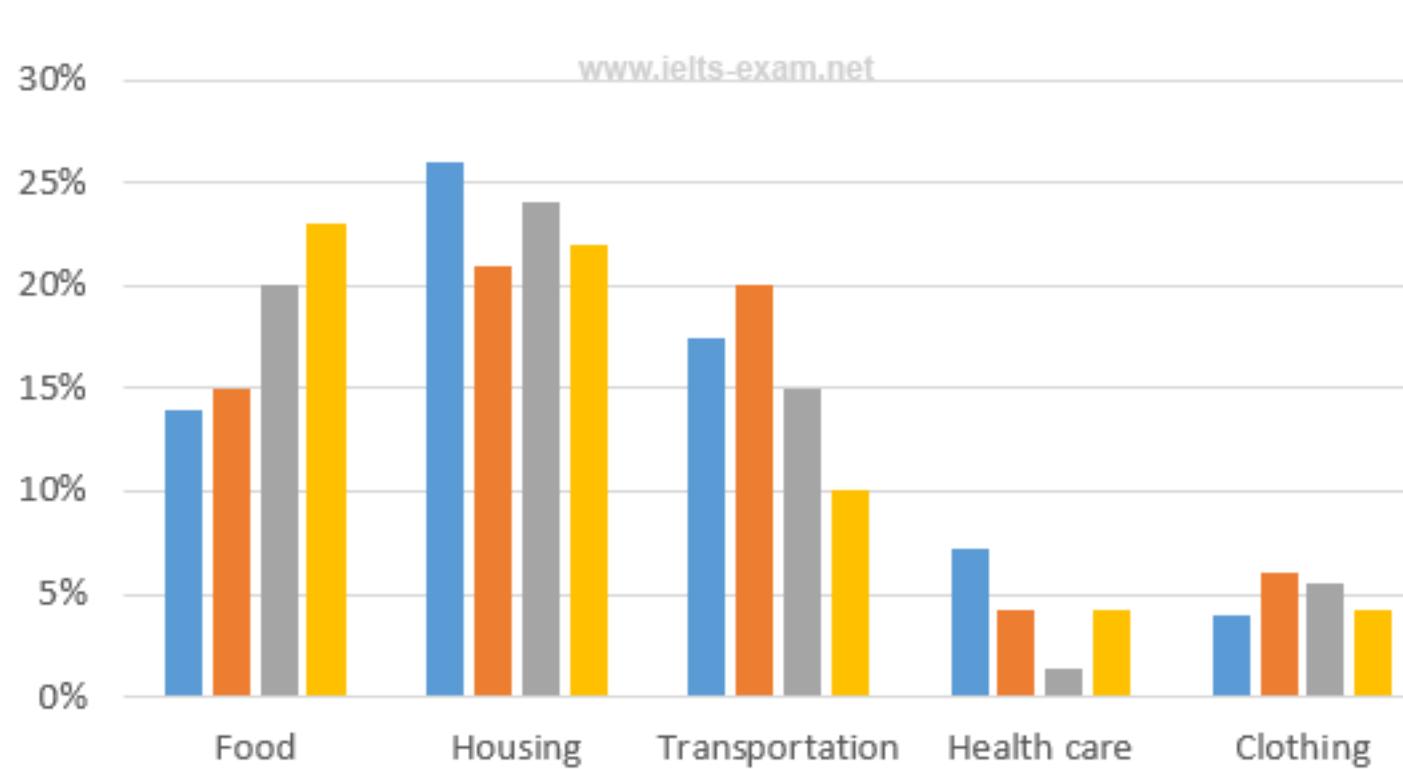
## Proximity

Objetos cercanos se perciben como pertenecientes a un mismo grupo

1234 56789 1234  
1234 56789 1234  
123 2567 8912341  
1234 6789 12 234

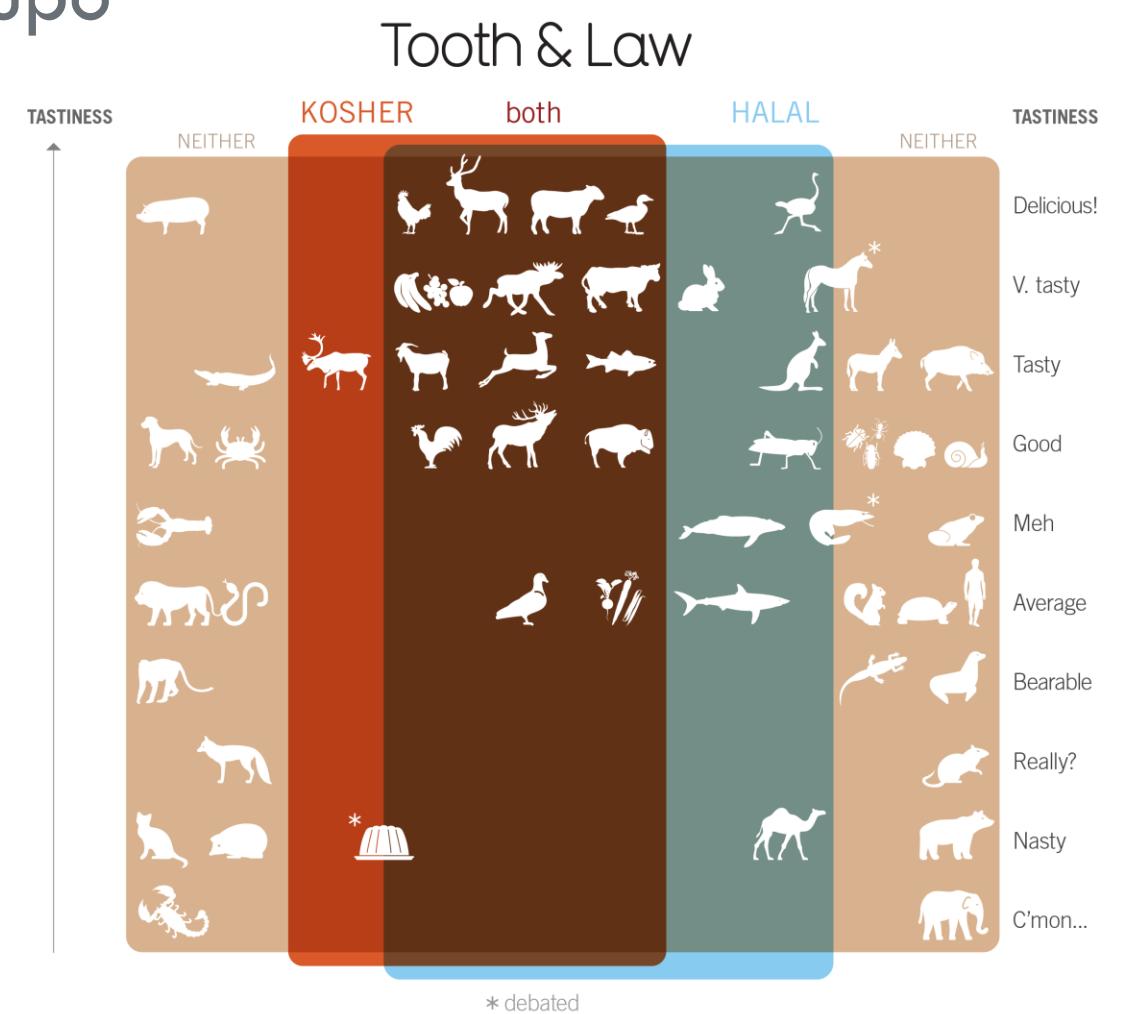
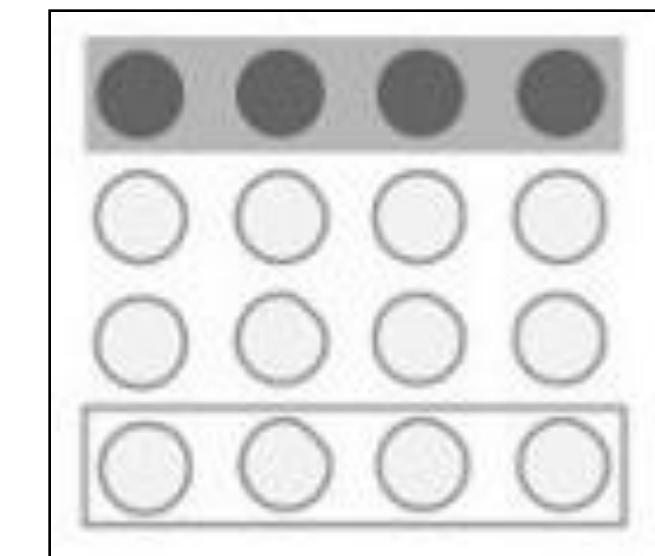
## Similarity

Objetos idénticos se perciben como pertenecientes a un mismo grupo



## Closure

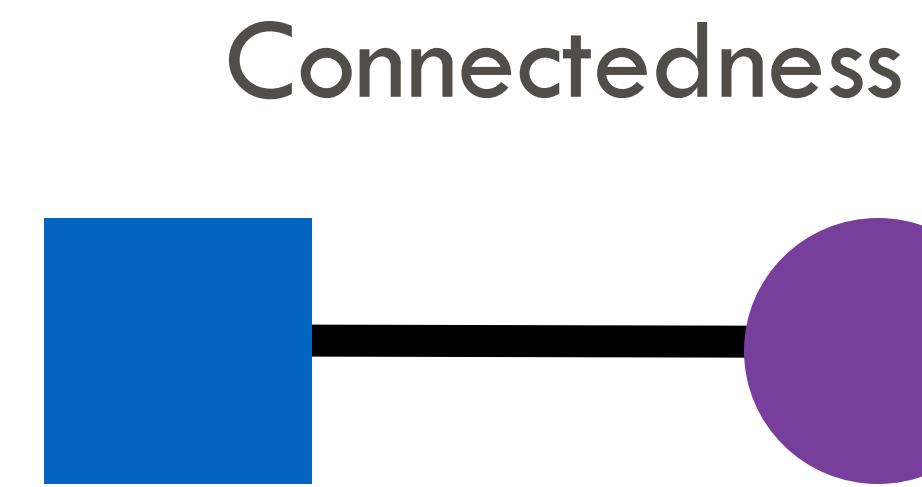
Los objetos dentro de un área con bordes bien definidos se perciben como del mismo grupo



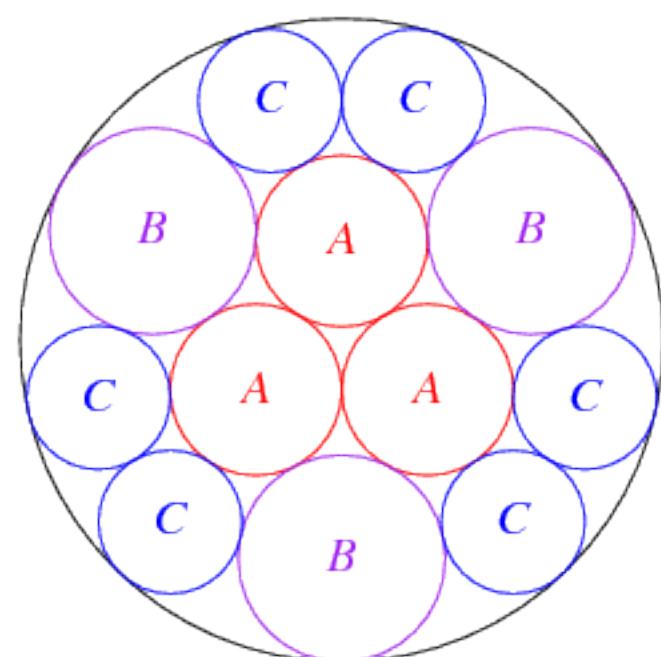
From informationisbeautiful.net

# Grouping

Atributos Visuales que sirven para crear relaciones y categorías  
a través de la posición en el espacio



Containment



Proximity

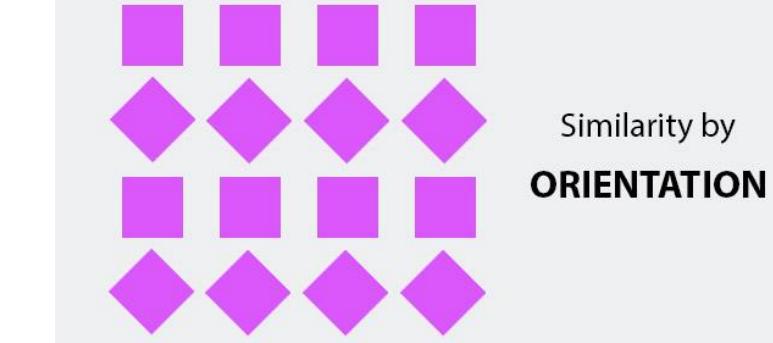
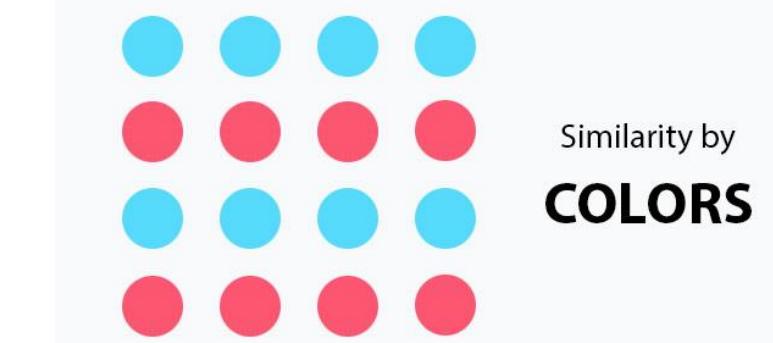
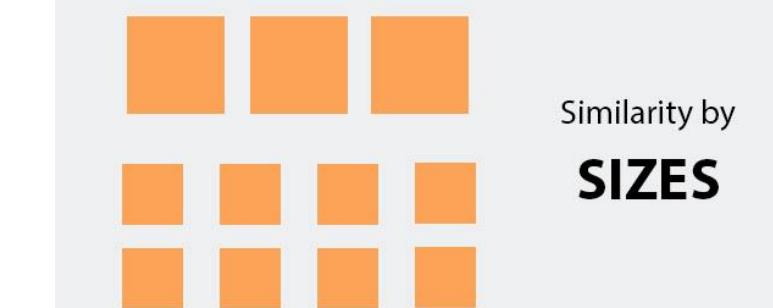
1234 56789 1234

1234 56789 1234

123 2567 8912341

1234 6789 12 234

Similarity



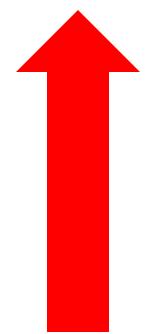
# Contraste

34620191094

18496507394

47690759752

94709268921



Busca los números 6

# Contraste

34620191094

18496507394

47690759752

94709268921

34620191094

18496507394

47690759752

94709268921

- Captamos diferencias de luminancia muy eficientemente
- Si las tablas de números son visualizaciones con la **función** de identificar el 6, la de la derecha es más efectiva porque está diseñada para explotar los mecanismos cognitivos que intervienen en la tarea
- La equivalencia de esta función cognitiva en un fundamento de diseño es: usar el máximo contraste posible para ayudar al usuario a llevar a cabo la tarea.

# Contraste

34620191094  
18496507394  
47690759752  
94709268921

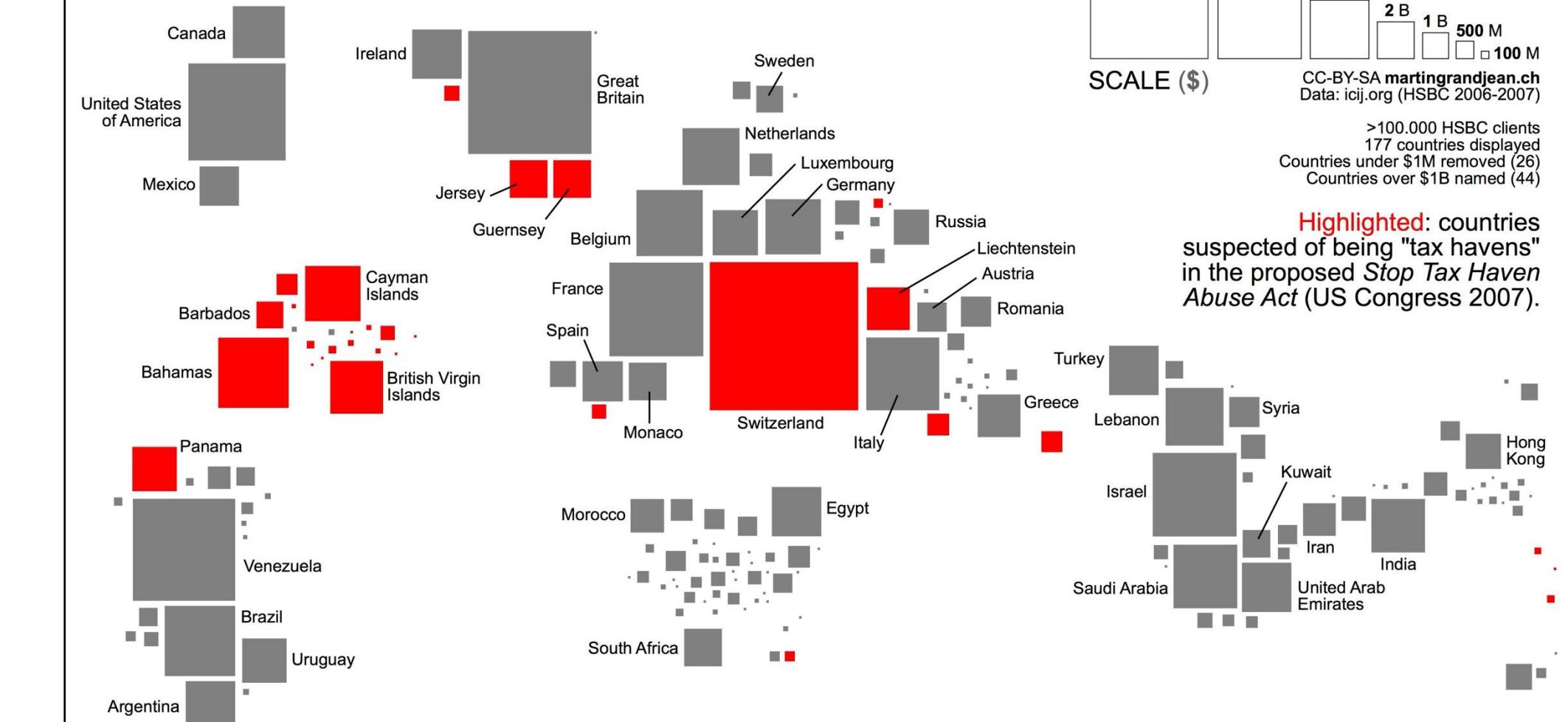
34620191094  
18496507394  
47690759752  
94709268921

Fácil

▪ Algo menos, pero también

## SWISS LEAKS | Globalized finance

Mapping leaked HSBC amounts by country.



- Captamos diferencias de luminancia muy eficientemente
- Si las tablas de números son visualizaciones con la **función** de identificar el 6, la de la derecha es más efectiva porque está diseñada para explotar los mecanismos cognitivos que intervienen en la tarea
- La equivalencia de esta función cognitiva en un fundamento de diseño es: usar el máximo contraste posible para ayudar al usuario a llevar a cabo la tarea.

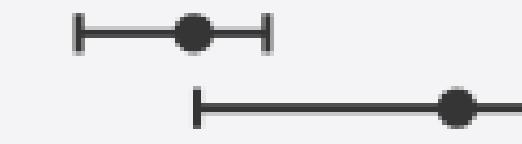
## Channels: Expressiveness Types And Effectiveness Ranks

### → **Magnitude** Channels: **Ordered Attributes**

Position on common scale



Position on unaligned scale



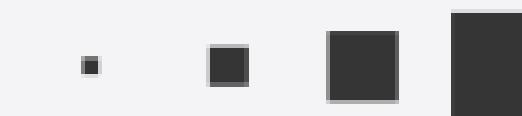
Length (1D size)



Tilt/angle



Area (2D size)



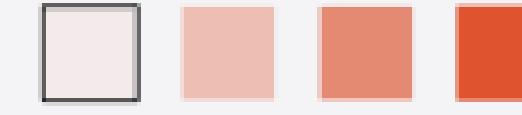
Depth (3D position)



Color luminance



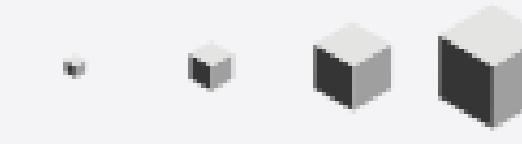
Color saturation



Curvature

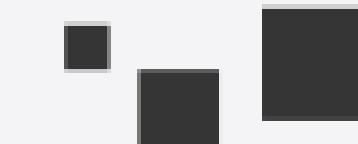


Volume (3D size)



### → **Identity** Channels: **Categorical Attributes**

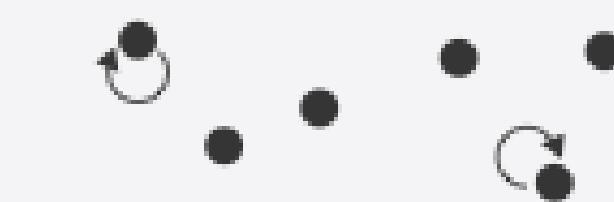
Spatial region



Color hue



Motion



Shape



Usamos estos mecanismos perceptuales en visualización.

