

Visualización de datos en IN

Unidad 3. Explotación de almacenes de datos

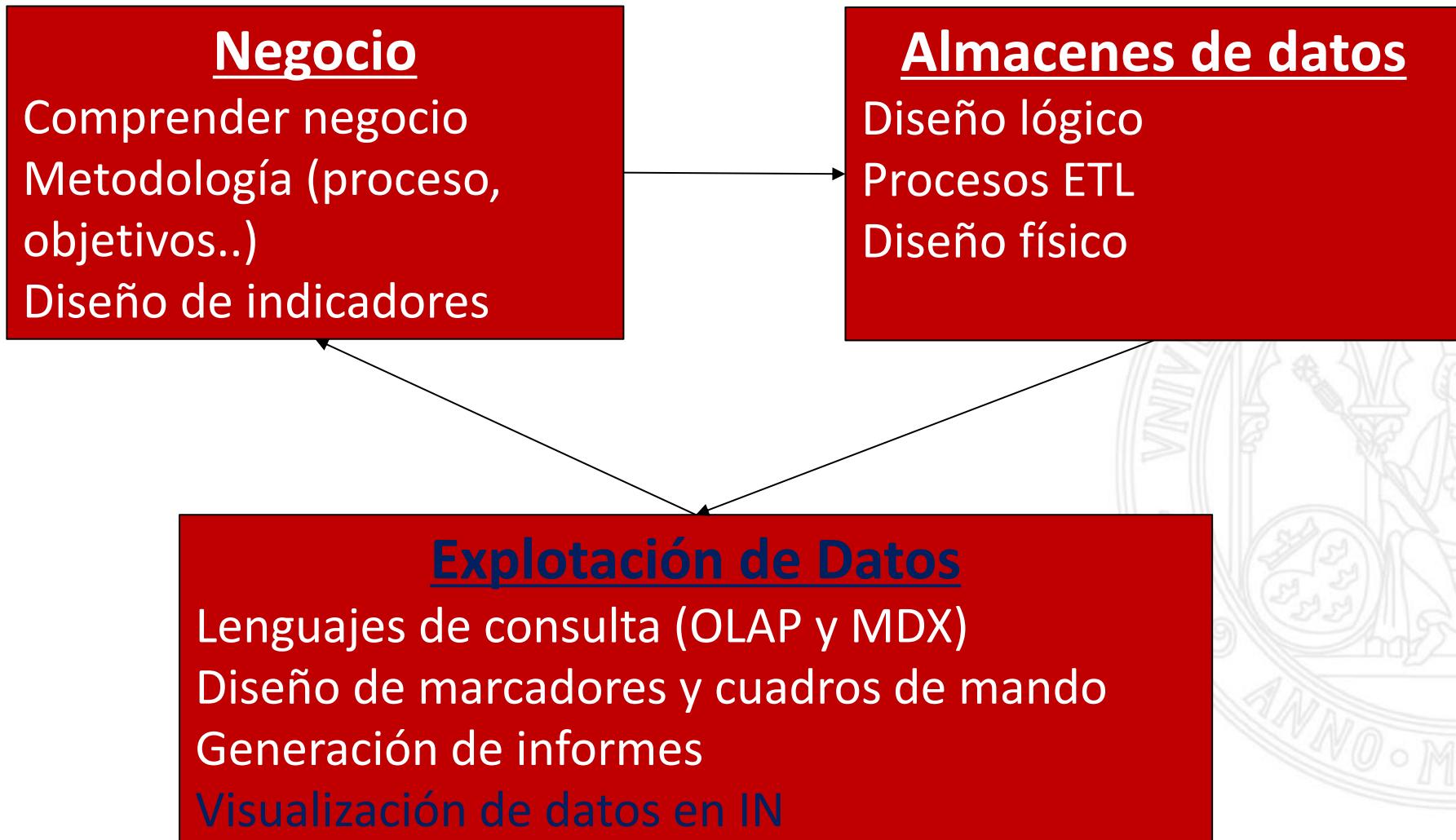
U3.4 – Visualización de datos en IN

UNIVERSIDAD DE
MURCIA

Unidad 3.4 – Visualización de datos en IN

- Motivación
- Percepción humana
- Visualizaciones de datos
- Tipos de gráficos
- Gráficos especializados
- Infográficos





Unidad 3. Explotación de almacenes de datos

MOTIVACIÓN



¿Por qué visualizamos datos?

- ¿Qué te dicen estos cuatro grupos?
- Tienen estadísticas descriptivas prácticamente idénticas (media, desviación típica, varianza...)