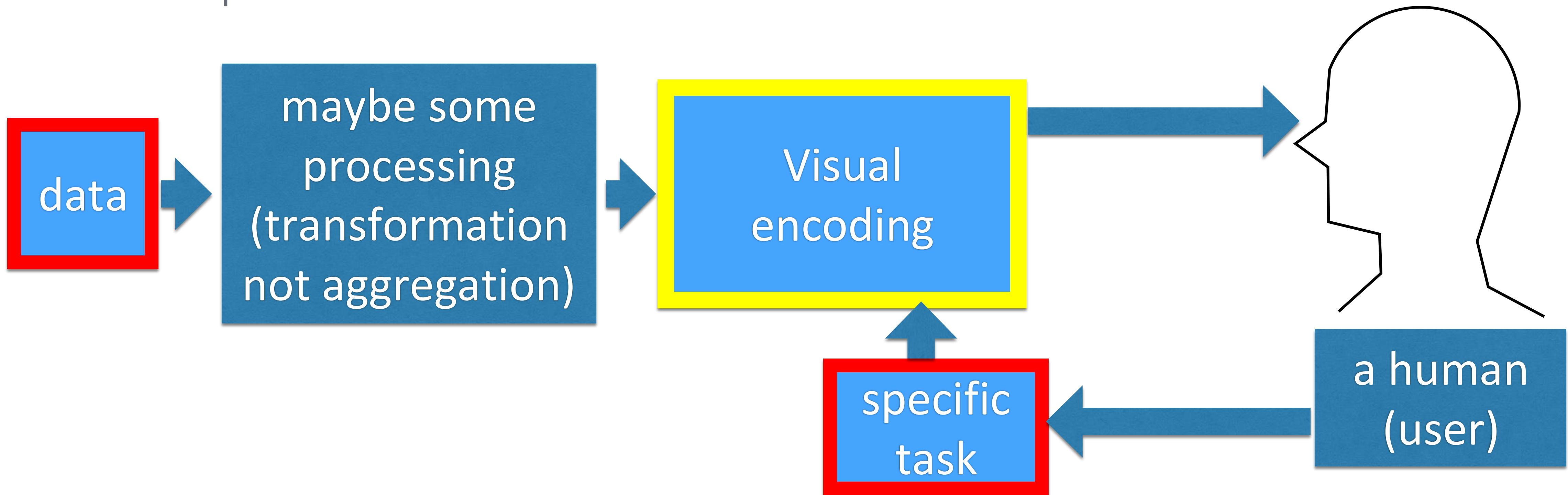
- Hacemos representaciones externas que utilizan nuestras habilidades inherentes de detección de patrones.
- Reducimos la carga cognitiva usando elementos gráficos que la mente puede detectar más rápidamente;
- utilizamos técnicas de codificación que maximicen el contraste entre elementos, dirijan la atención eficazmente, y guíen el razonamiento

# Bibliografia

- **The Functional Art . Alberto Cairo, 2012 (Cap. 5-6)**
- Designing with the Mind in Mind. Jeff Johnson, 2010
- Visual Thinking for Design. Colin Ware, 2008
- Information Visualization. Colin Ware, 2013

# Data Visualisation

- Datos. El proceso empieza con uno o más datasets. Conocemos el tipo y las características de sus atributos.
- Tareas. Definición de las tareas que podemos resolver, caracterizadas como acción + objetivo

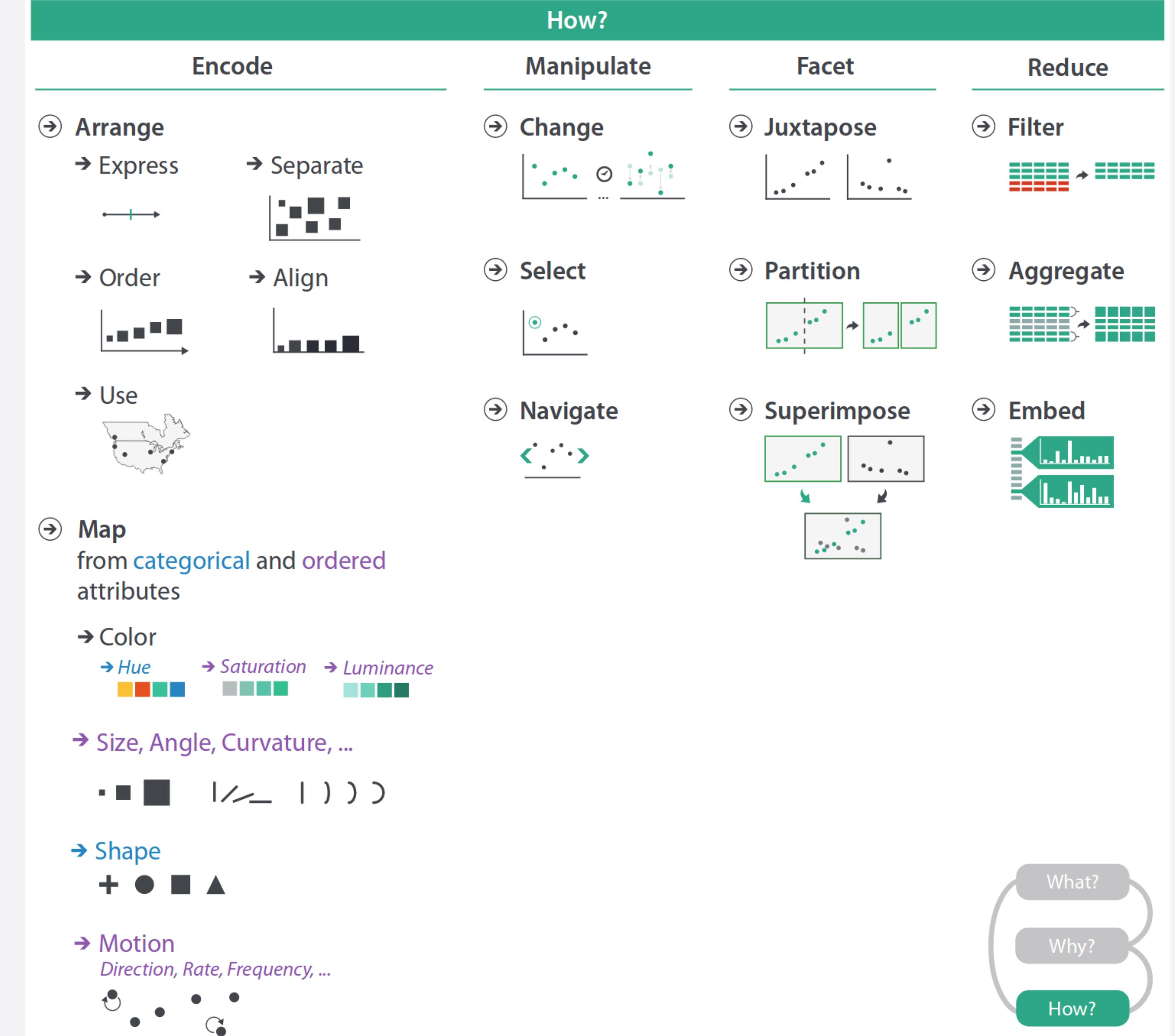


# How?

## Codificación

### 4 categorías

- Encode (Representar)
- Manipulate
- Facet (Separar)
- Reduce



# Manipulate

- Change (highlight, update, animate...)
- Select
- Navigate /change viewpoint (zoom, pan, etc)

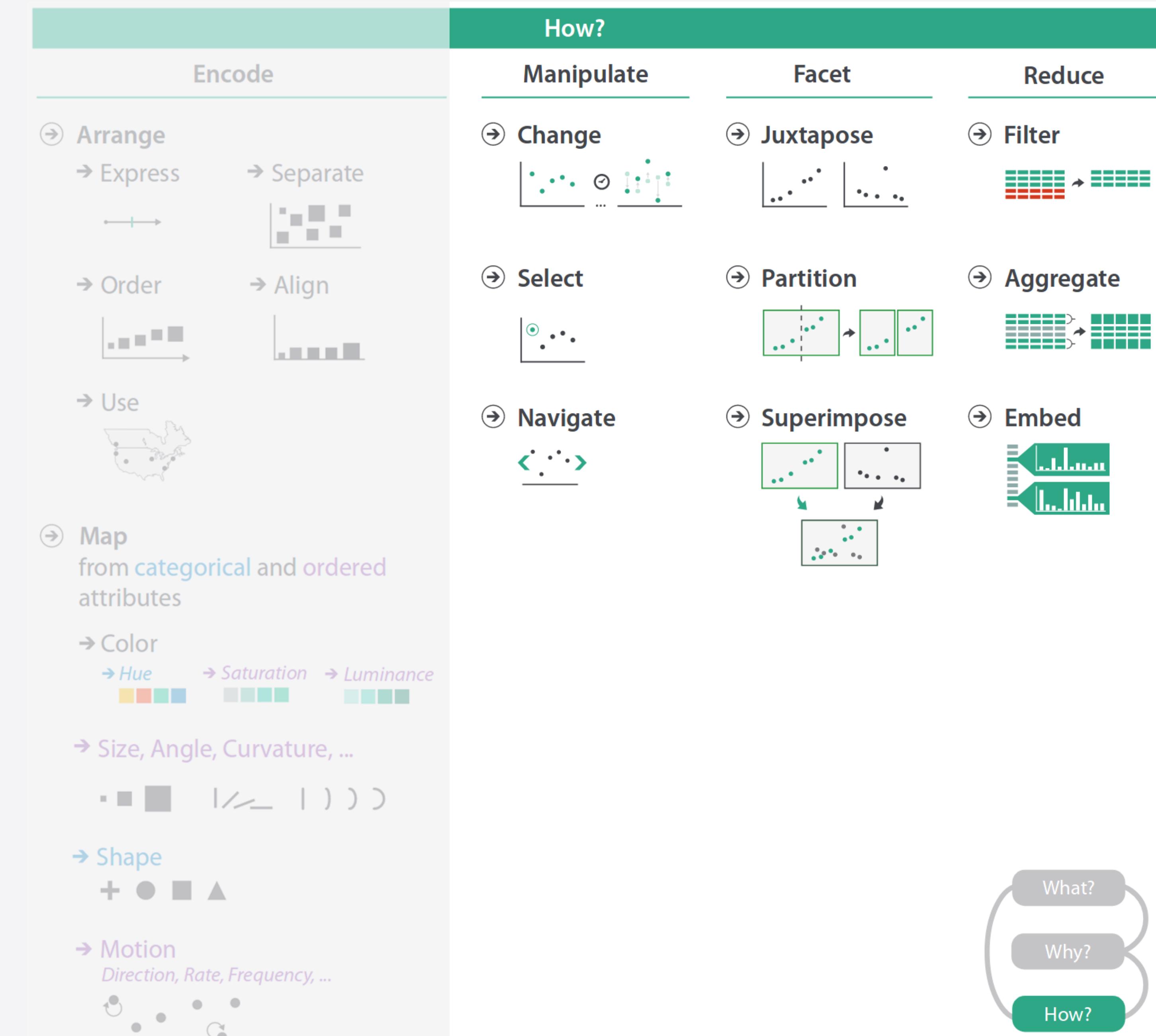
# Facet

Partir los datos en varias vistas organizadas/ coordinadas

- Juxtapose
- Partition
- Superimpose

# Reduce

- Filter
- Aggregate
- Embed (Incorporar)



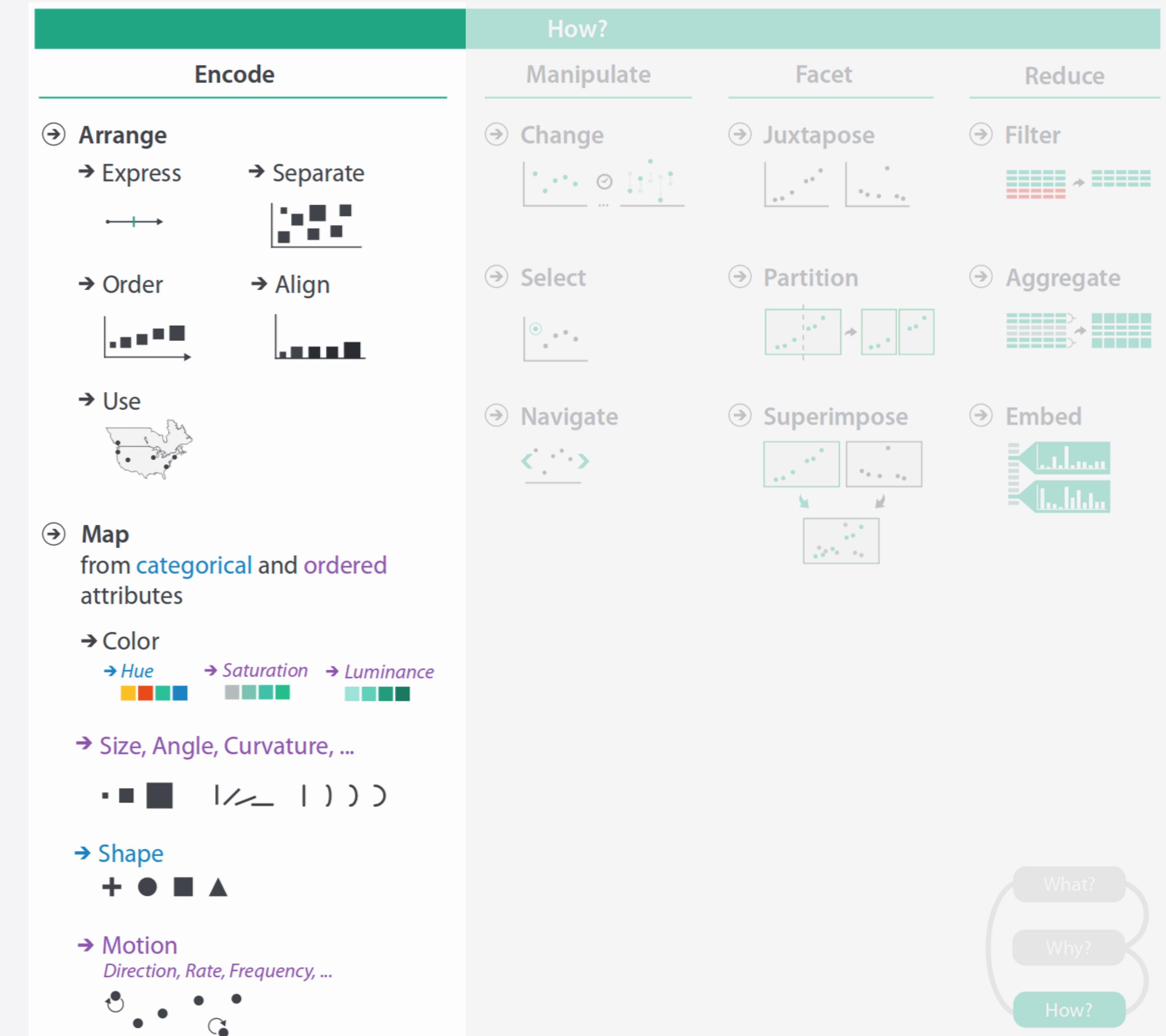
# Codificación

## Arrange

- Spatial arrangement
- Express values
- Separate, order and align regions
- Use spatial data

## Map data into nonspatial visual channels

Color, shape, size, Angle, Curvature, Transparency, Motion, etc.



## Ejercicio

Representa 14 y 33

---

# Marcas y Canales

Asignación de propiedades gráficas a los datos

## Marcas

Elementos geométricos básicos clasificadas por dimensiones

## Canales

Los canales visuales que modulan la apariencia de las marcas



### Position

→ Horizontal



→ Vertical



→ Both



### Color



### Shape



### Tilt



### Size

→ Length



→ Area



→ Volume



# Marcas y Canales

Asignación de propiedades gráficas a los datos

Marcas: Barras, círculos // Canales: X, Y, tono, tamaño

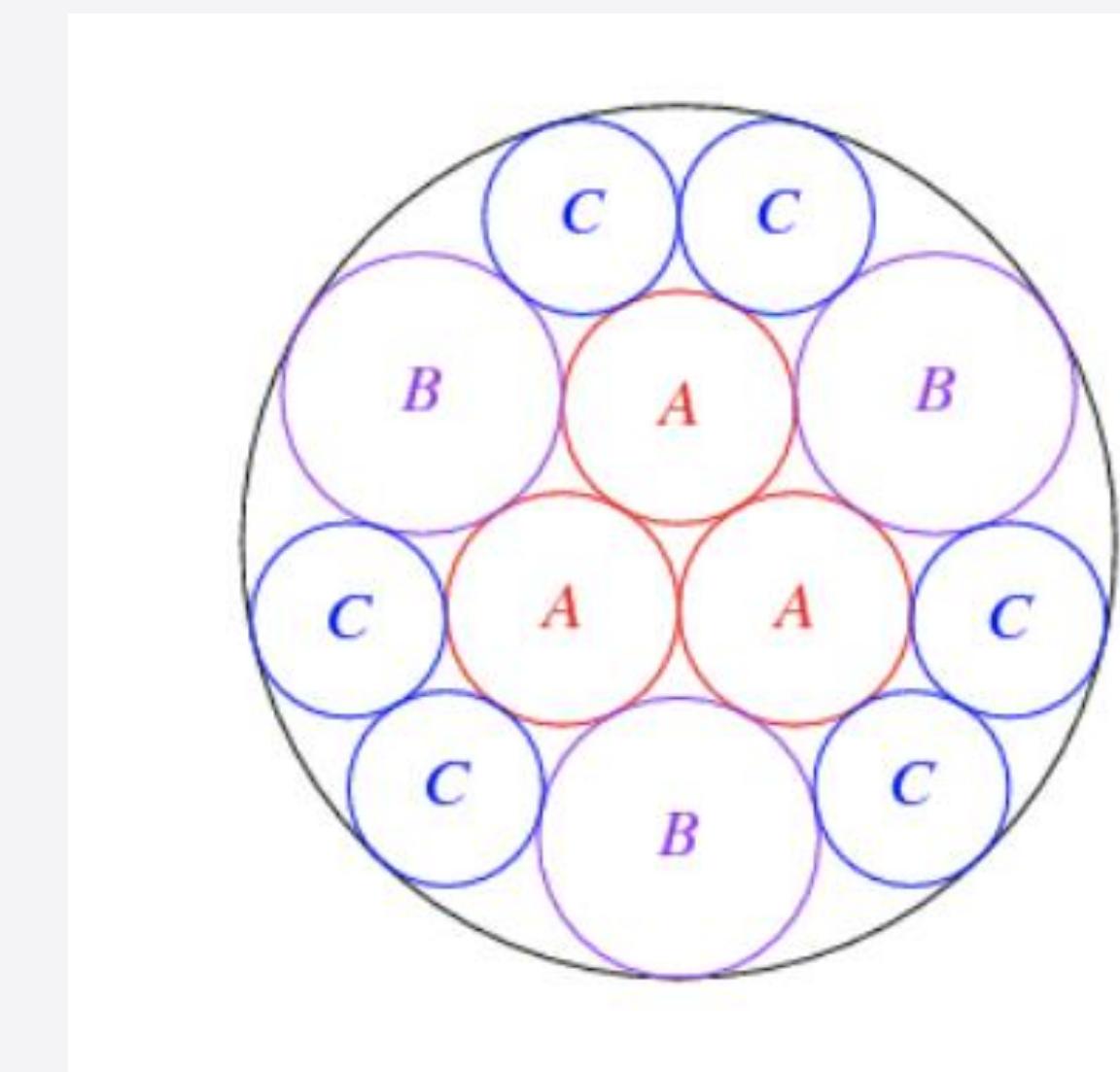
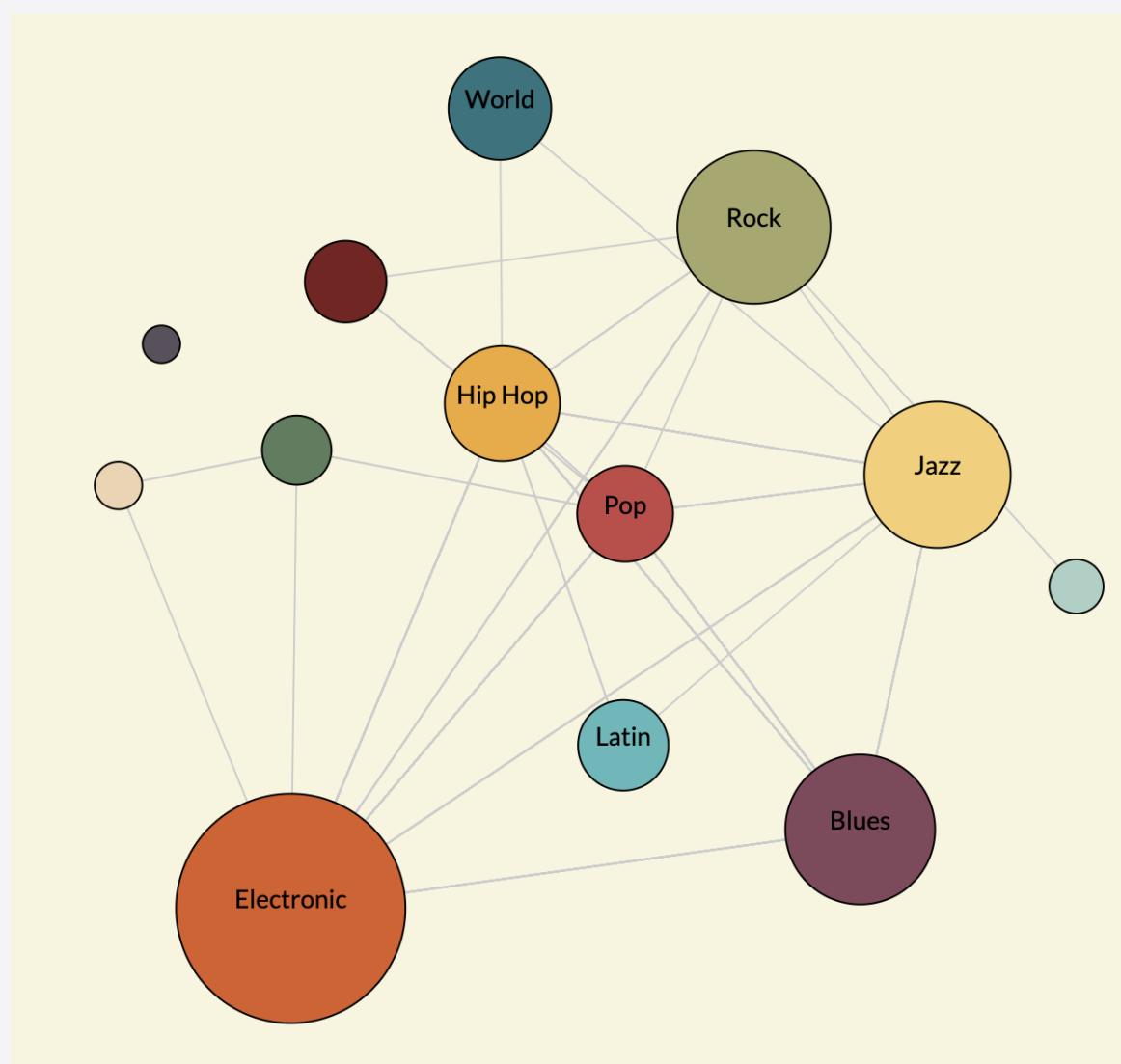
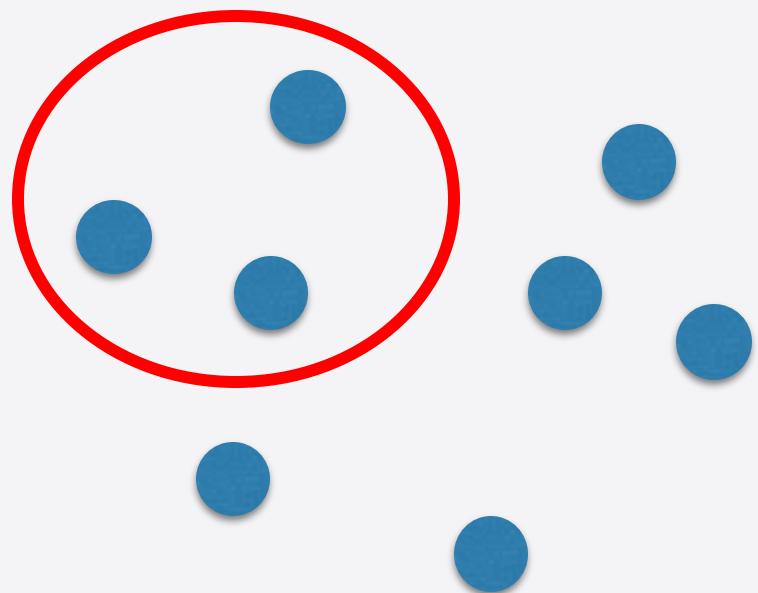
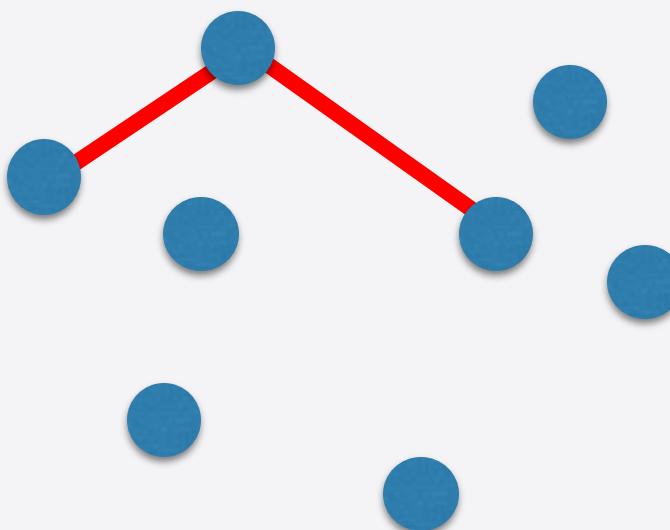


Marcas: Lineas  
Canales: Longitud

Marcas: Puntos  
Canales: Pos.

Marcas: Puntos  
Canales: Pos. +  
Color

Marcas: Puntos  
Canales: Pos. +  
Color +  
Tamaño



## Tipos de Marcas

- En **tablas** las **marcas** representan observaciones
- En **redes** usamos marcas para nodos (observaciones) y uniones.
- Marcas de **conexión o contenedoras**

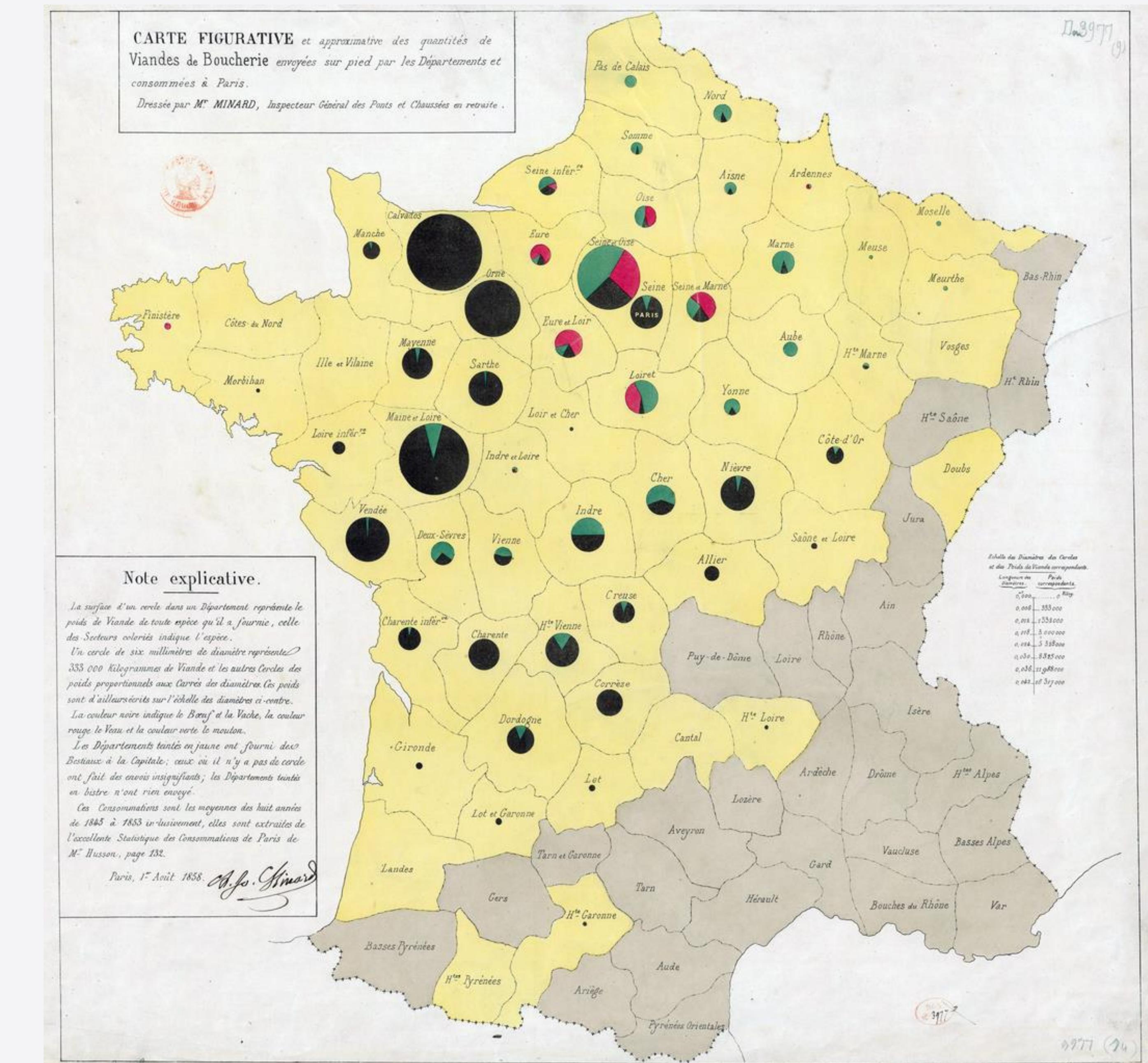
# Marcas compuestas: Glifos

Distribución geográfica de cantidades de carne enviadas a París.

Ejemplo de 1858 de Charles Minard

Utiliza múltiples piecharts para categorizar envíos de carne desde Paris.

- Provincias en gris no tienen envíos
- Tamaño = volumen del envío, el más grande es 330 T
- Color es tipo de carne (negro=vaca, verde=cordero, rojo=ternera).



# Marcas compuestas:

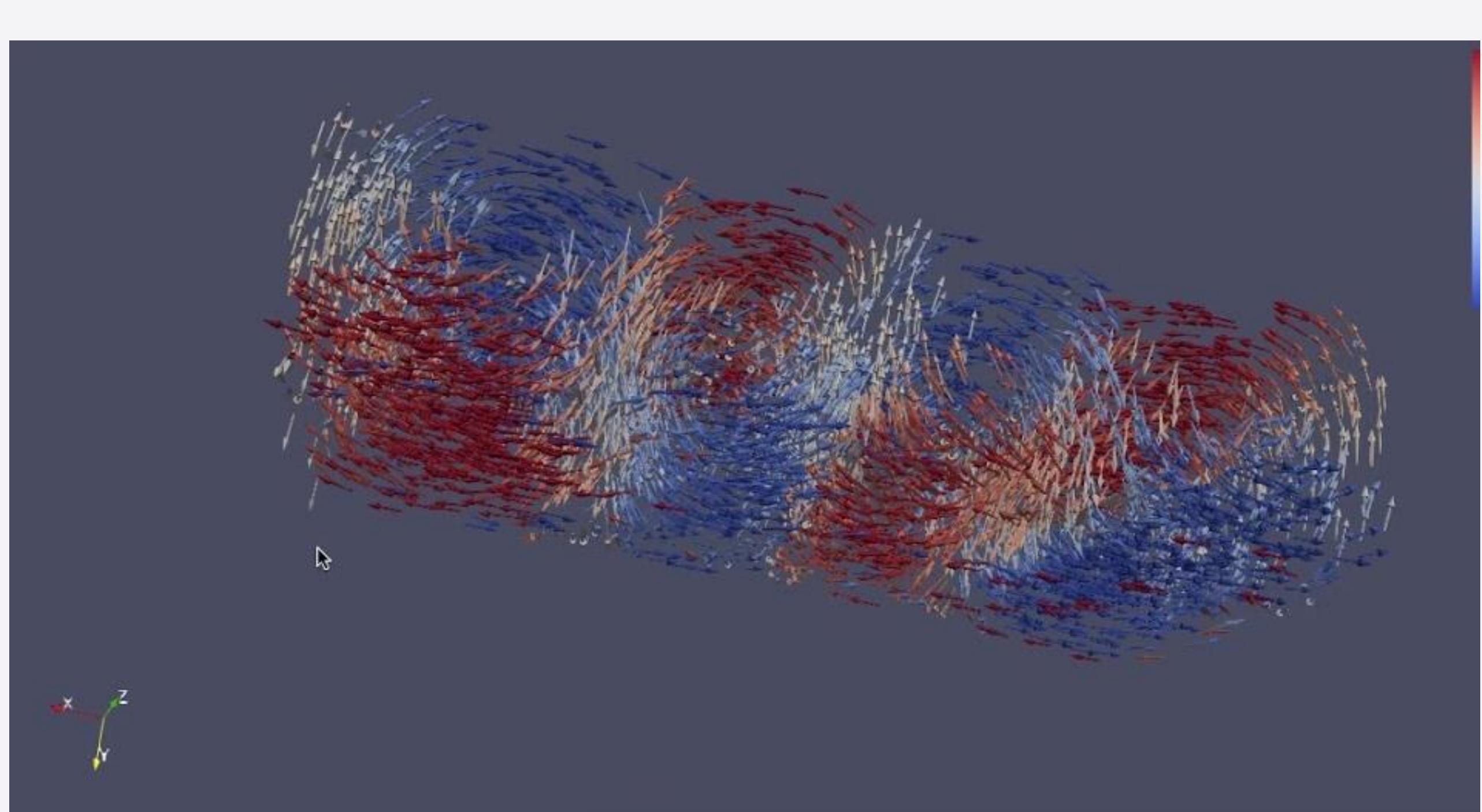
## Glifos

Glyphs show linear trends of USHCN stations, 1950–2010.

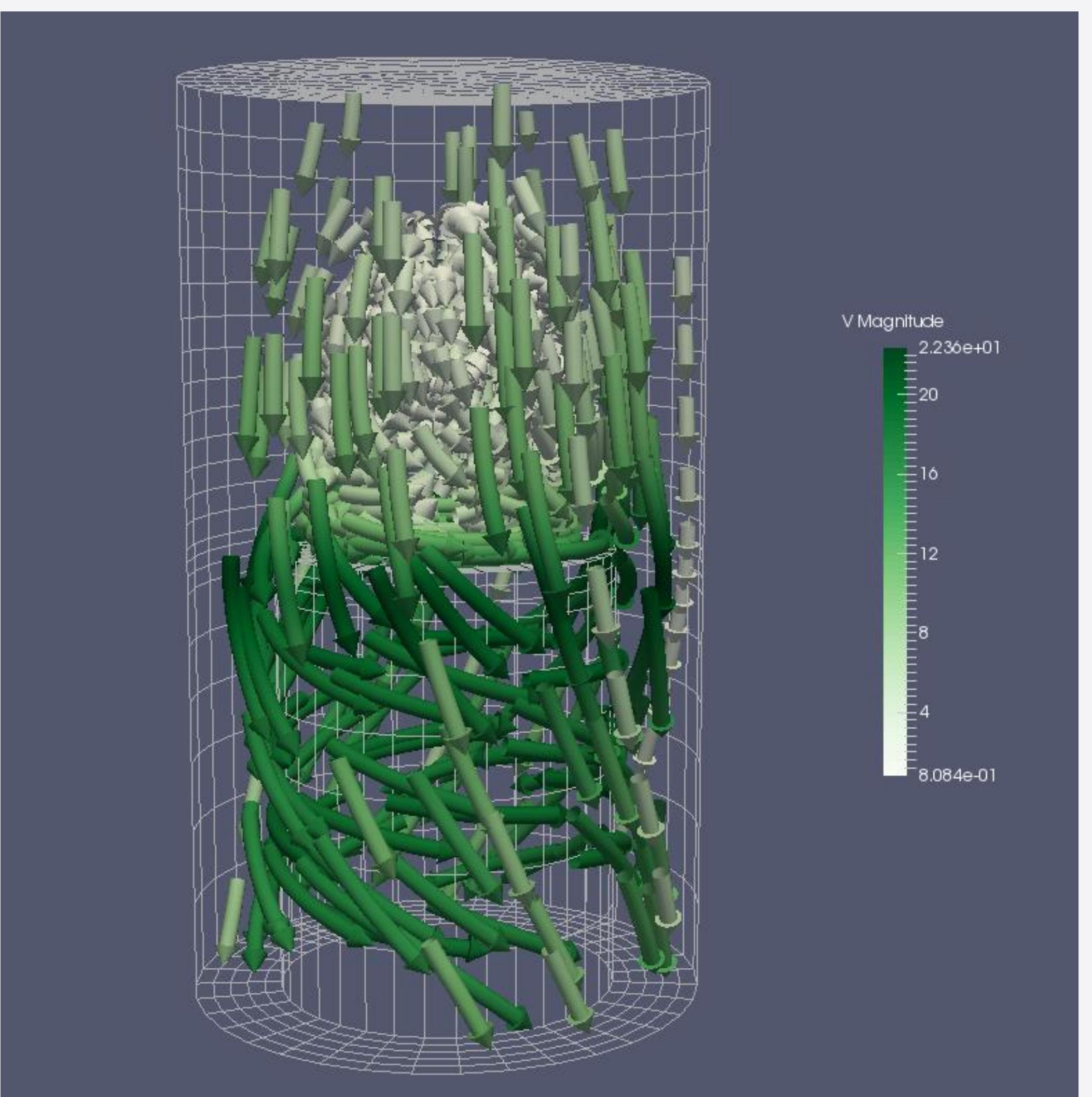


Wickham, H., Hofmann, H., Wickham, C., & Cook, D. (2012). Glyph-maps for visually exploring temporal patterns in climate data and models. *Environmetrics*, 23(5), 382-393.

# Marcas compuestas: Glifos

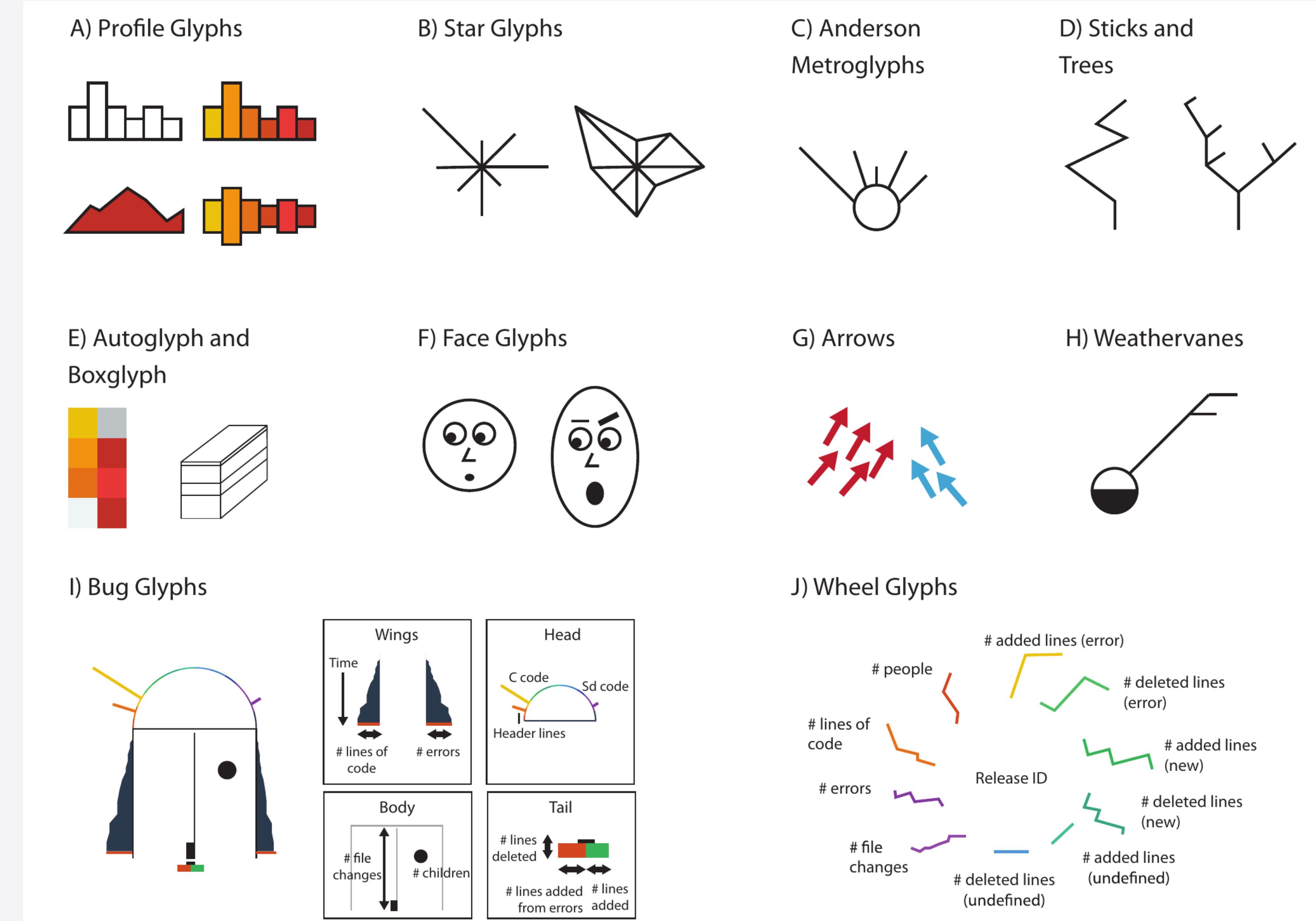


From Youtube / Liam Cooper



[blog.kitware.com](http://blog.kitware.com)

# Marcas compuestas: Glifos



Systematising Glyph Design for Visualization, de E.J aguire  
From Eduardo Graells

# Tipos de Canales

- No todos los canales son iguales
- Percibimos dos tipos generales de modalidades sensoriales:
- Canales de Identidad – Dan información de *Qué es algo o Donde está*)
- Canales de Magnitud – Nos dice *Cuanto hay de algo*.

## Identidad

→ Shape



e.g., podemos decir *Qué forma vemos*  
¿Tiene sentido hacer preguntas de magnitud?

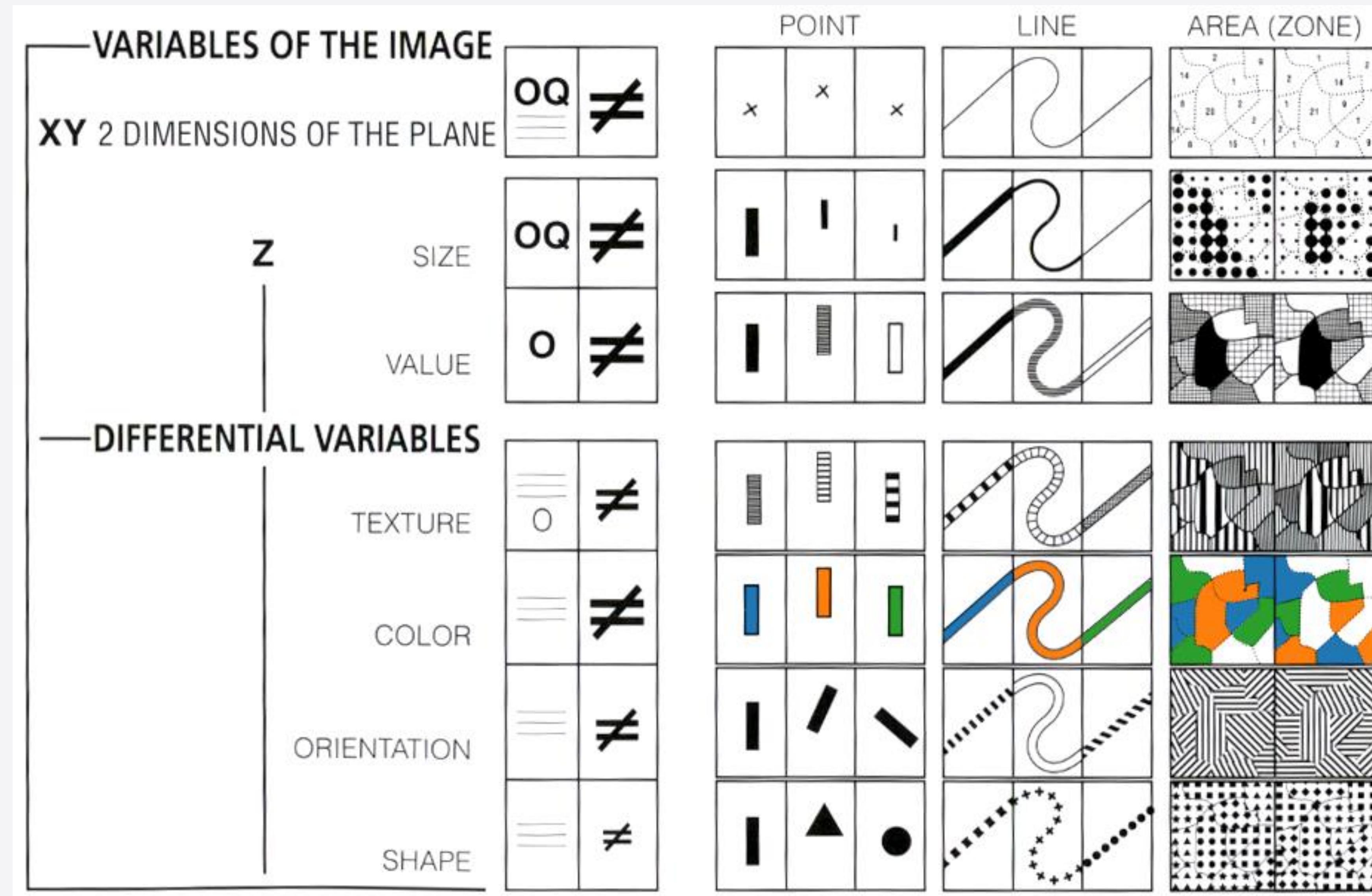
## Magnitud

→ Length



e.g., podemos hacer preguntas de magnitud para la  
longitud. ¿Preguntar identidad?

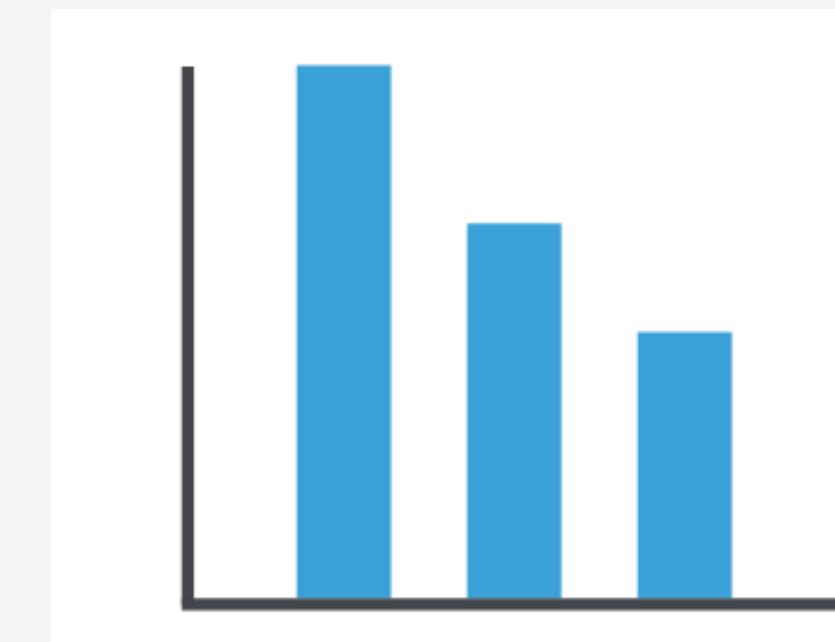
# Marcas y Canales



# Marcas y Canales

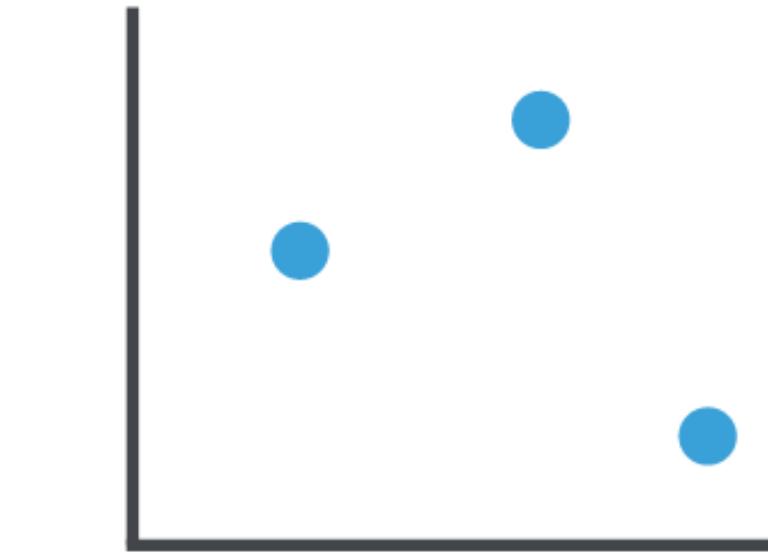
- La importancia del tipo de atributo está en la codificación en canales de **Magnitud o Identidad**
- Estas gráficas incorporan variables en canales de identidad o de magnitud, según el tipo de variable

**1 cuantitativo**



Marcas: Lineas  
Canales: Longitud

**2 cuantitativos**



Marcas: Puntos  
Canales: Pos.

**2 cuantitativos  
+ 1 categorico**



Marcas: Puntos  
Canales: Pos. +  
Color

**3 cuantitativos  
+ 1 categorico**



Marcas: Puntos  
Canales: Pos. +  
Color +  
Tamaño

# Principios de Expresividad y Efectividad

Expresividad:

A visualization is said to be expressive if, and only if, it encodes all the data relations intended and no other data relations.

[Card, 2008, p. 523]

Traducido:

- Mostrar la verdad y nada más que la verdad
- No usar codificaciones que impliquen relaciones que no están en los datos.

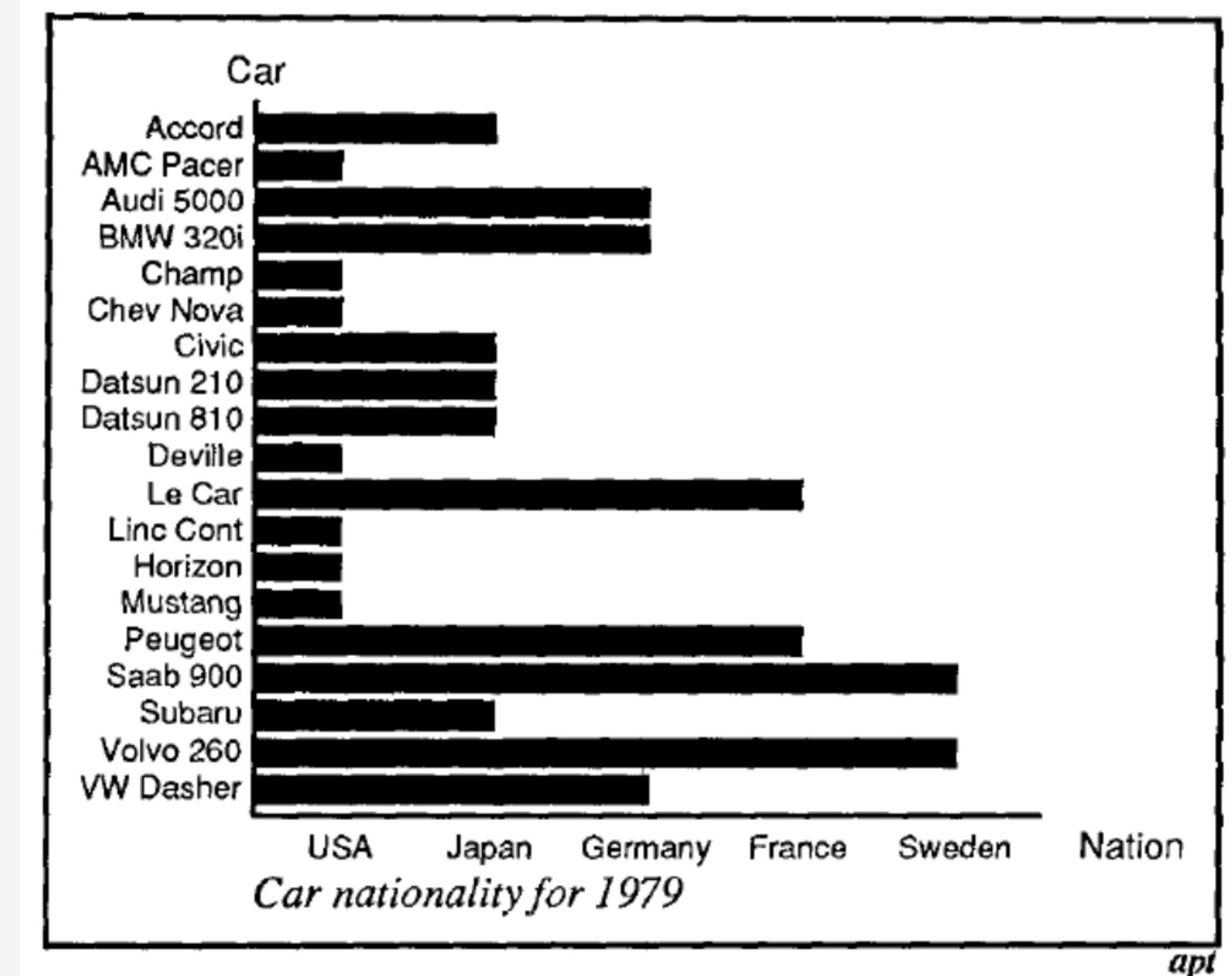
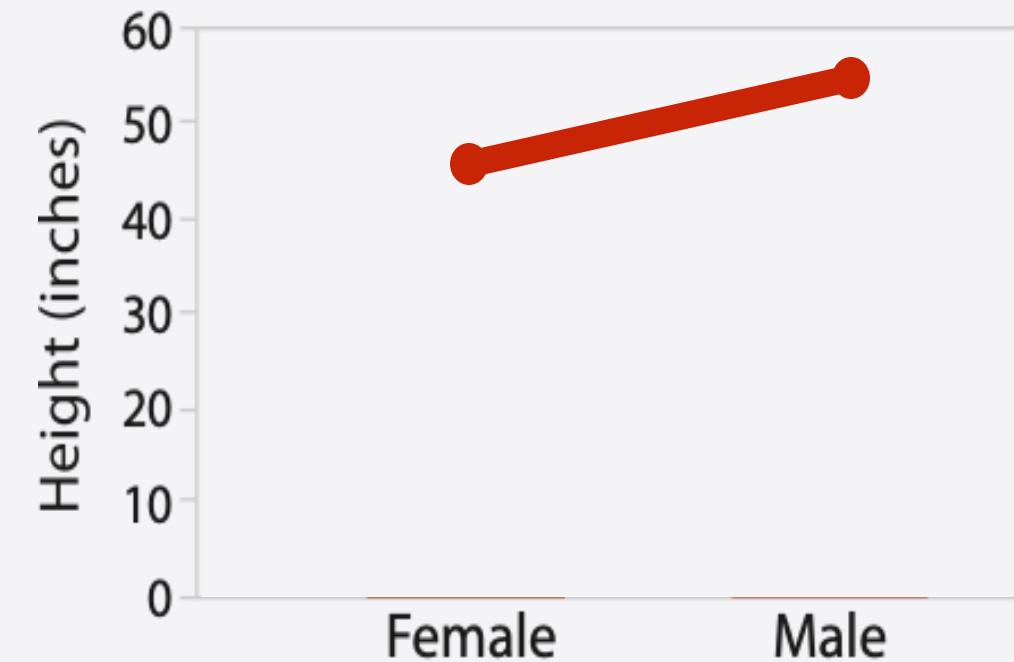
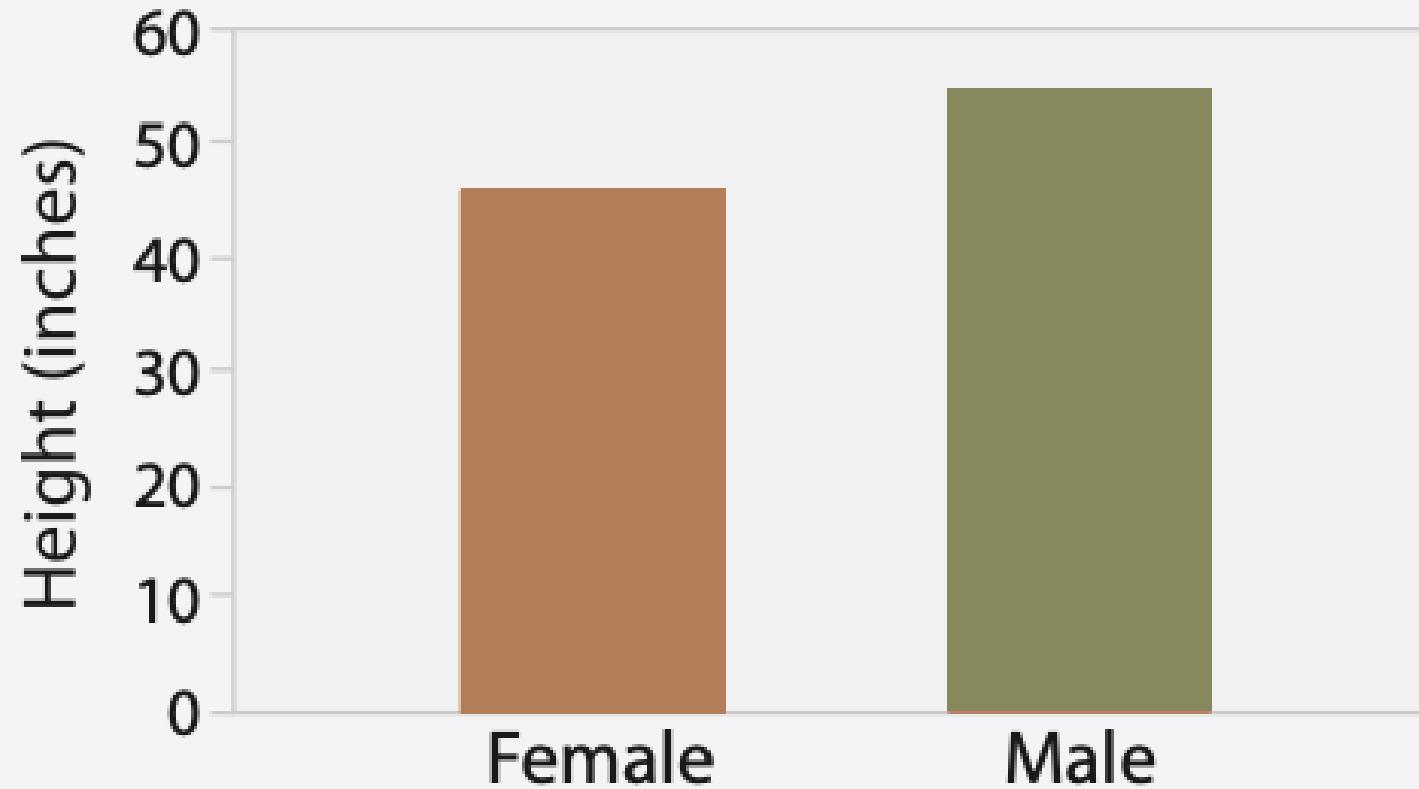


Fig. 11. Incorrect use of a bar chart for the *Nation* relation. The lengths of the bars suggest an ordering on the vertical axis, as if the USA cars were longer or better than the other cars, which is not true for the *Nation* relation.

Automating the Design of Graphical Presentations of Relational Information, Mackinlay

# Principios de Efectividad y Expresividad

Efectividad:

La importancia de un atributo debe ser proporcional a la **saliencia** del canal visual que lo representa.

Traducido:

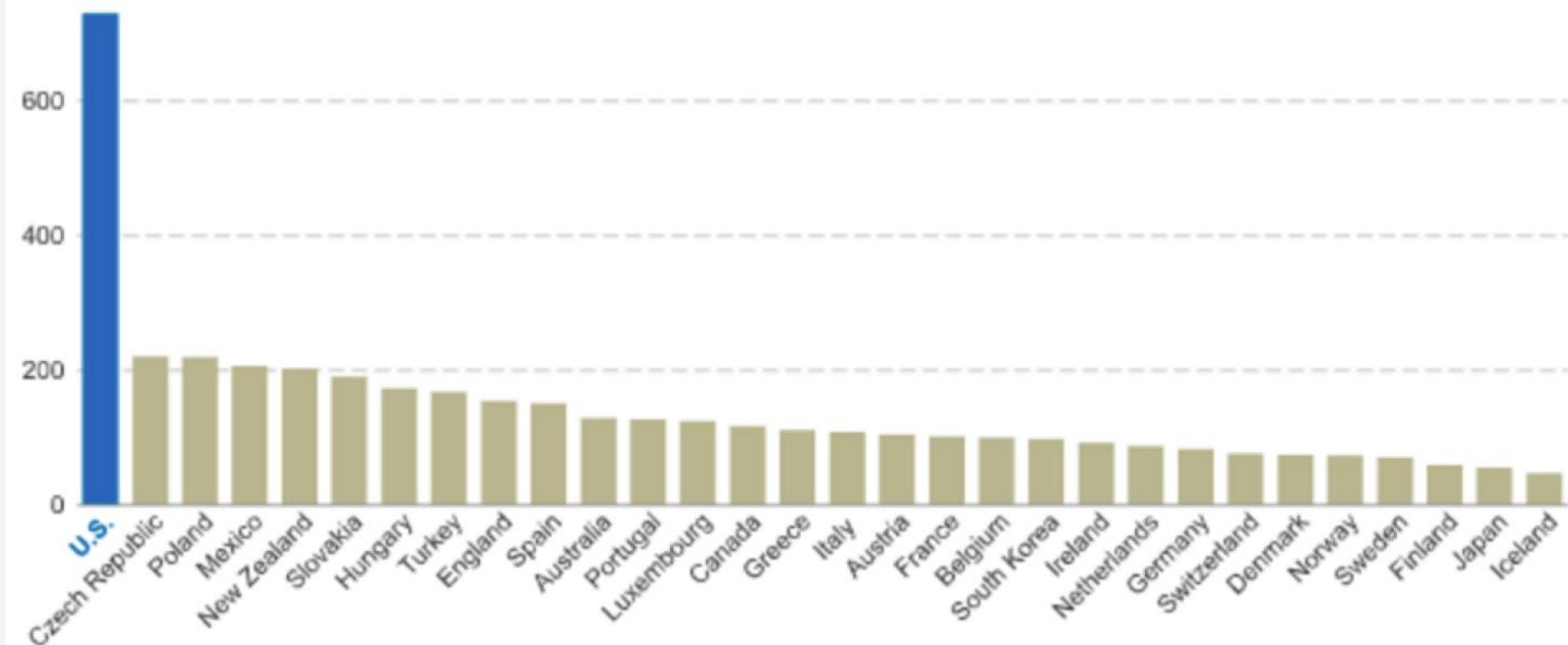
Utiliza los canales más efectivos para los atributos más importantes y viceversa.

The U.S. has the highest incarceration rate of any country in the world, imprisoning about 730 out of every 100,000 citizens.

## Incarceration Rates for Countries in the OECD

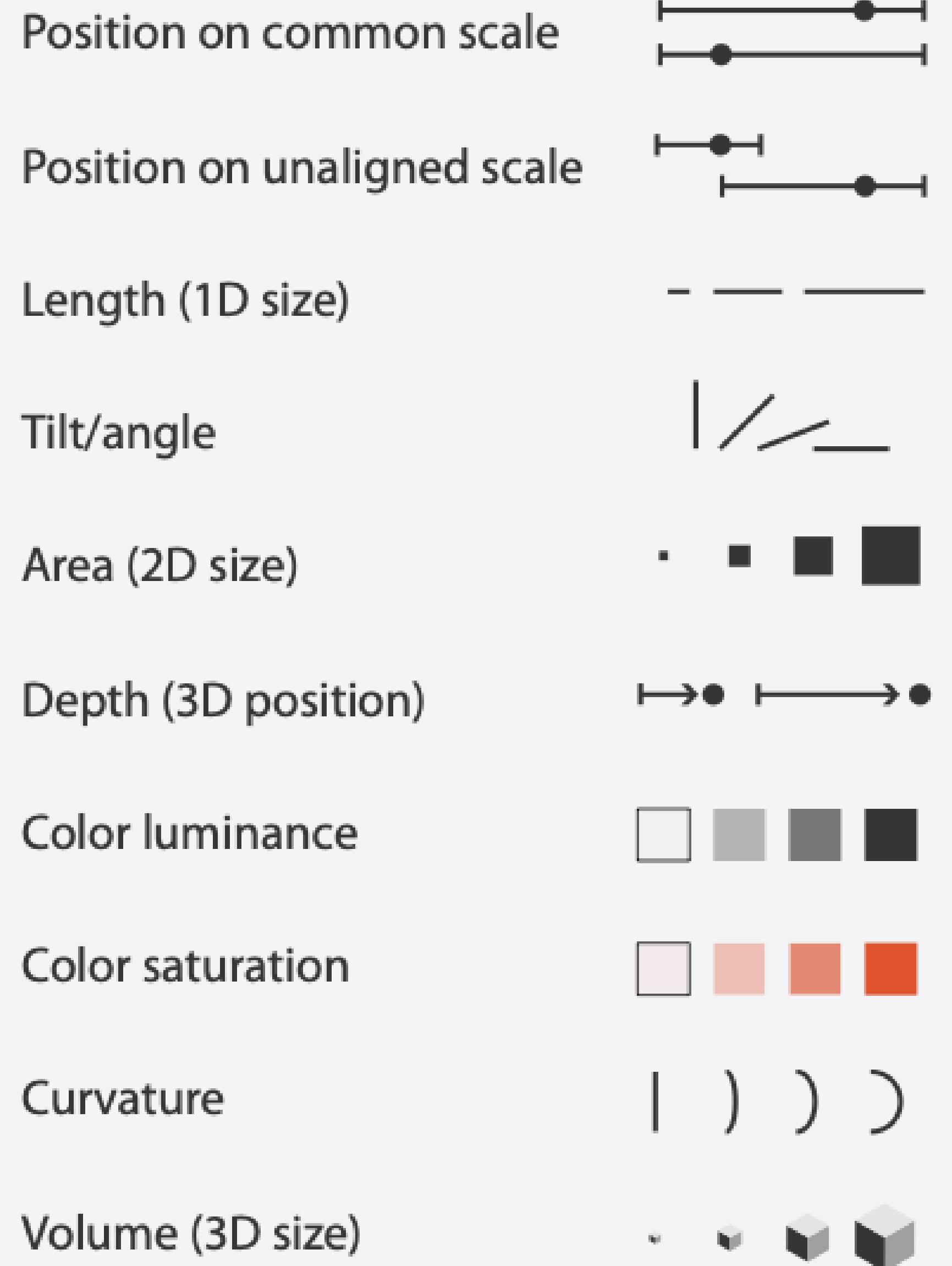
800 prisoners per every 100,000 citizens

Source: International Centre for Prison Studies

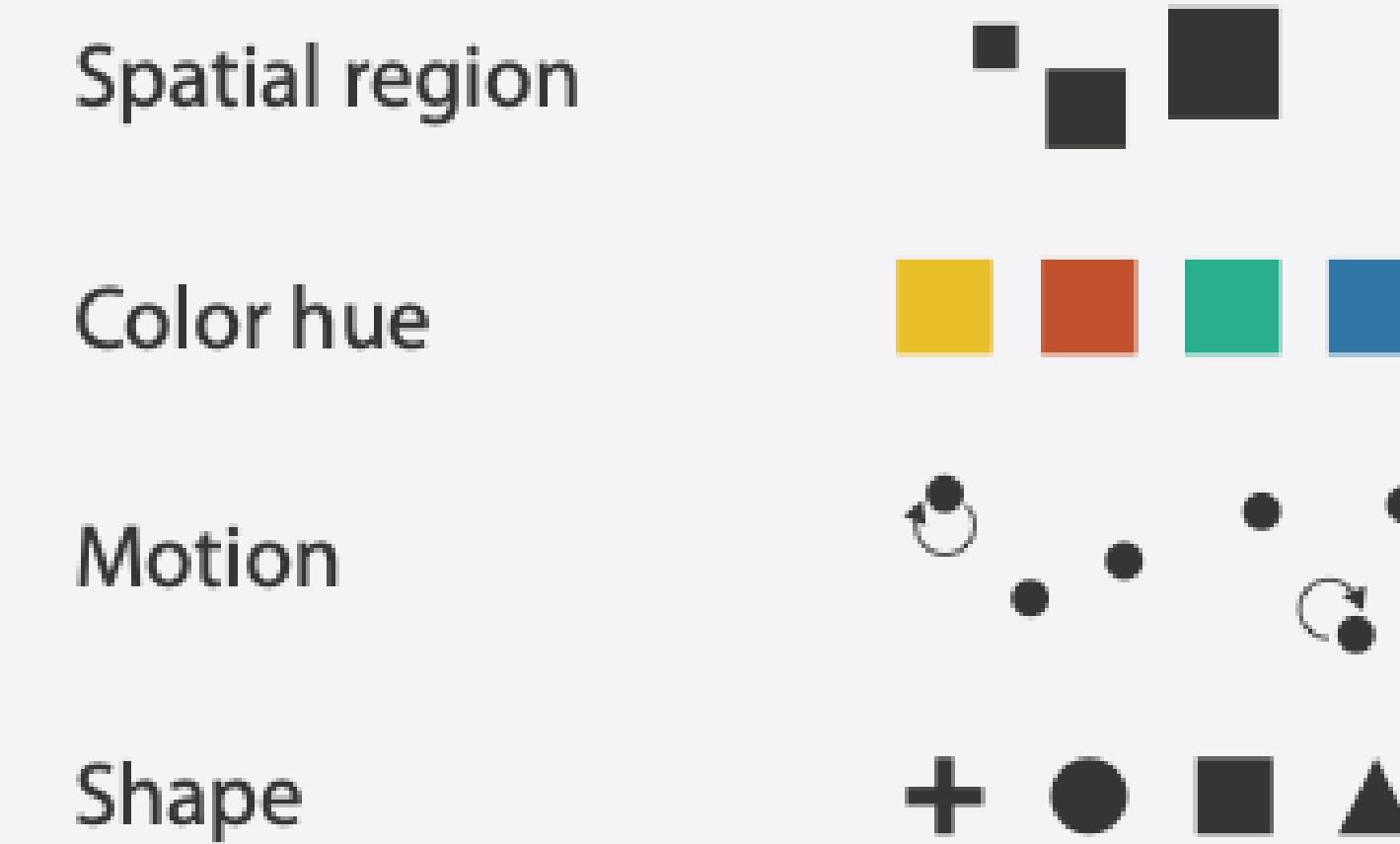


## Channels: Expressiveness Types And Effectiveness Ranks

### → Magnitude Channels: Ordered Attributes



### → Identity Channels: Categorical Attributes

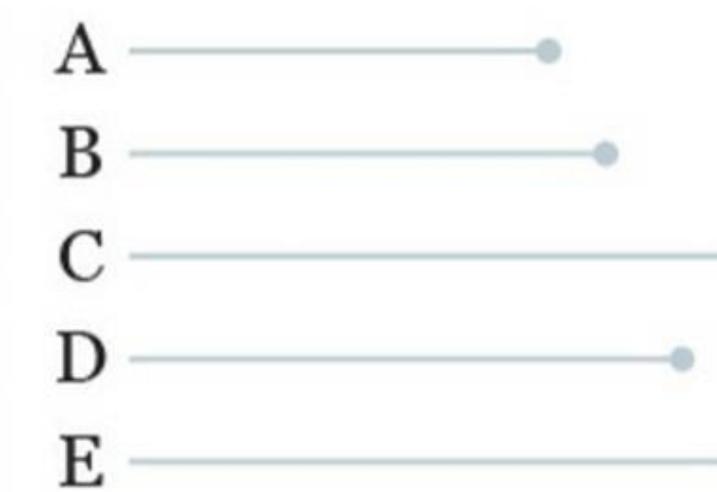


Canales visuales separados en Magnitud e Identidad  
Orden vertical según efectividad  
Principio de expresividad:

- Canales de Identidad son la elección correcta para atributos categóricos sin orden o relación intrínseca
- Canales de magnitud para atributos con orden inherente: ordinales y cuantitativos

Figures represented  
in all these graphics:  
22%, 25%, 34%, 29%, 32%

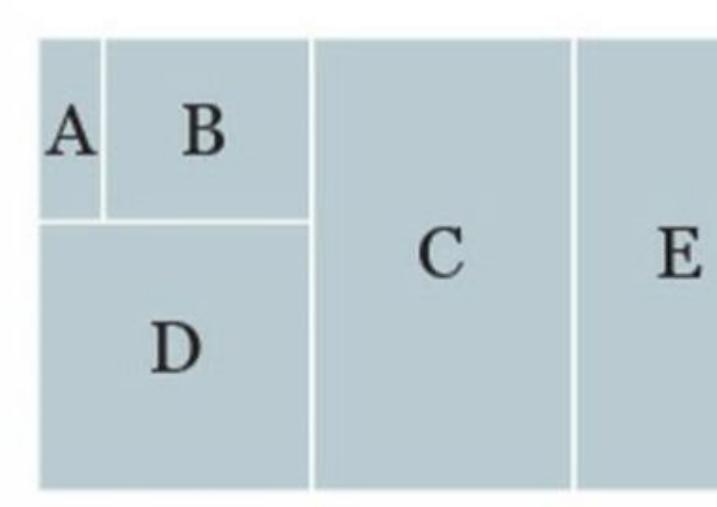
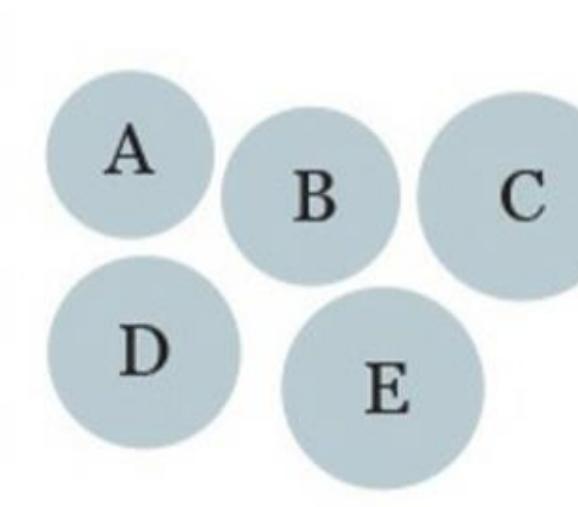
### ***Length or height***



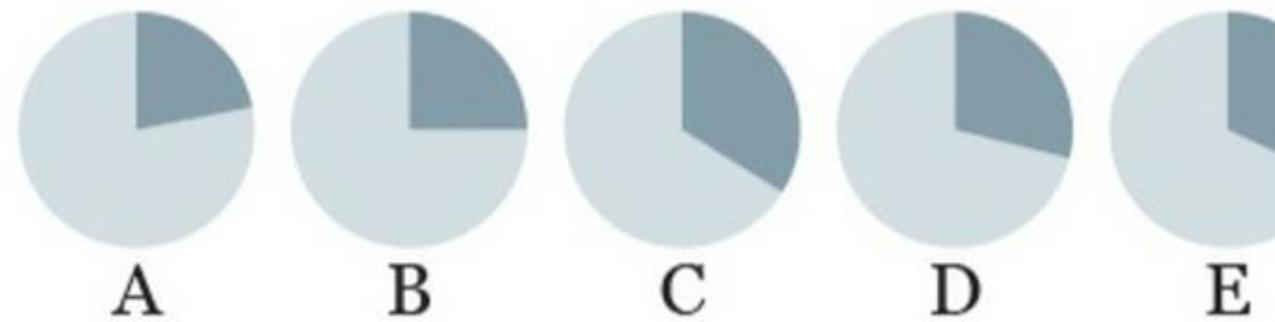
### ***Position***



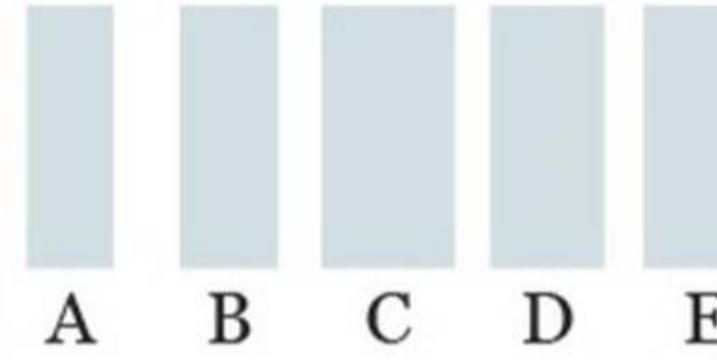
### ***Area***



### ***Angle/area***



### ***Line weight***



## **Efectividad**

Estudios experimentales que evalúa características de una visualización:

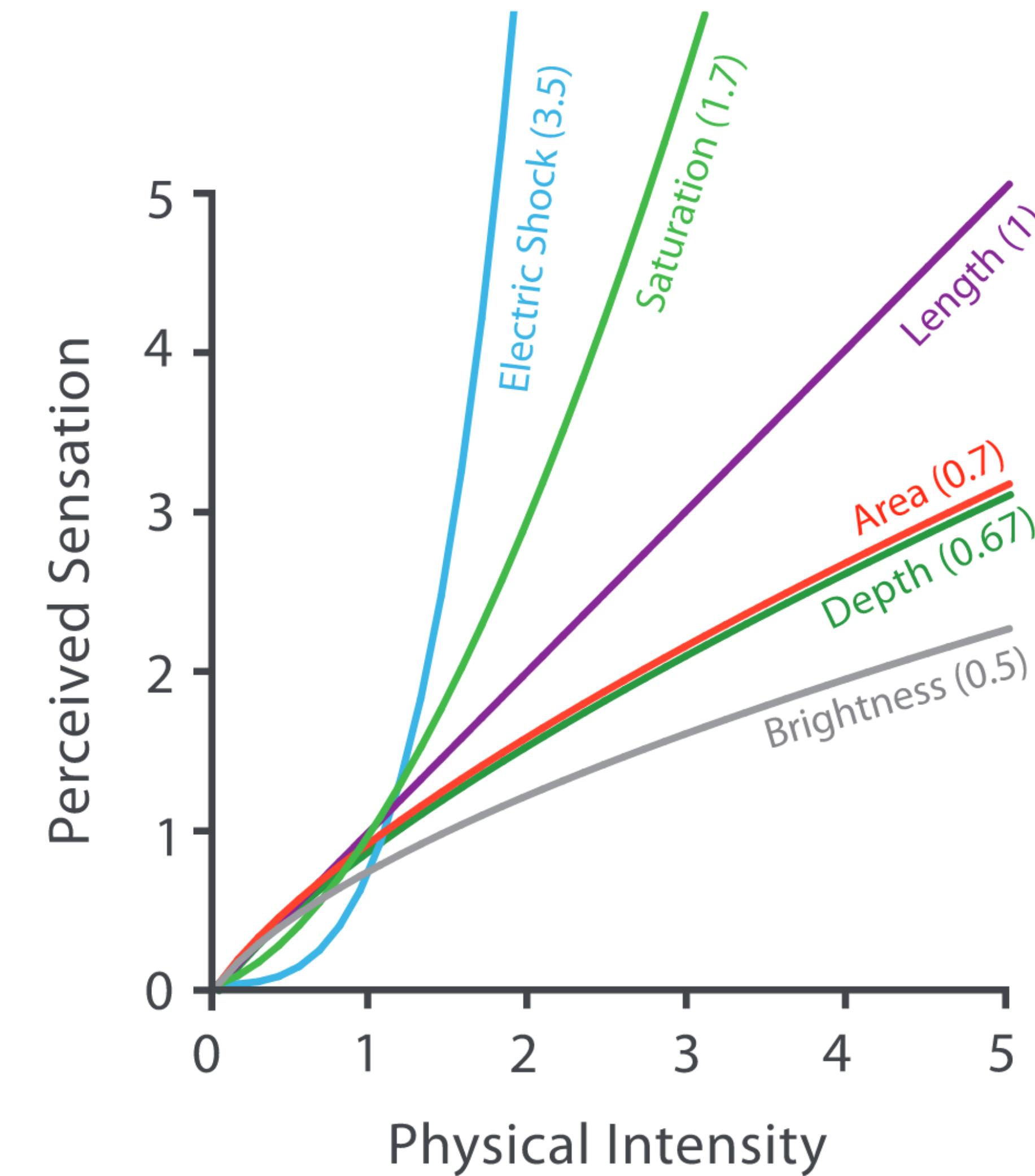
- **Precisión**
- **Discriminabilidad**
- **Separabilidad**
- **Saliente**
- **Relatividad**

# Precisión

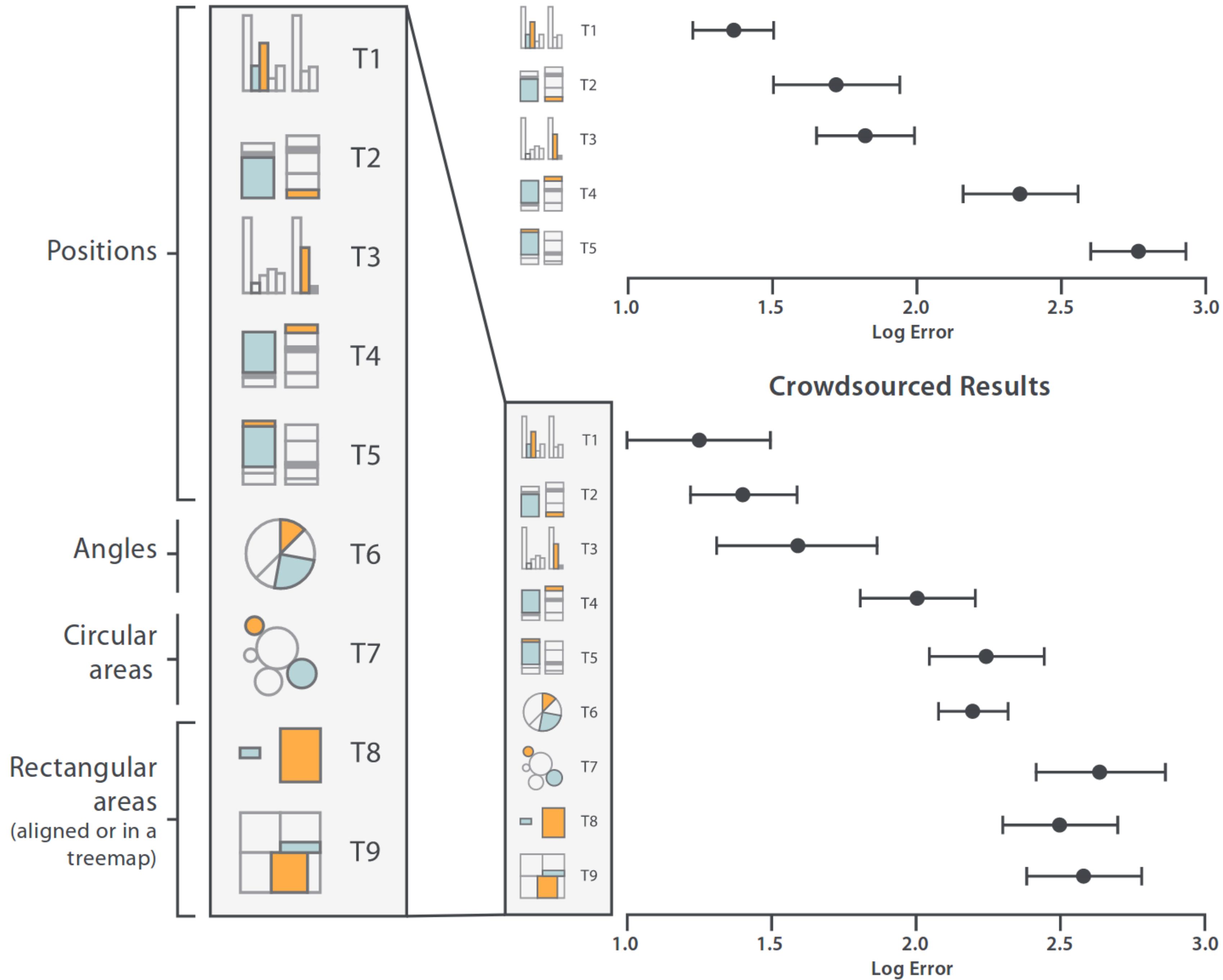
## Ley de Stevens (1957)

- Psicofísica – Área de psicología que estudia la percepción humana.
- Experiencia sensorial de Magnitud se puede caracterizar por una ley de potencias donde el exponente depende de la modalidad.
- La mayoría de estímulos son magnificados o reducidos.

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



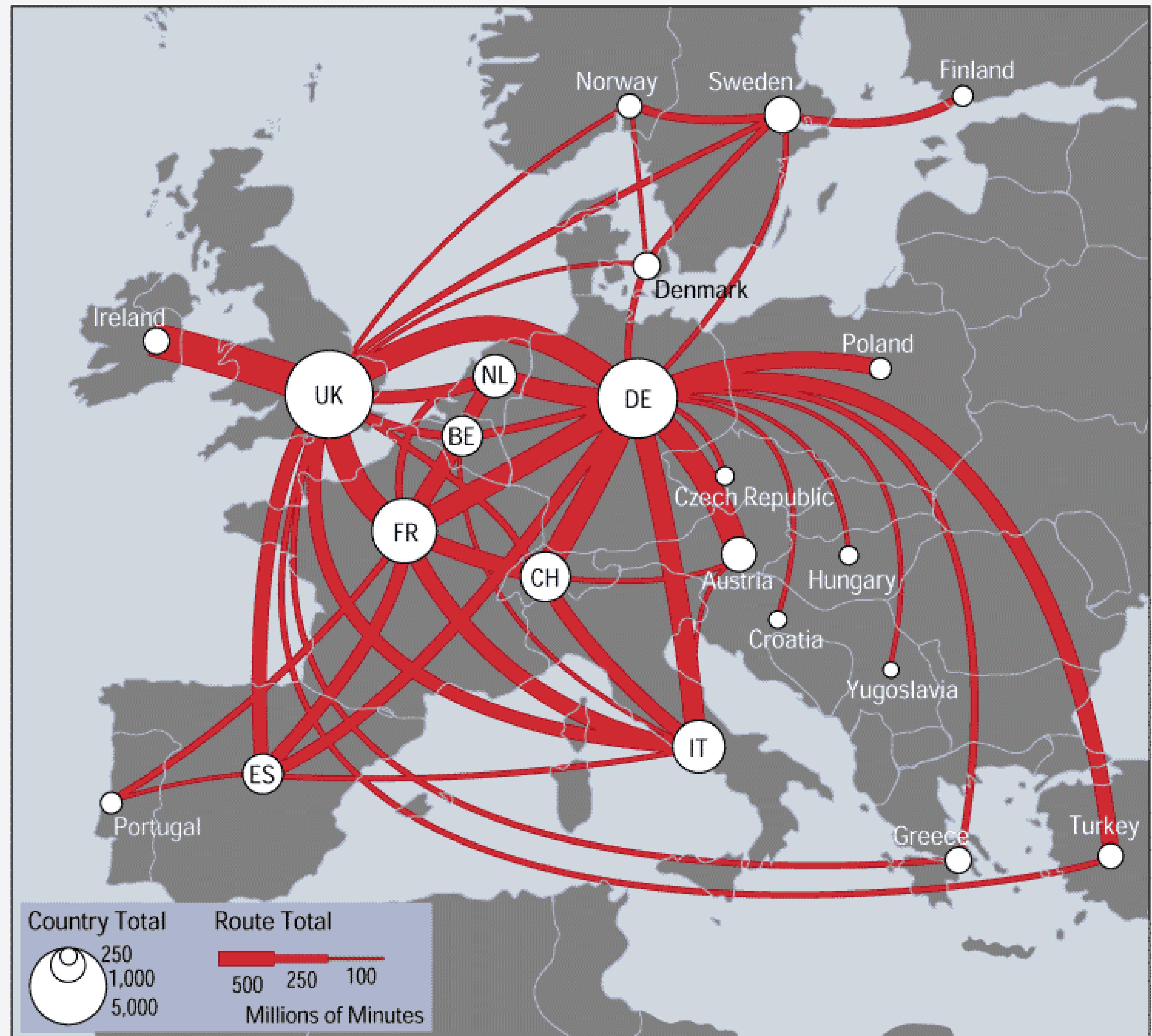
# Precisión



## Efectividad

## Discriminabilidad

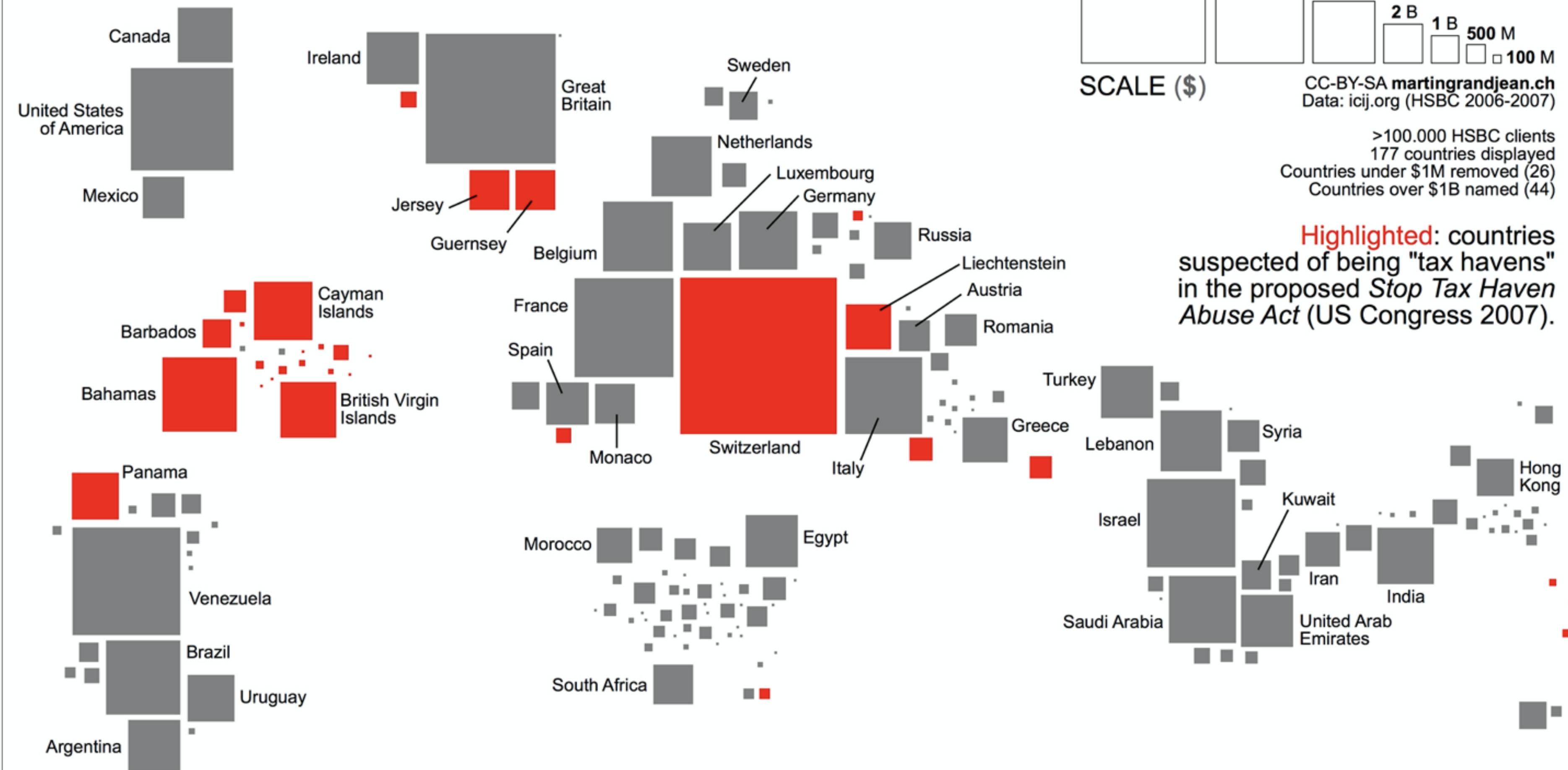
- En el canal visual utilizado se deben poder discernir las diferencias entre items.
- Para ello asignamos un número de Bins disponible para usar en el canal
- Un Bin es cada nivel distingible de los demás
- Muchas veces implica discretizar la escala



# Discriminabilidad

## SWISS LEAKS | Globalized finance

Mapping leaked HSBC amounts by country.

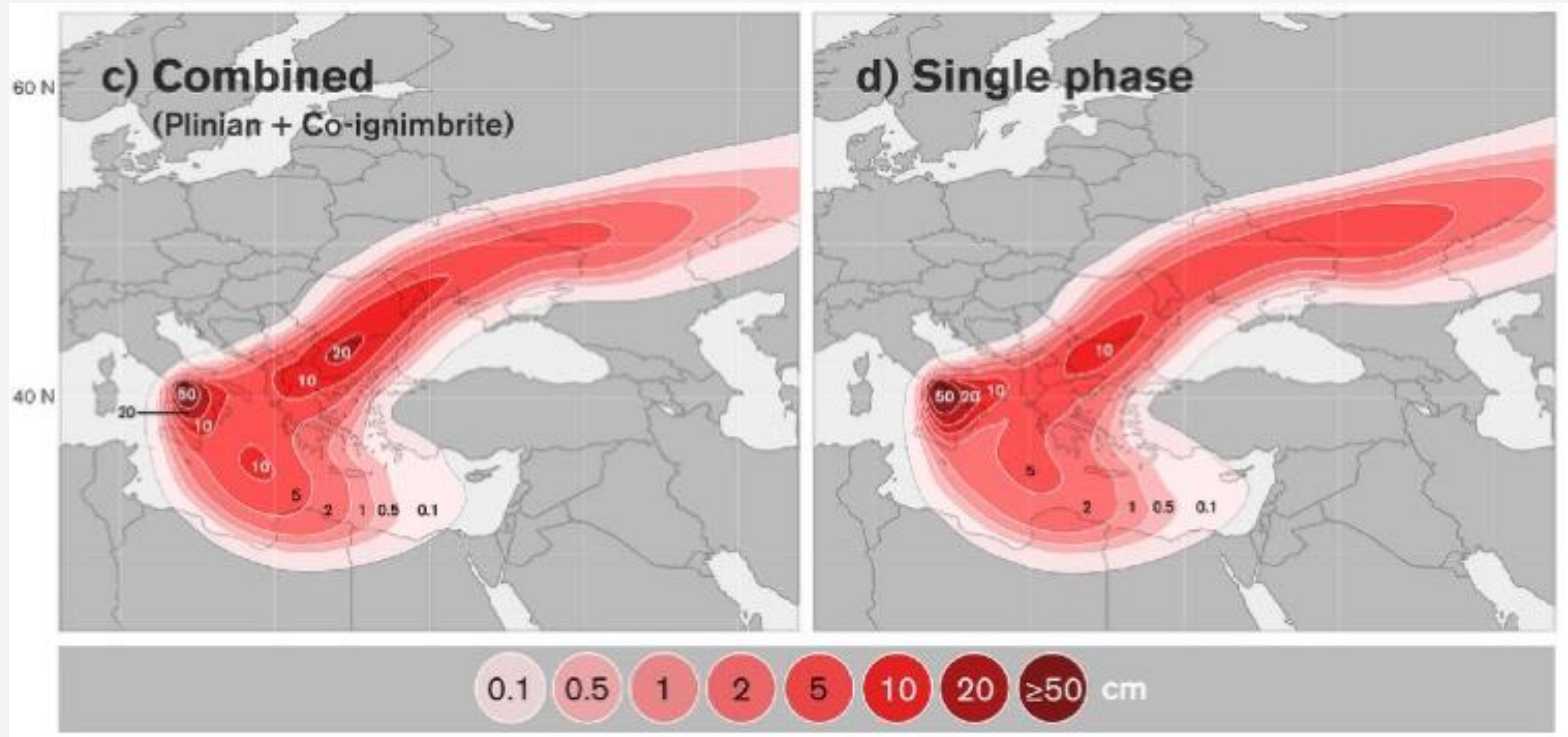


# Efectividad

## Discriminabilidad

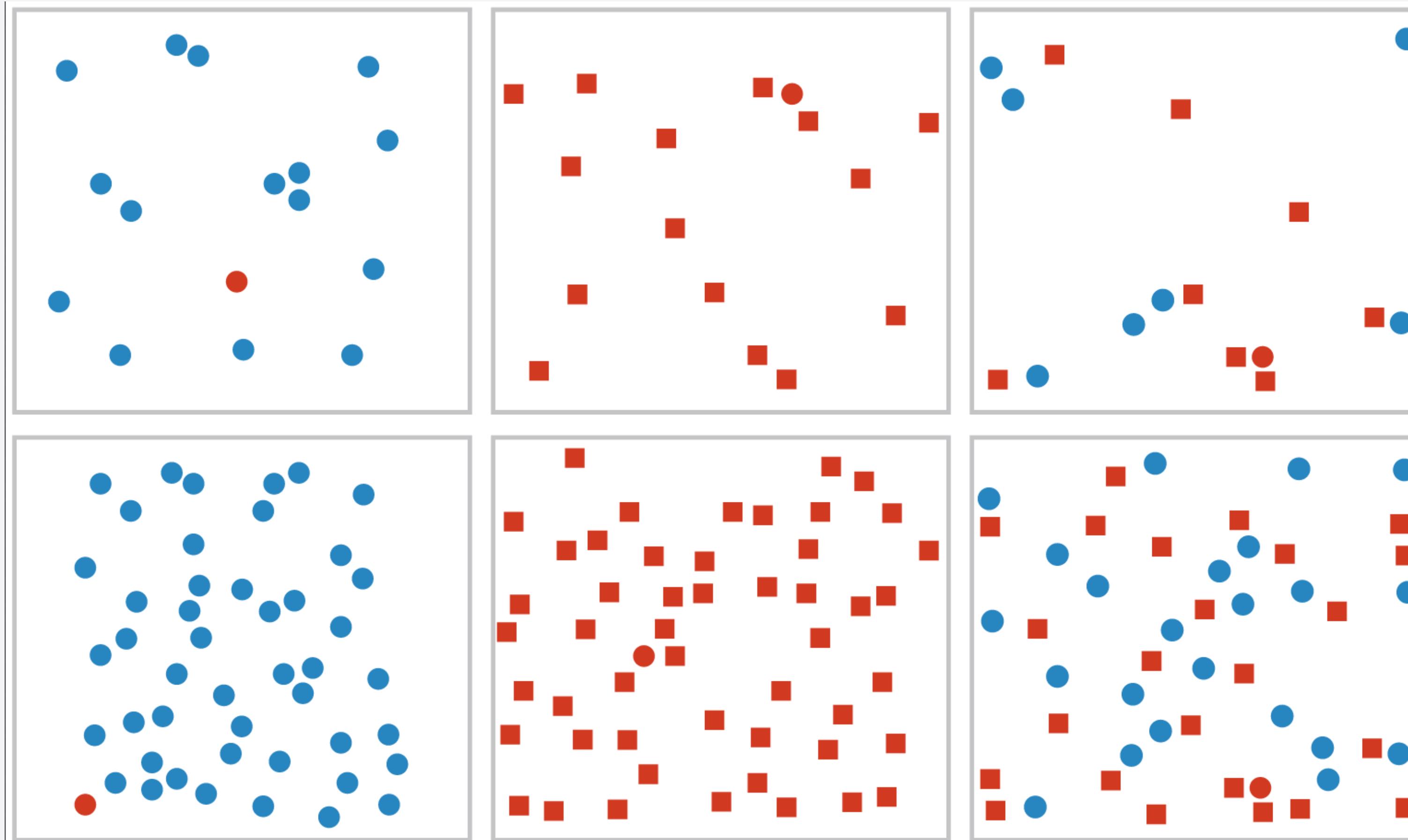
Se aplica también a canales de magnitud no-espaciales como saturación y luminancia

La suele ser más fácilmente discernible en un número limitado y bajo de bins



# Efectividad

## Saliente (Popout)

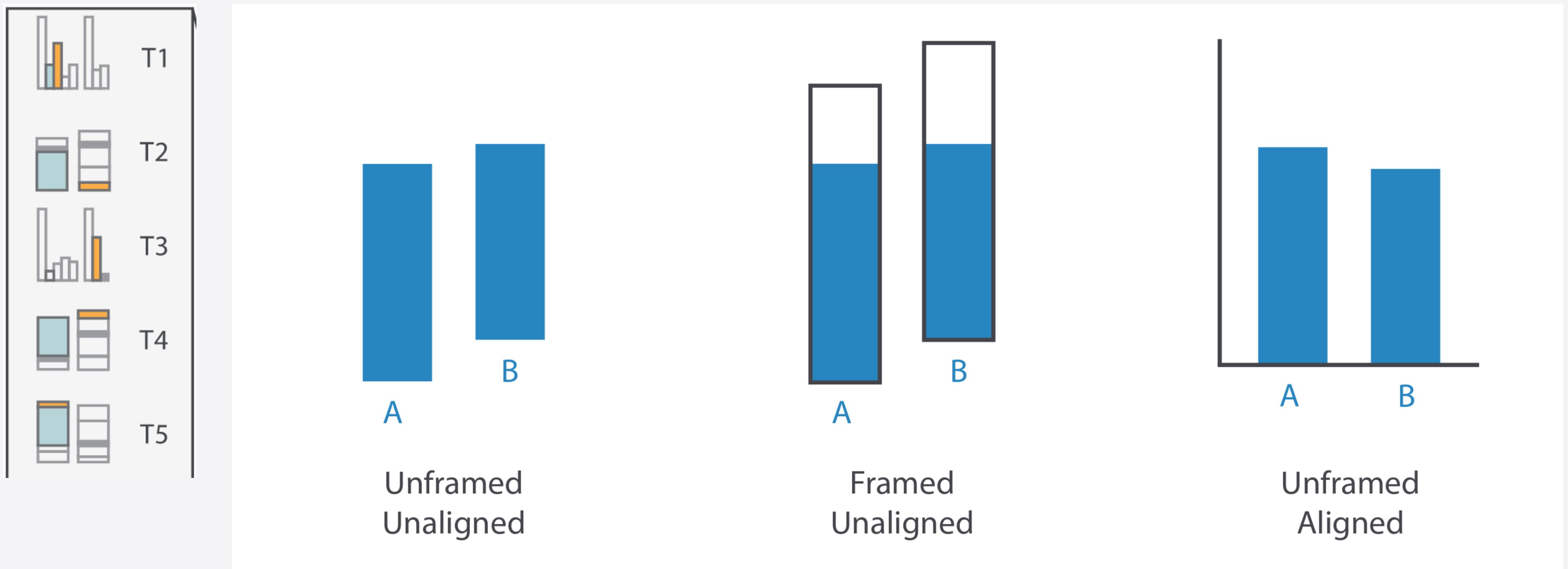


- Un ítem sobresale entre otros inmediatamente.
- El tiempo que nos lleva detectarlos no depende del número de distractores, sino del tipo.
- El popout está modulado por el canal en si mismo y cuan diferente sea el ítem de lo que lo rodea.

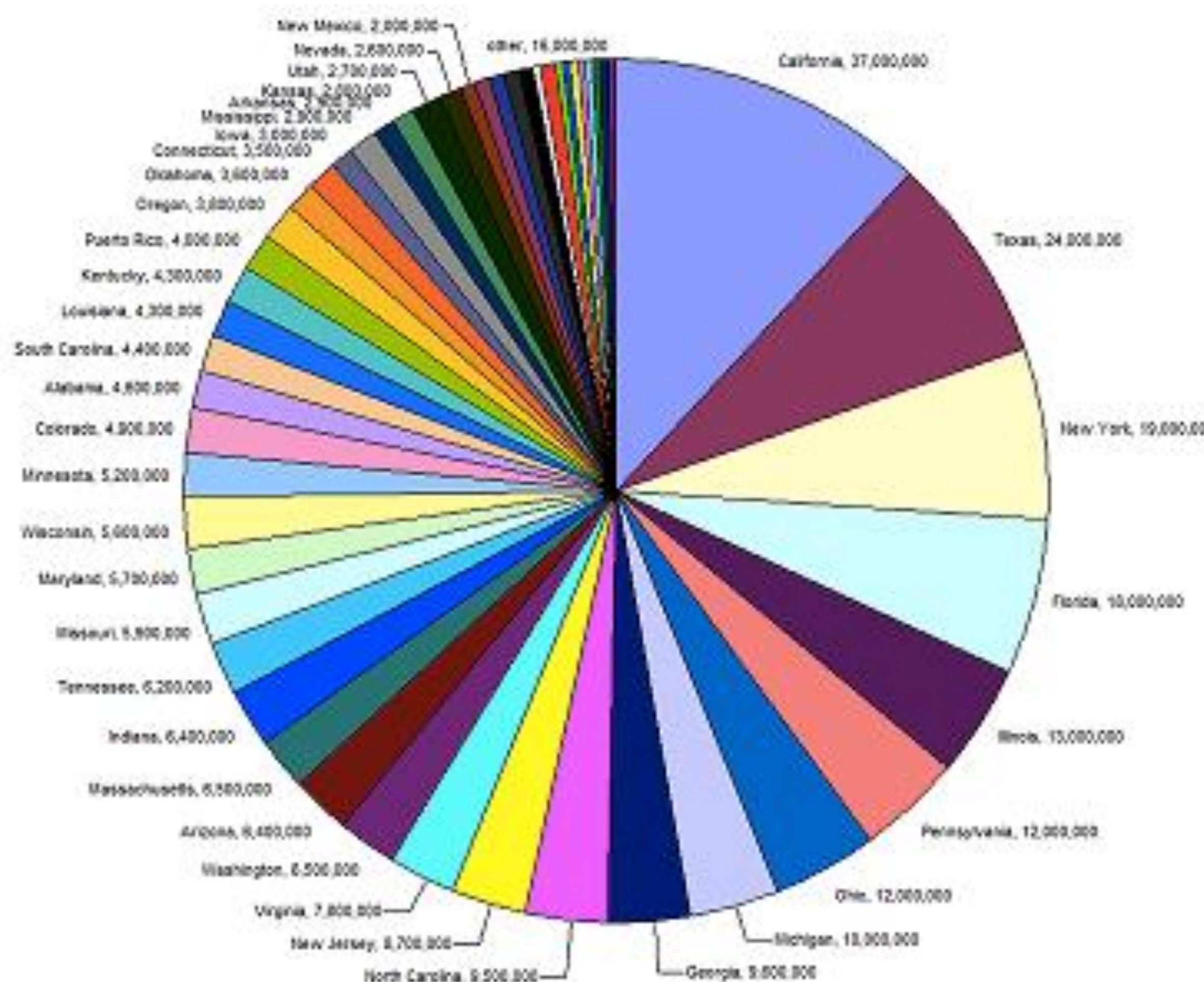
# Efectividad

## Relatividad

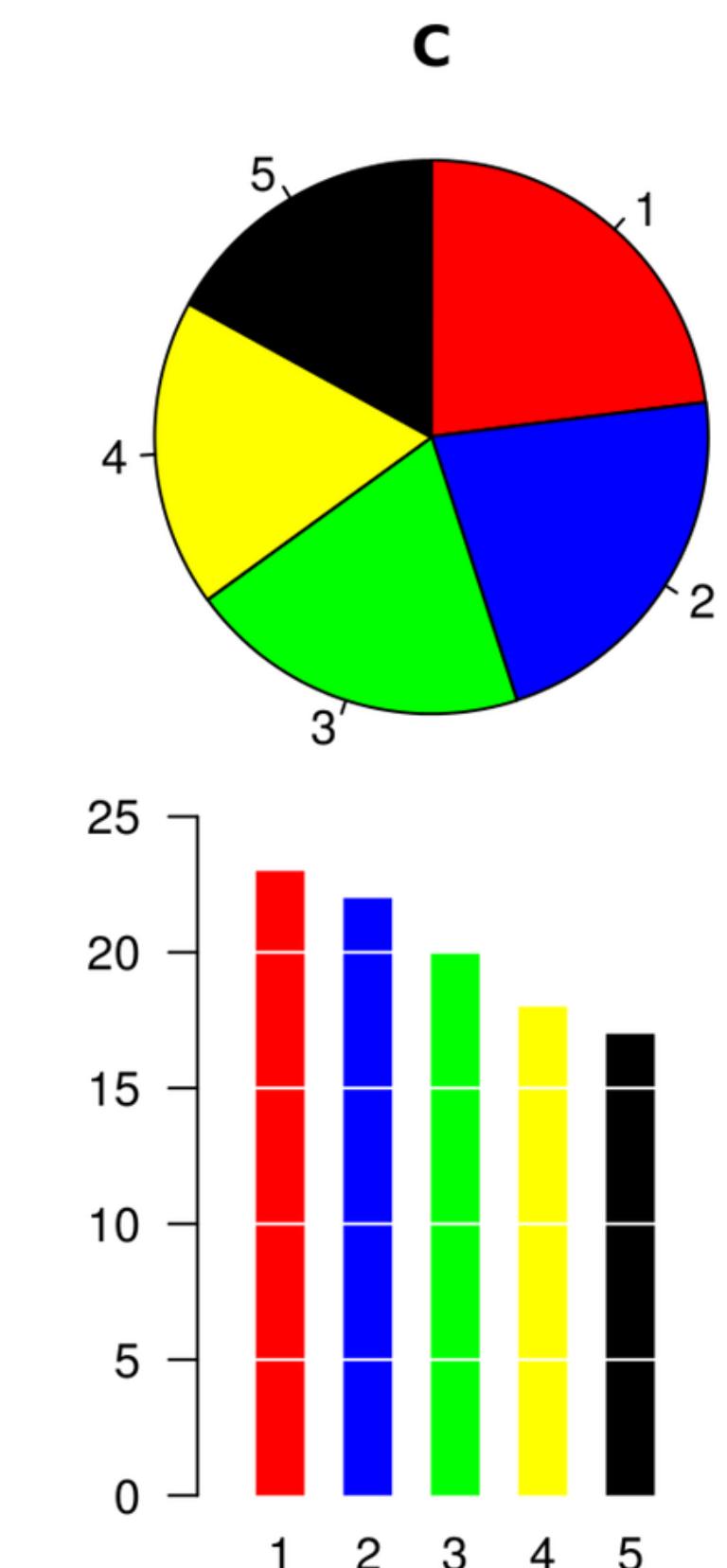
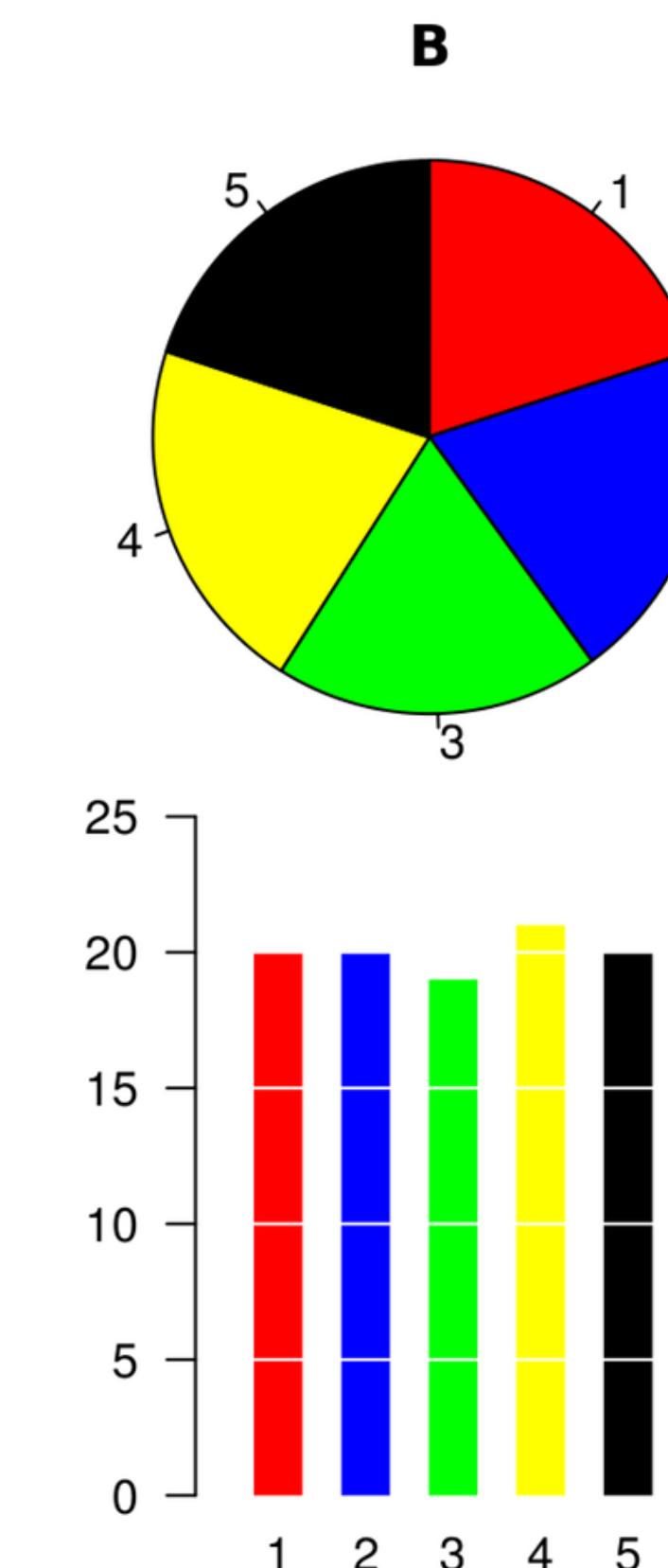
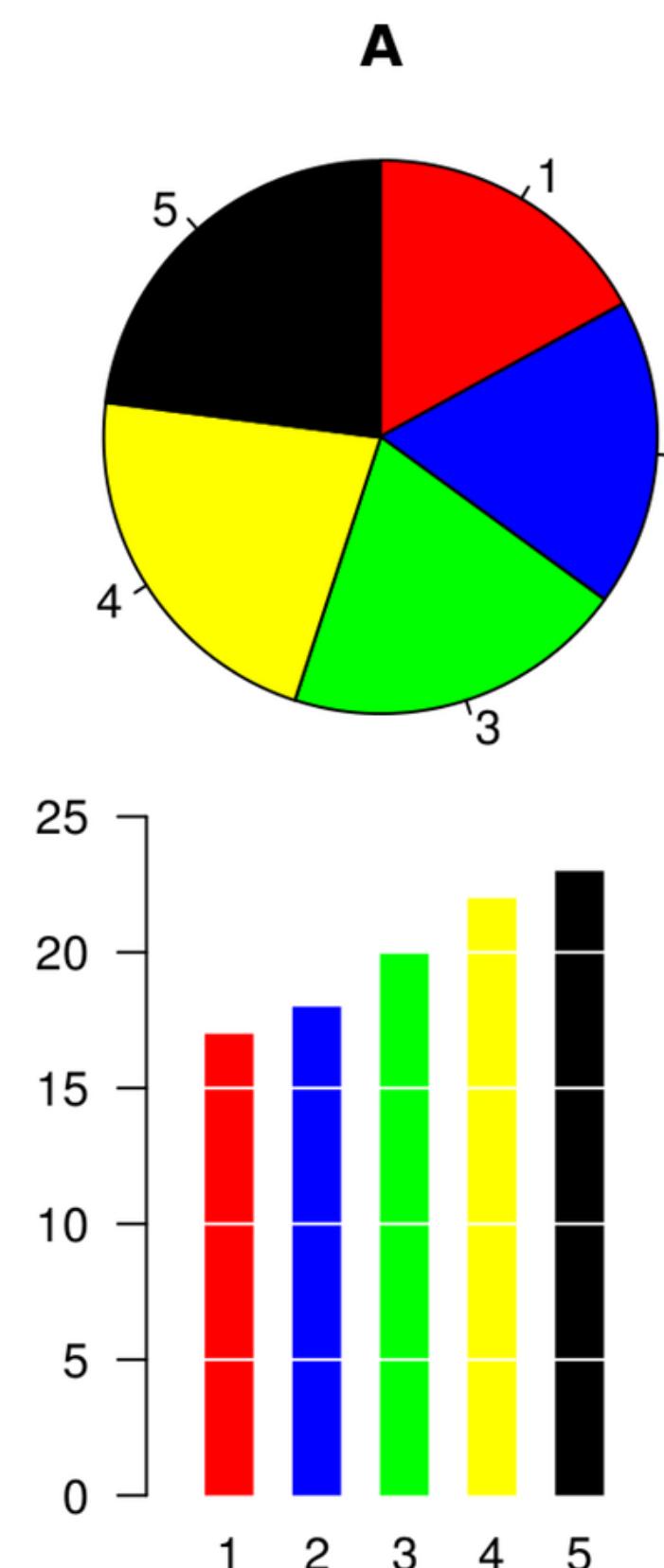
- Nuestro Sistema perceptual se basa fundamentalmente en juicios relativos, no absolutos (Ley de Weber)
- El contexto que rodea a los elementos modula la aplicación de **Discriminabilidad y Precisión**



# Ejemplo: piecharts

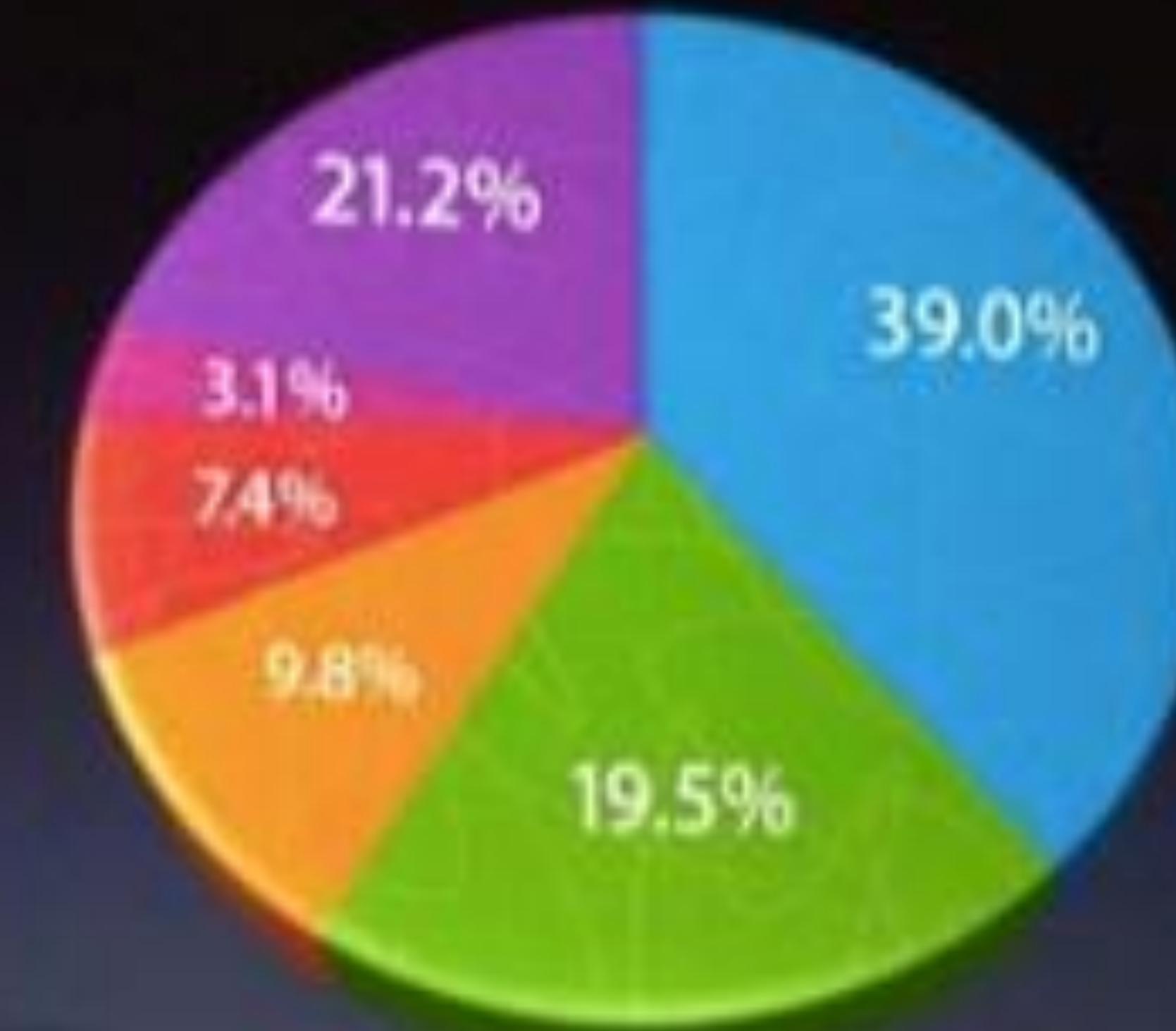


No funciona bien con muchas categorías,  
ni para comparar valores con precisión



# U.S. SmartPhone Marketshare

- RIM
- Apple
- Palm
- Motorola
- Nokia
- Other



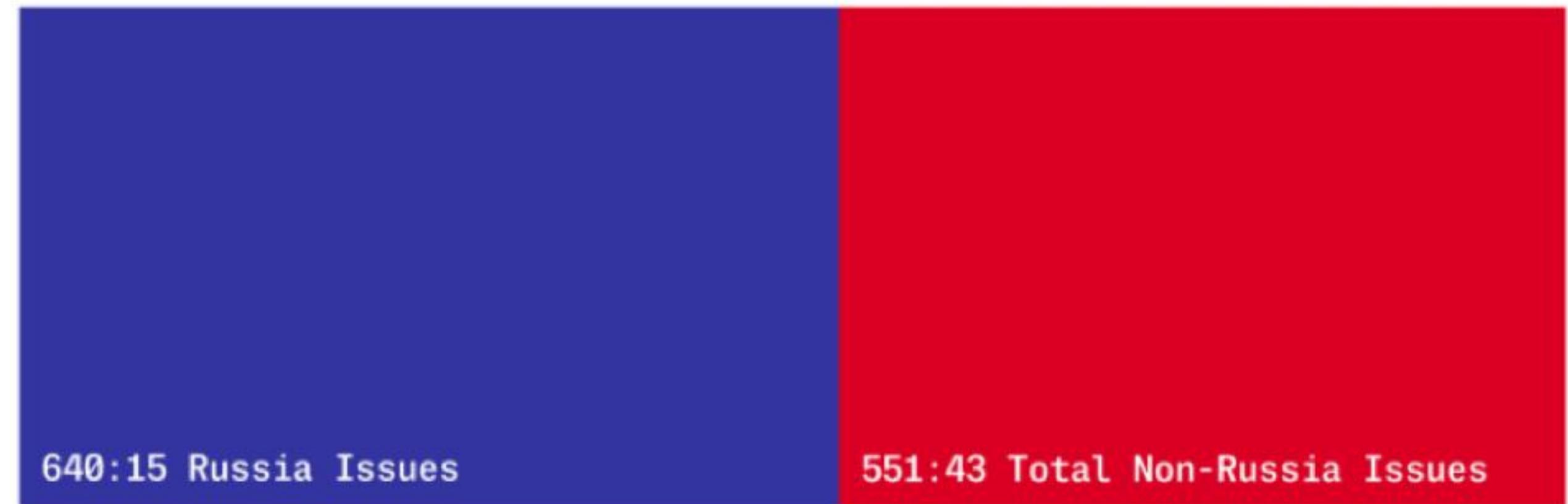
Gartner Inc.

No usar piecharts **siempre**

## RUSSIA ISSUES VS. NON-RUSSIA ISSUES

February 20–March 31, 2017

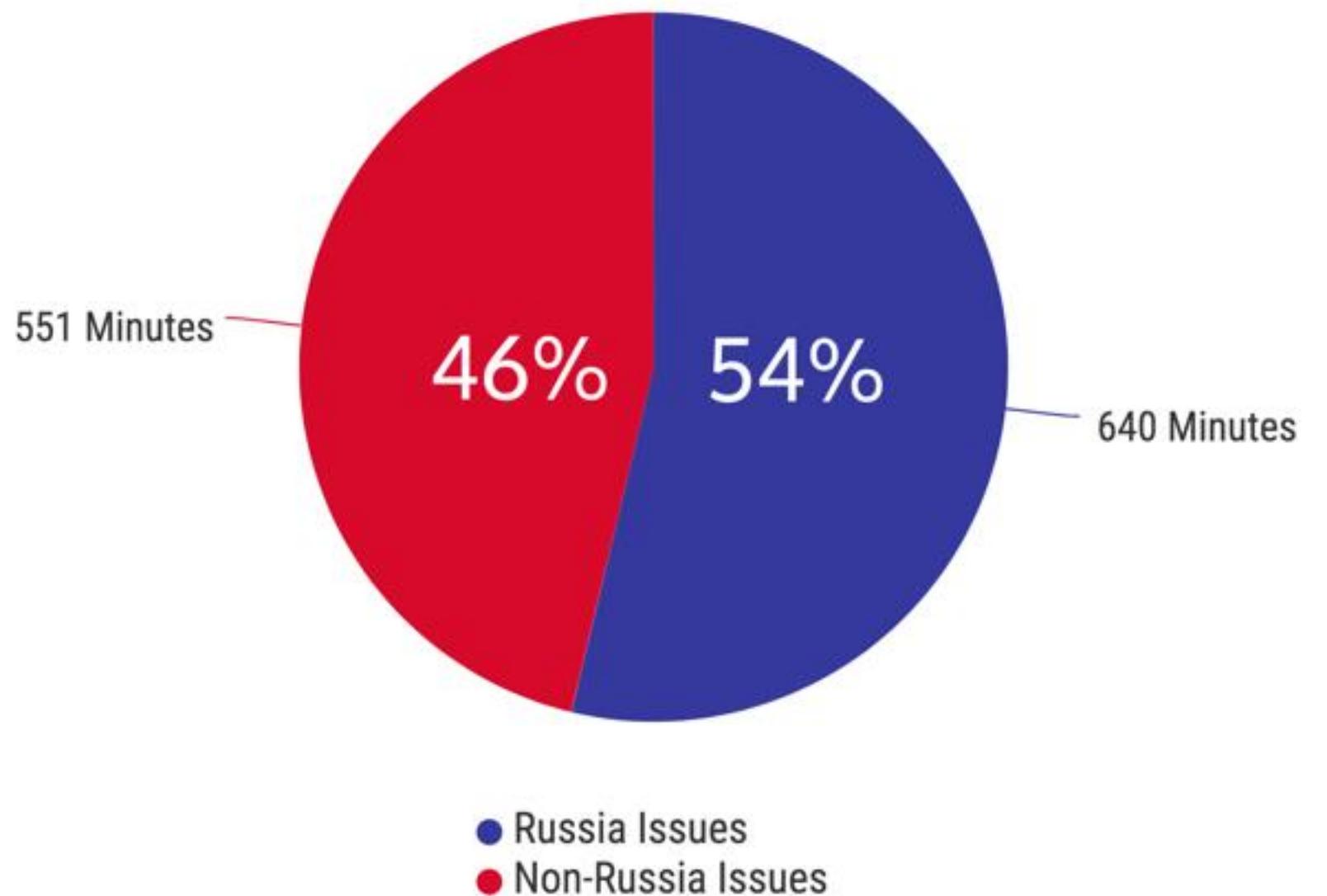
1191:58 (min:sec) Total Show Minutes



Russia issues vs. Non-Russia issues. Chart: The Intercept

from [venngage.com](http://venngage.com)

## Russia Issues Vs Non-Russia Issues



# How Music Preferences Have Changed in Two Decades

Music styles preferred by University of Miami students.

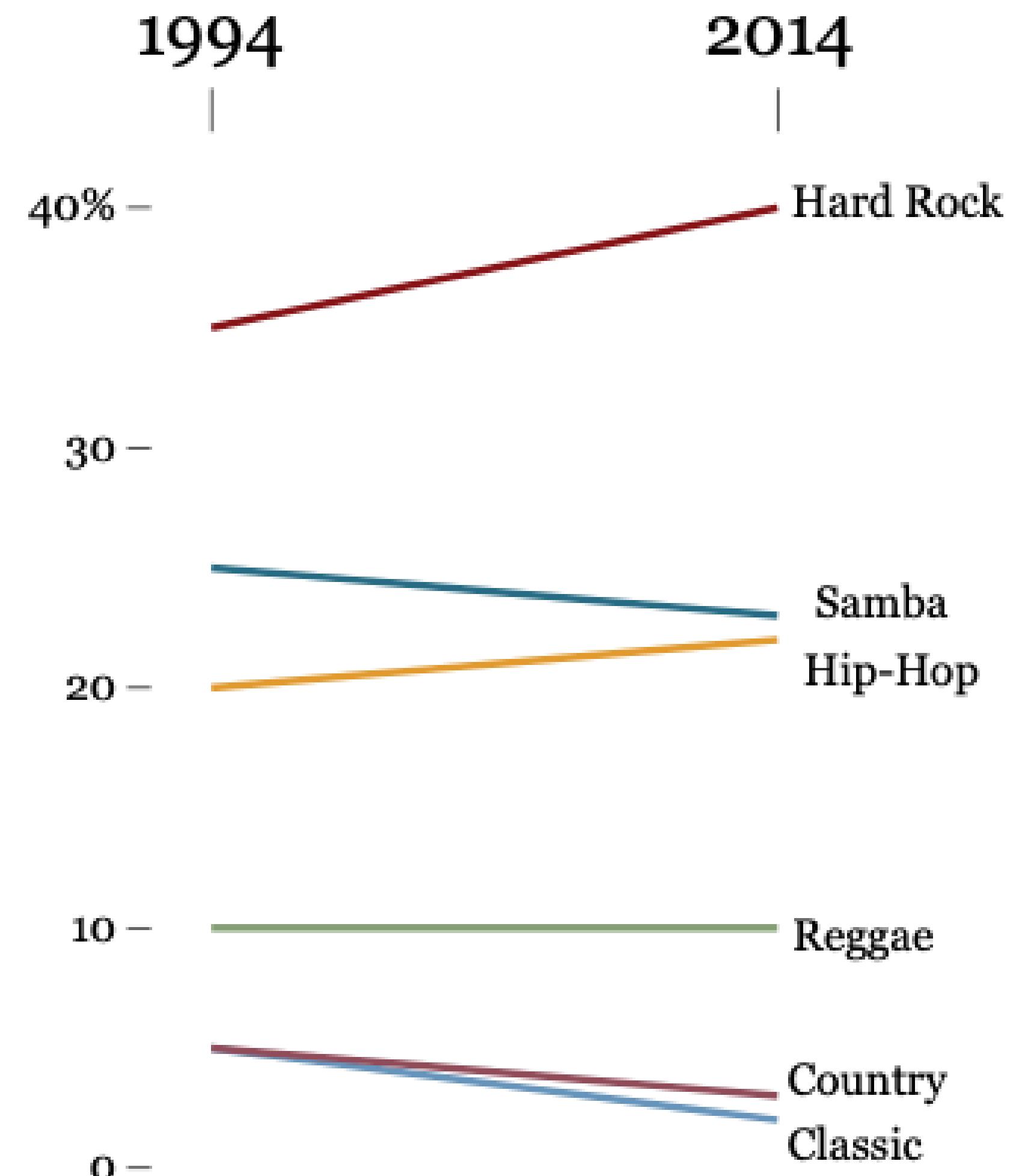
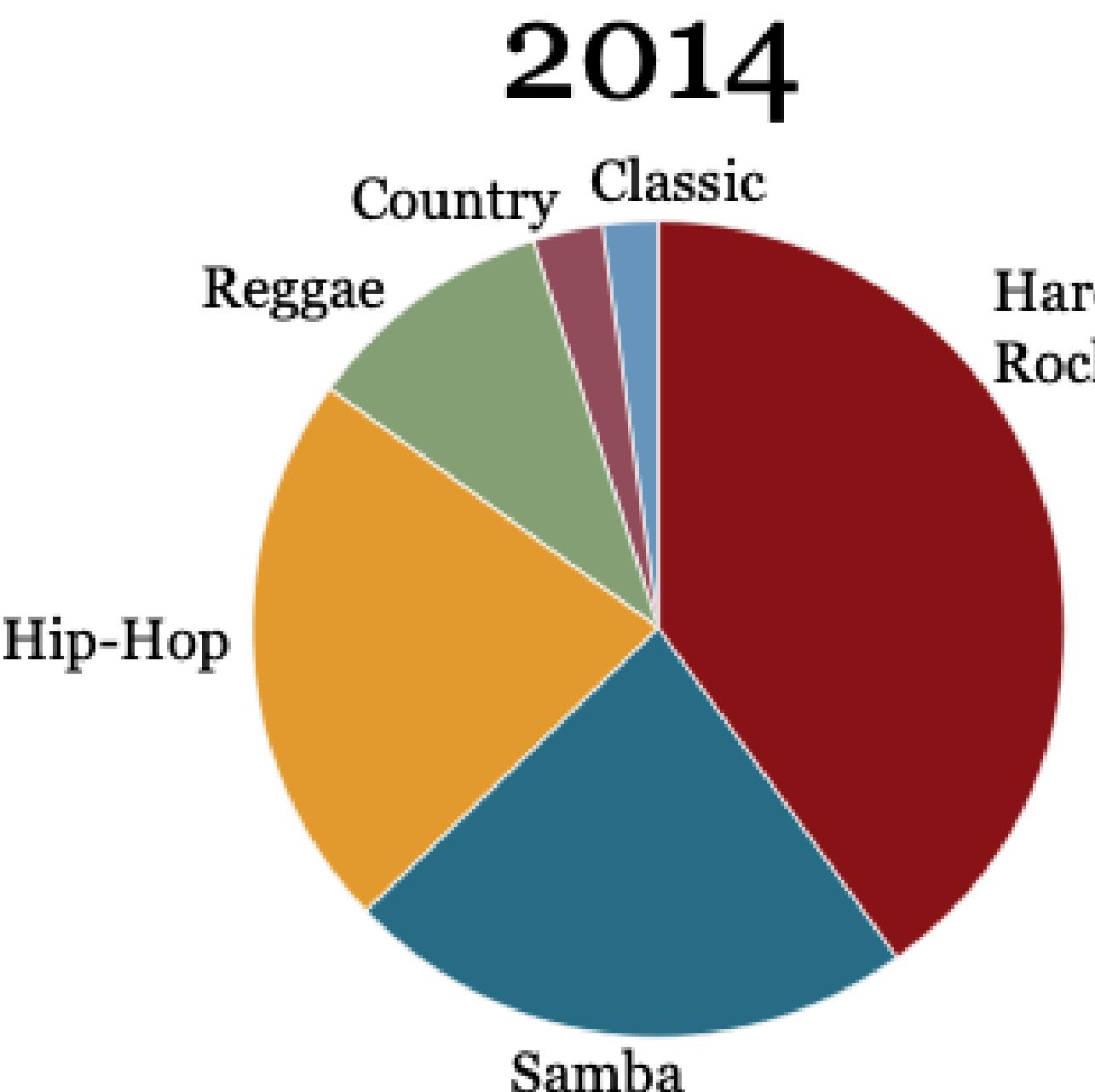
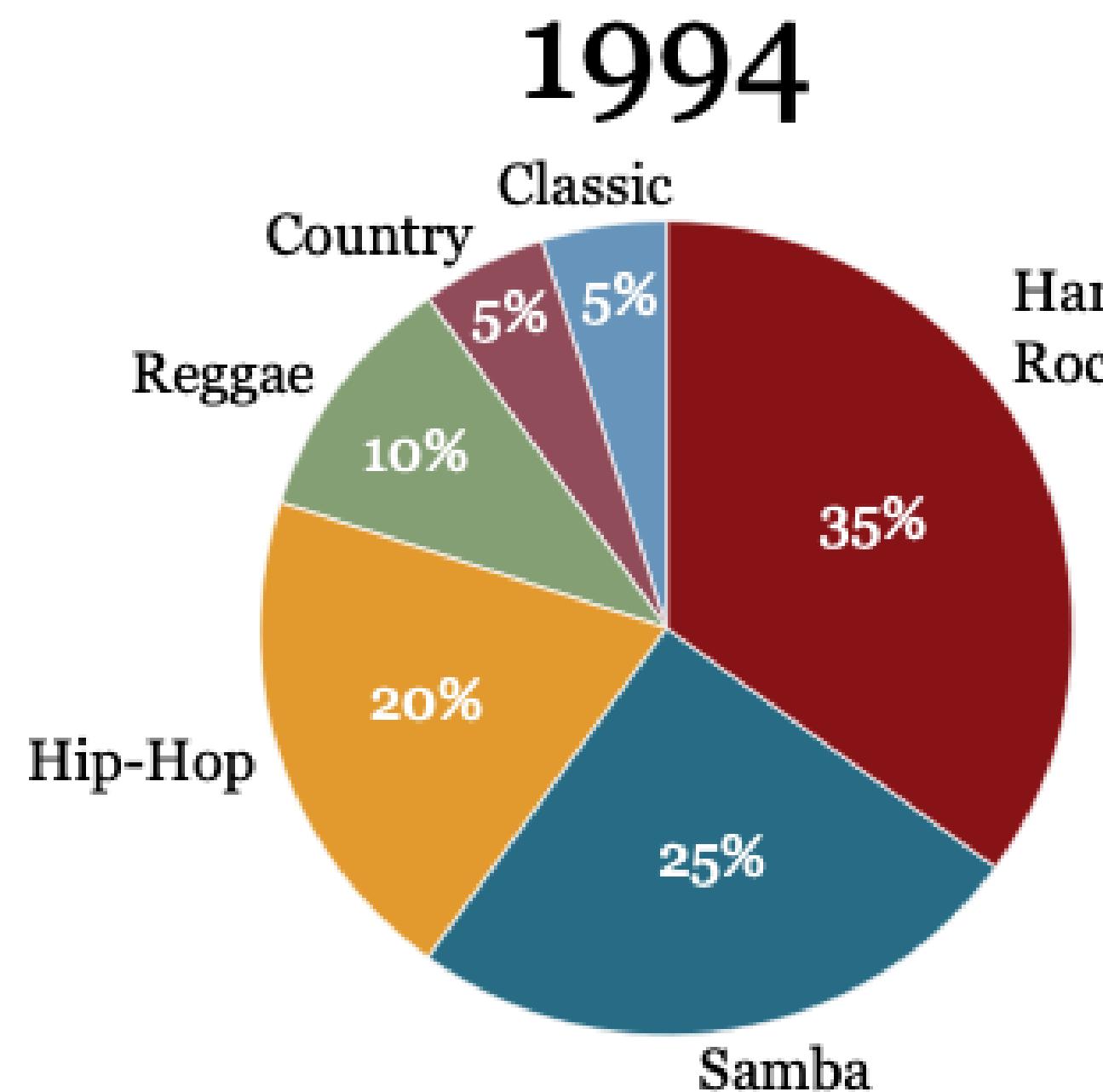
Survey based on interviews with 1,000 students.

SOURCE: WishfulThinkingData Inc.

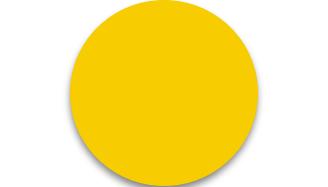
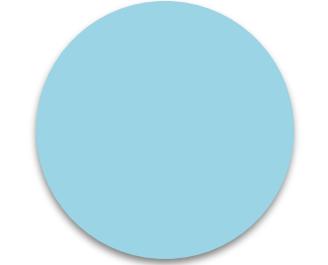
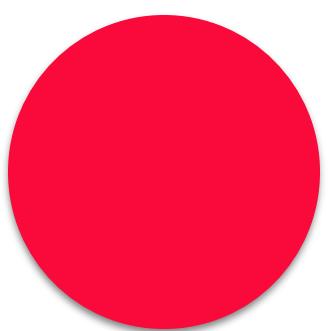
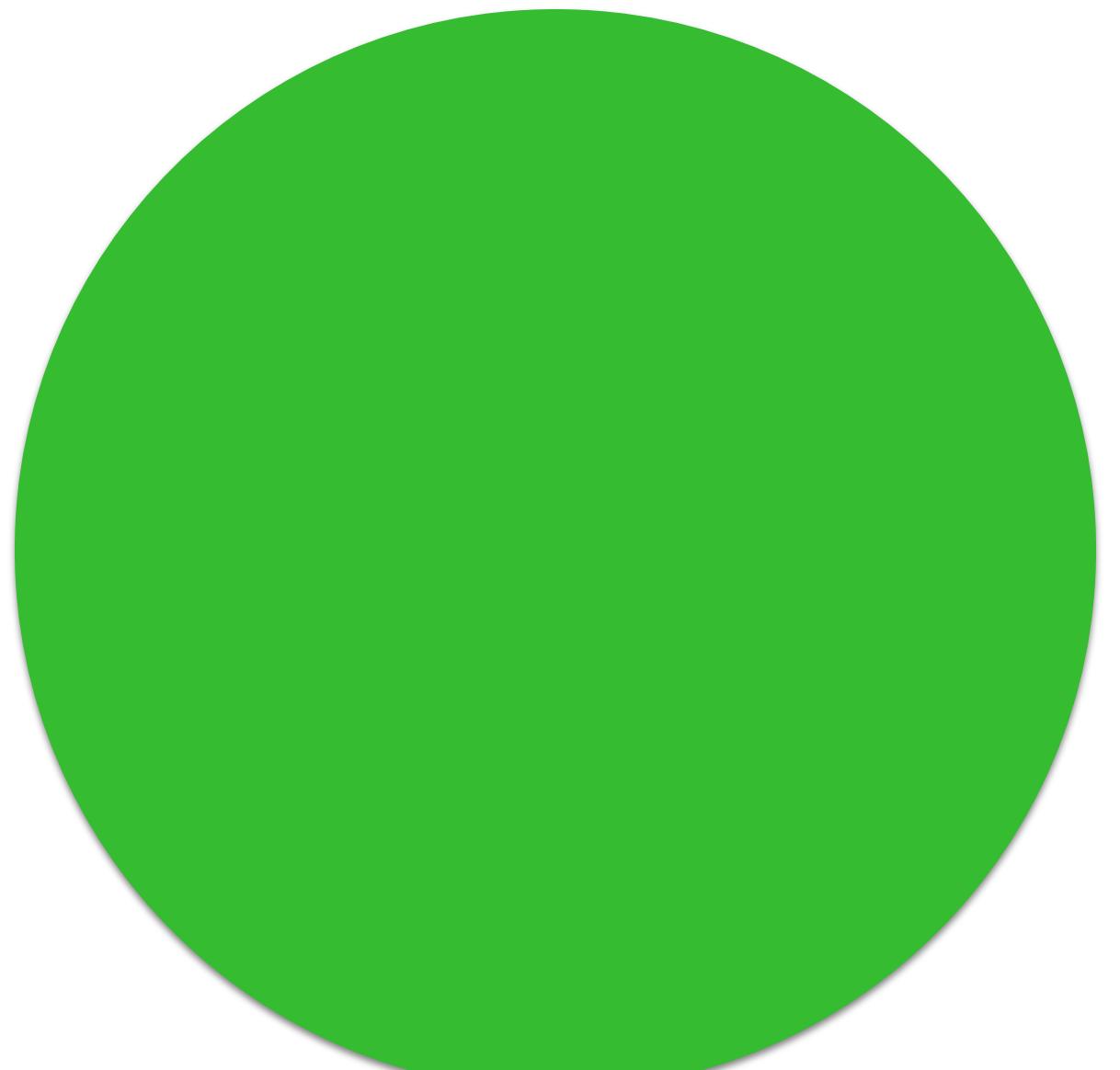
## How Music Preferences Have Changed in Two Decades

Music styles preferred by University of Miami students. Survey based on interviews with 1,000 students.

SOURCE: WishfulThinkingData Inc.



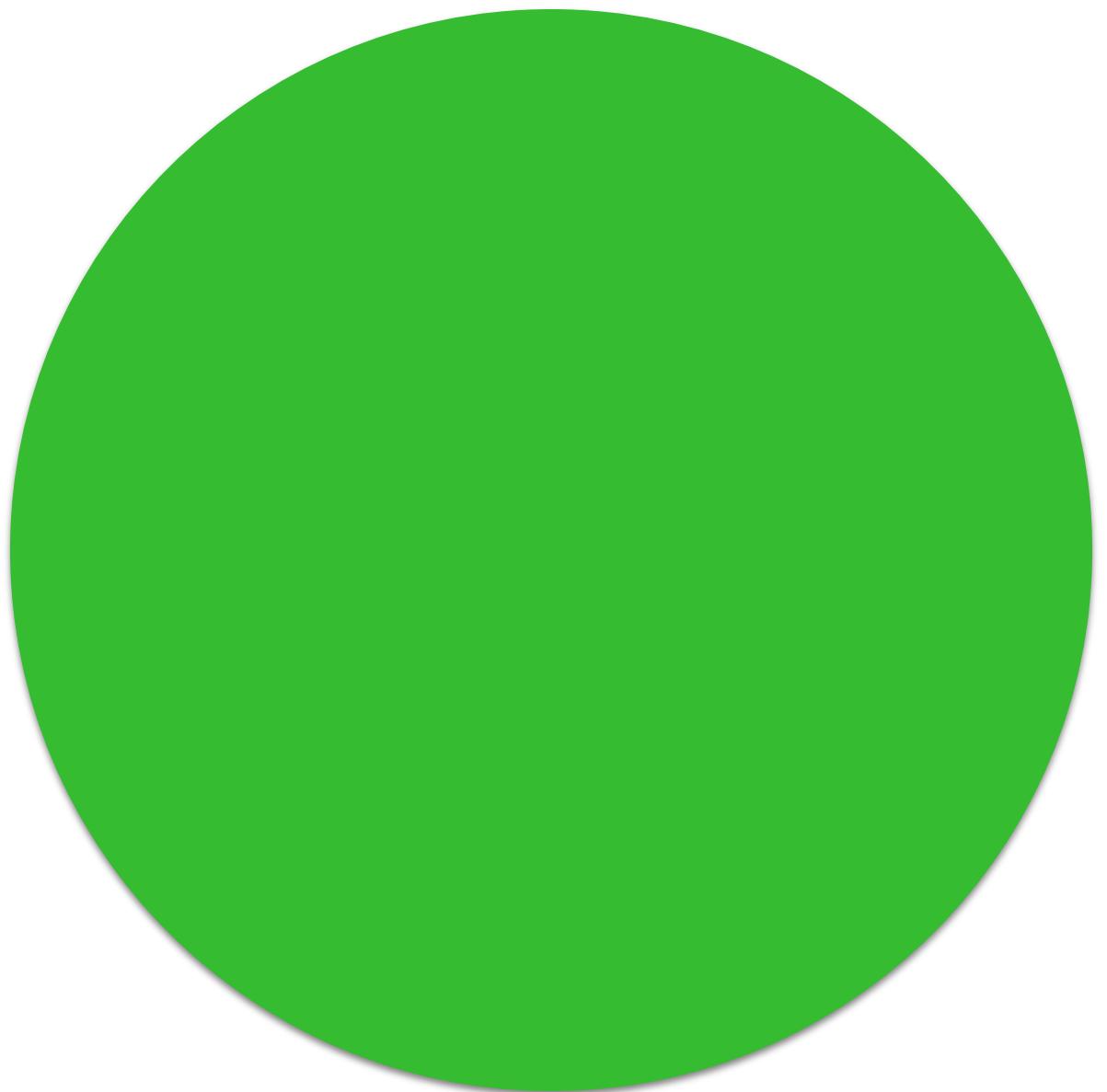
# Ejemplo: Bubble charts



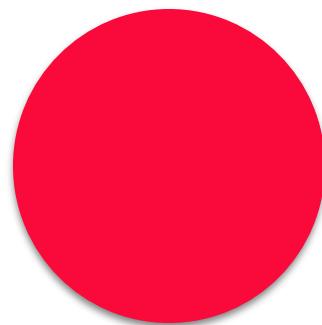
juntas. Así lo ilustra el gráfico informativo de Marcus Lu, de Visual Capitalist, que recoge las reservas probadas de cada empresa.



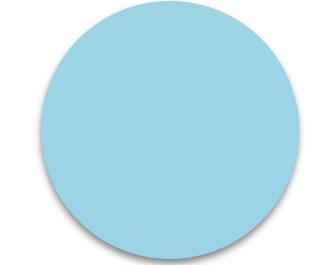
# Ejemplo: Bubble charts



$$A=259 \rightarrow r = 9,08$$

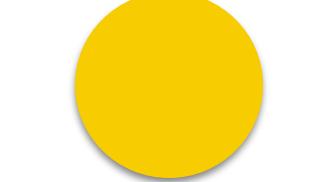


$$A = 18 \rightarrow r = 2,4$$



11

$$A = 7 \rightarrow r = 1,5$$

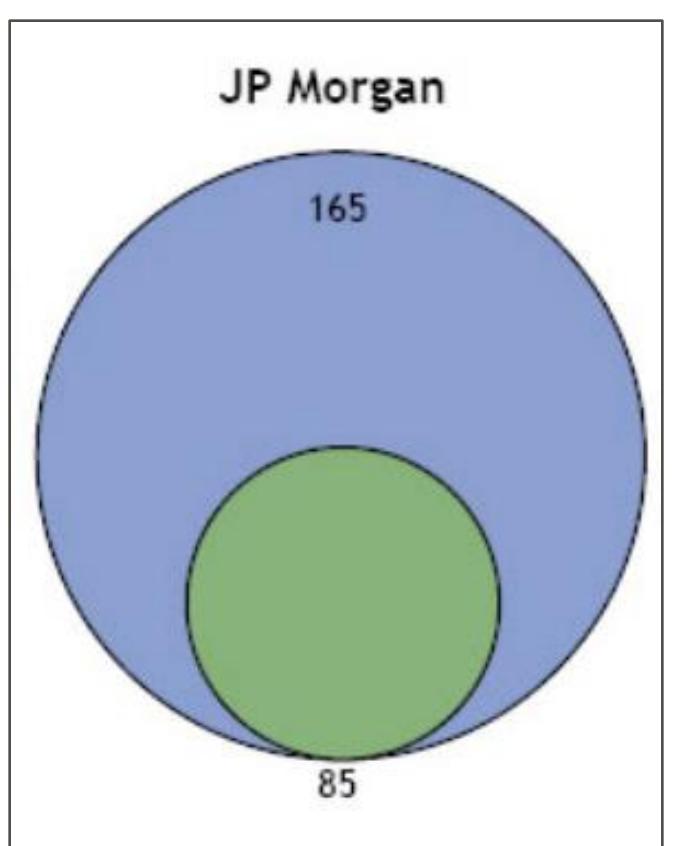
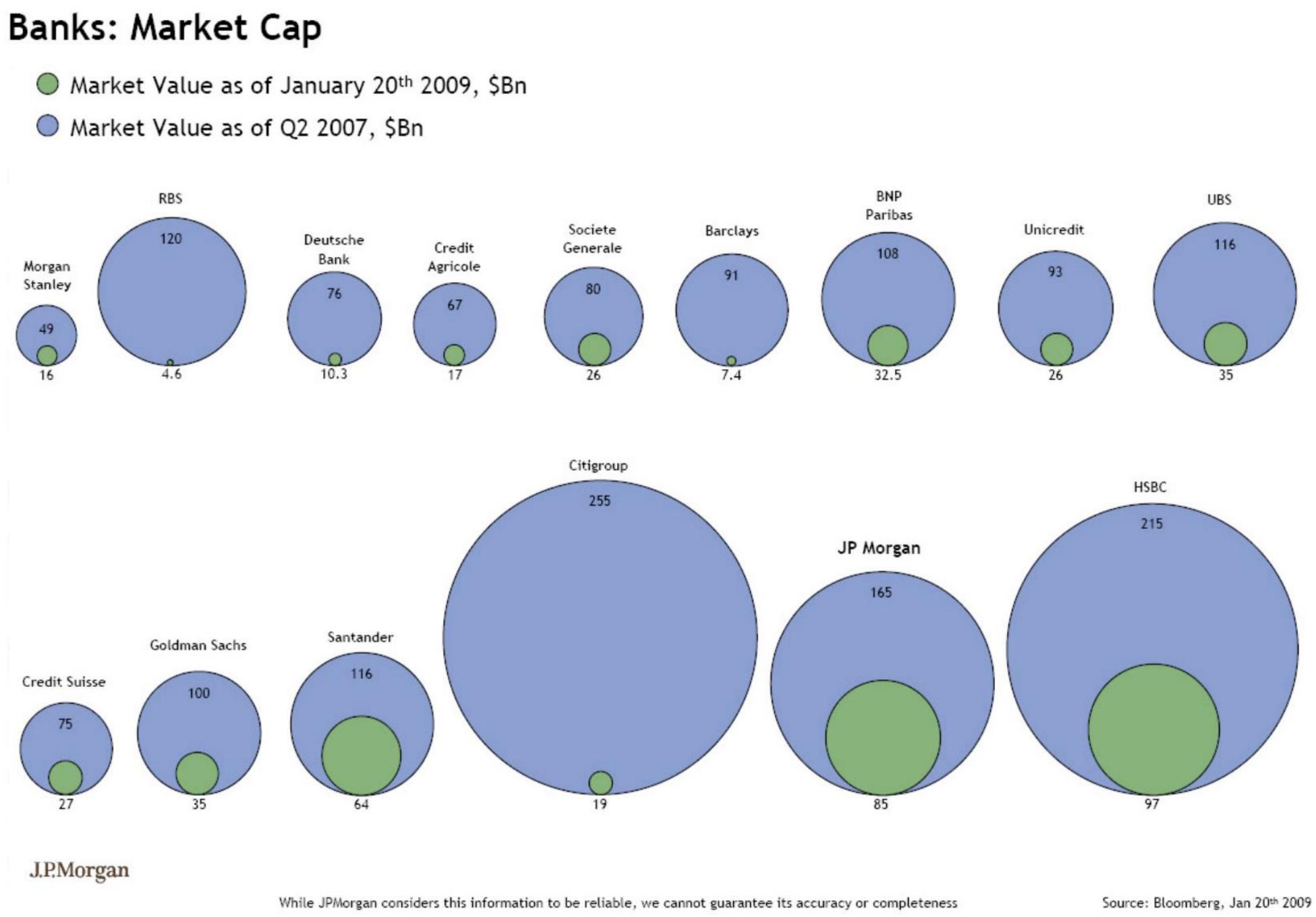


7

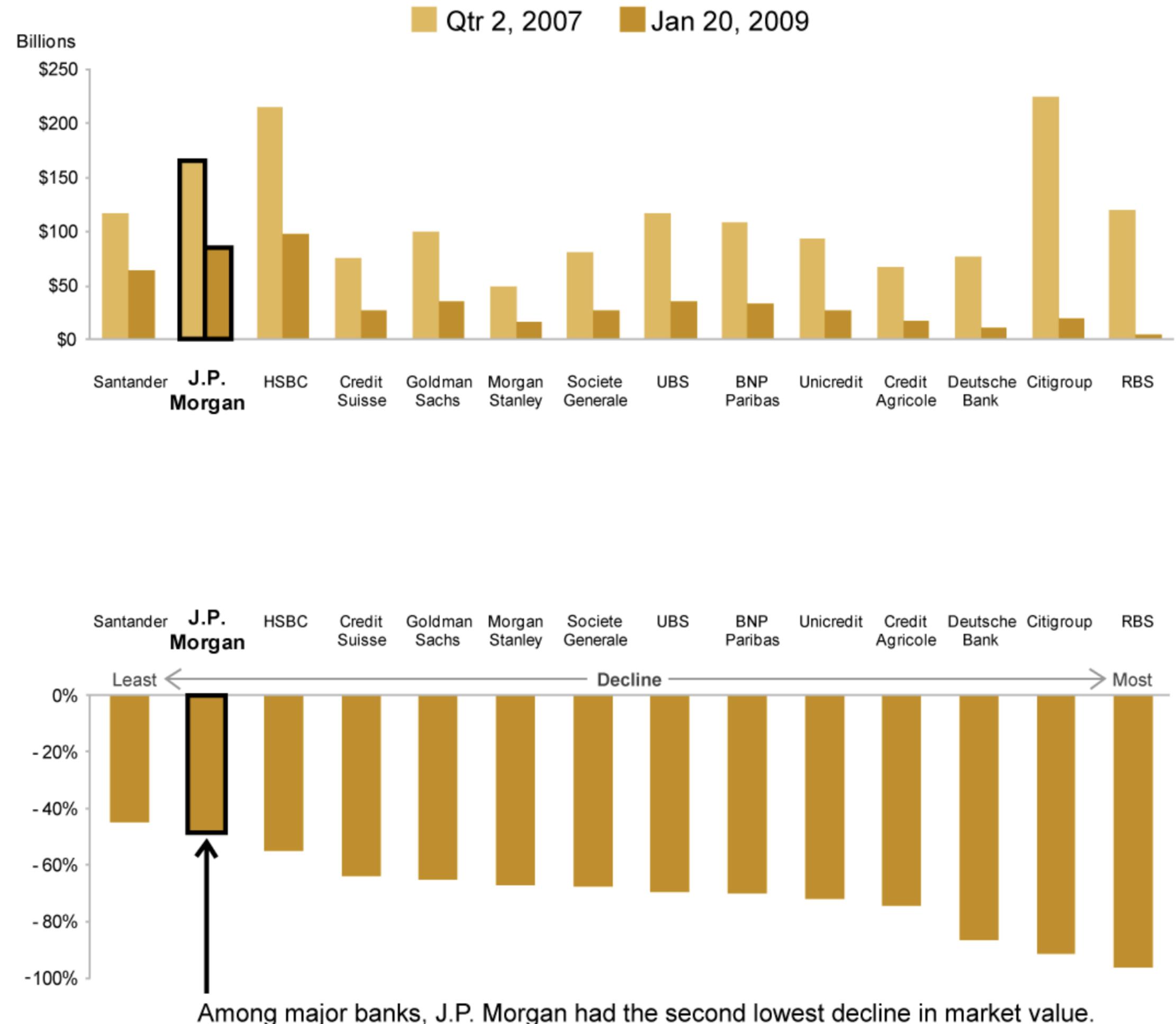
juntas. Así lo ilustra el gráfico informativo de Marcus Lu, de Visual Capitalist, que recoge las reservas probadas de cada empresa.



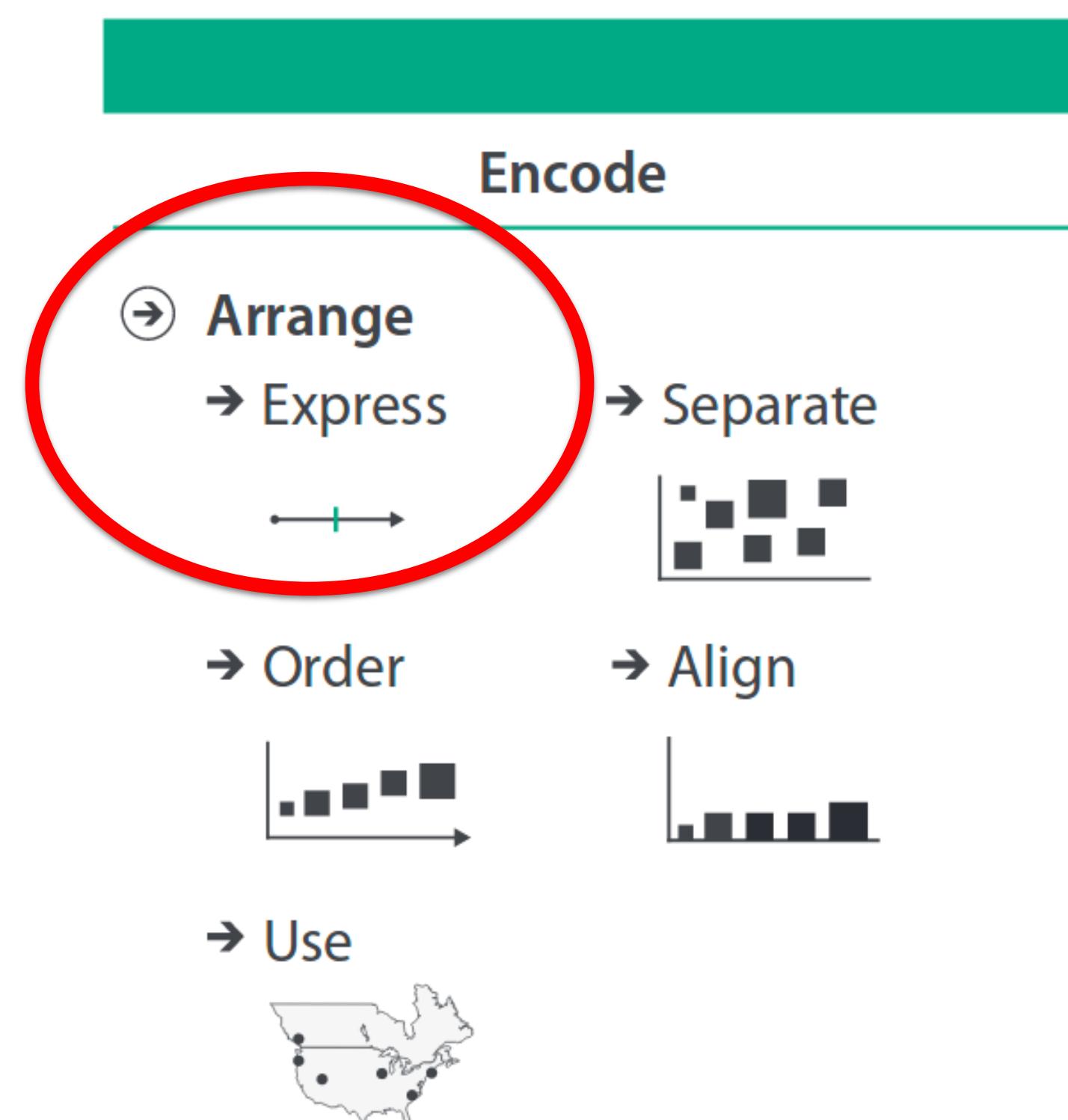
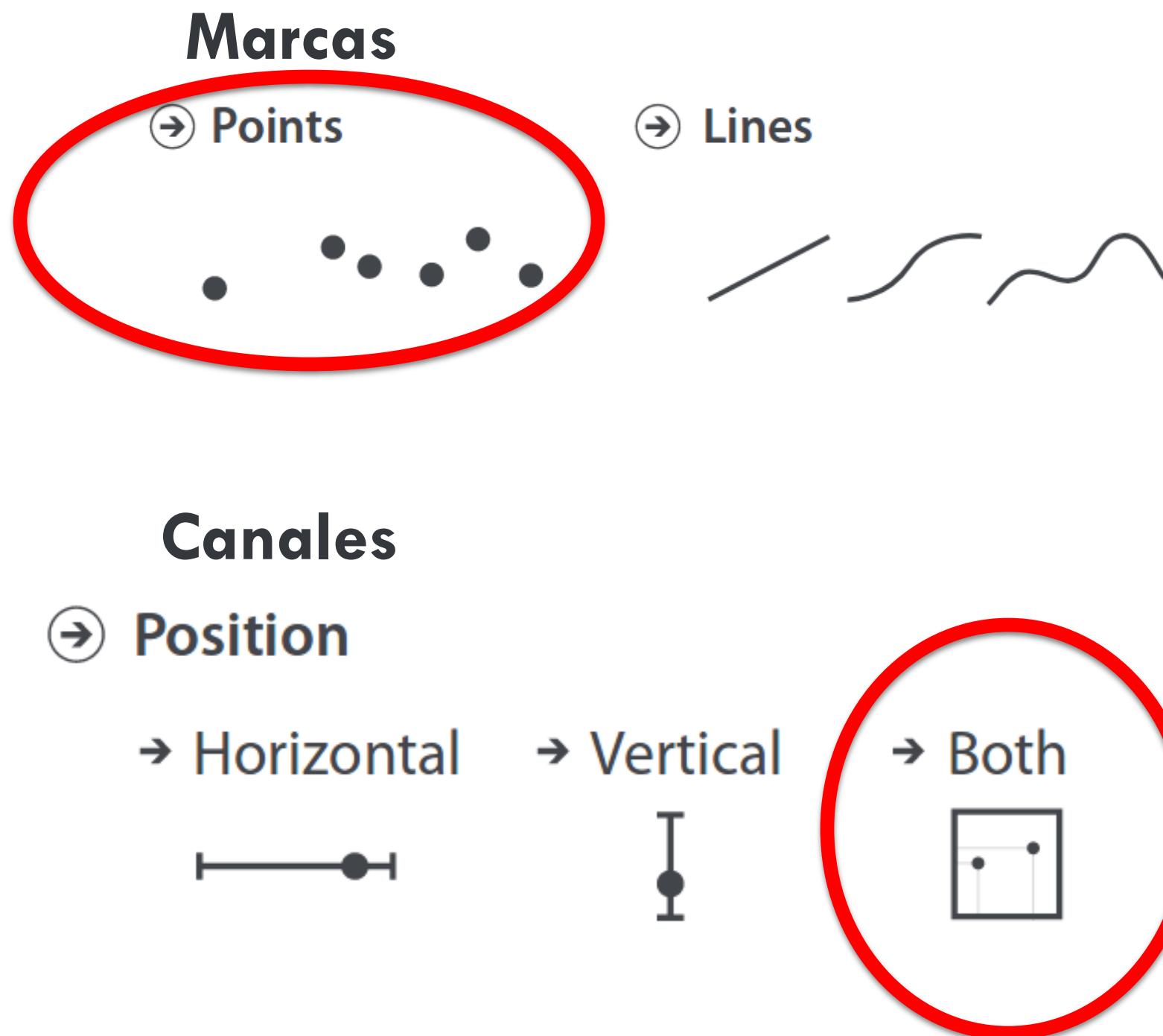
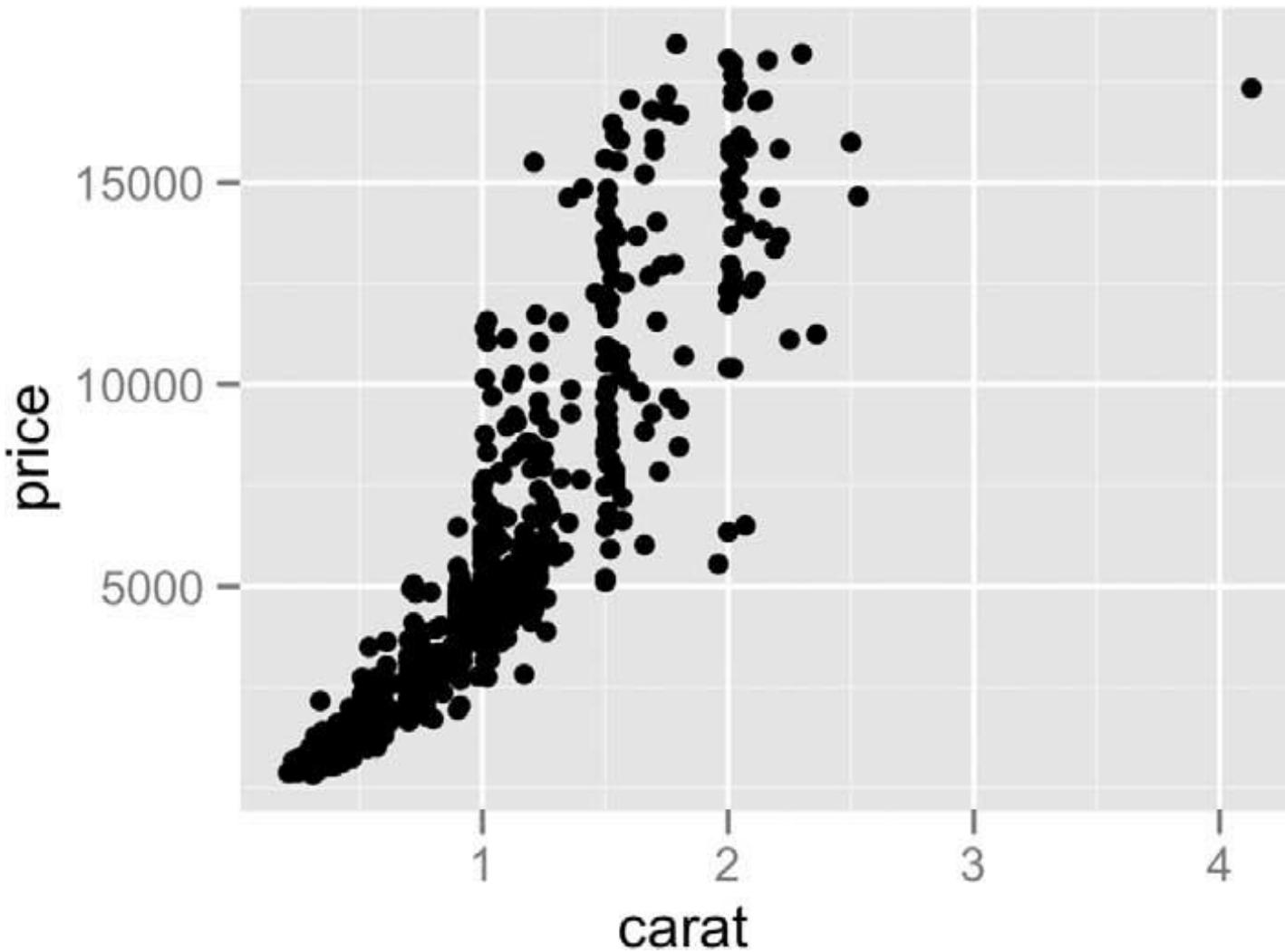
# Ejemplo: Bubble charts



Declines in Bank Market Values Since the Financial Crisis Began



# Scatterplot



- **Expresa** 2 atributos cuantitativos
- **Marcas:** Puntos // **Canales:** Posición X Y
- **Tareas:**
  - Encontrar patrones y tendencias
  - Analizar distribución
  - Identificar outliers, clusters, etc.

# EJERCICIO 1

- Abrir *life\_expectancy.csv* o *.xlsx* (Excel, Preview de mac, GoogleSheets, Python, etc).
- Es necesario **formatear** antes de usarlo.
- Derivar dataset filtrando **un solo año**.
  
- Hacer gráficas para visualizar las preguntas:
  - ¿Top 20 países con mayor EV media?
  - ¿Top 20 países con mayor diferencia por sexo?
  
- Identificar tipos de datos: cuantitativos, ordinales o categóricos.
- Abrir la web [www.datawrapper.de](http://www.datawrapper.de)
- Hacer gráficas según el planteamiento anterior de Datos, Tareas y Codificación.
  - Ranking ordenado de Both Sexes por país.
  - ¿Qué gráfica mostraría más claramente la diferencia entre ambos sexos por país?

# EJERCICIO 2

- Abrir *life\_expectancy.csv* o *.xlsx* (Excel, Preview de mac, GoogleSheets, Python, etc). **Necesario formatear antes de usar.**
- **Queremos visualizar la evolución temporal de Both sexes por país, para todos los países a la vez.**
- ¿Qué gráfica usamos?
- ¿Cómo formatear los datos para hacer esa visualización?
- **Haz las operaciones necesarias para transformar los datos**
- Abrir [www.datawrapper.de](http://www.datawrapper.de)
  - ¿Qué gráfica sería más adecuada?
  - Modifica los parámetros necesarios para hacerla más comprensible y fácil de entender.

# Bibliografía

- Visualization Analysis and Design. Munzner. Cap. 7
- **The Functional Art . Alberto Cairo, 2012 (Cap. 5-6)**

## Inspiración

- <http://www.thefunctionalart.com/>
- <https://eagereyes.org/>
- <http://flowingdata.com/>
- <http://fivethirtyeight.com/>
- <http://truth-and-beauty.net/>