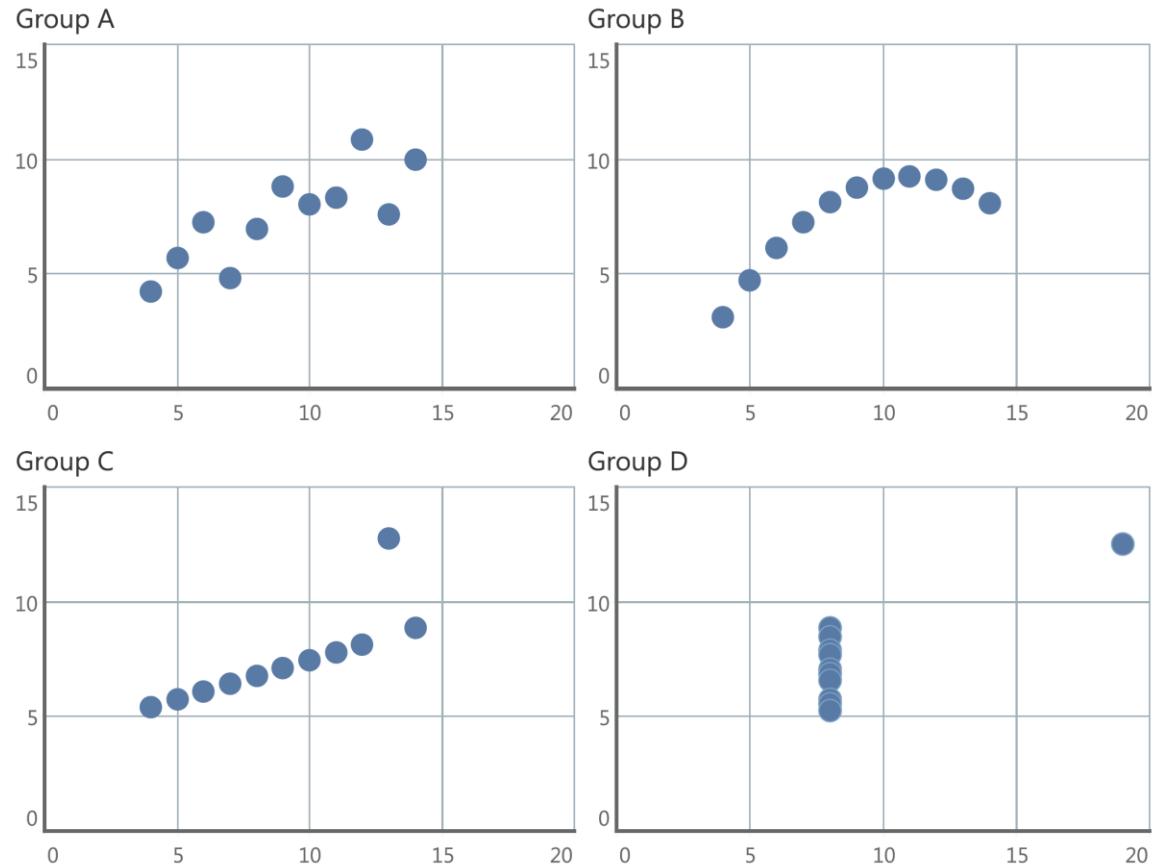


Group A		Group B		Group C		Group D	
x	y	x	y	x	y	x	y
10.00	8.04	10.00	9.14	10.00	7.46	8.00	6.58
8.00	6.95	8.00	8.14	8.00	6.77	8.00	5.76
13.00	7.58	13.00	8.74	13.00	12.74	8.00	7.71
9.00	8.81	9.00	8.77	9.00	7.11	8.00	8.84
11.00	8.33	11.00	9.26	11.00	7.81	8.00	8.47
14.00	9.96	14.00	8.10	14.00	8.84	8.00	7.04
6.00	7.24	6.00	6.13	6.00	6.08	8.00	5.25
4.00	4.26	4.00	3.10	4.00	5.39	19.00	12.50
12.00	10.84	12.00	9.13	12.00	8.15	8.00	5.56
7.00	4.82	7.00	7.26	7.00	6.42	8.00	7.91
5.00	5.68	5.00	4.74	5.00	5.73	8.00	6.89

Unidad 3. Explotación de almacenes de datos

Visualizando patrones

- ¿Puedes ver las diferencias entre grupos ahora?
- Creación de Frank Anscombe (estadístico) en el artículo “Gráficas en Análisis Estadístico” (1973)
- Argumento en contra de *“numerical calculations are exact, but graphs are rough”*



¿Por qué visualizamos datos?

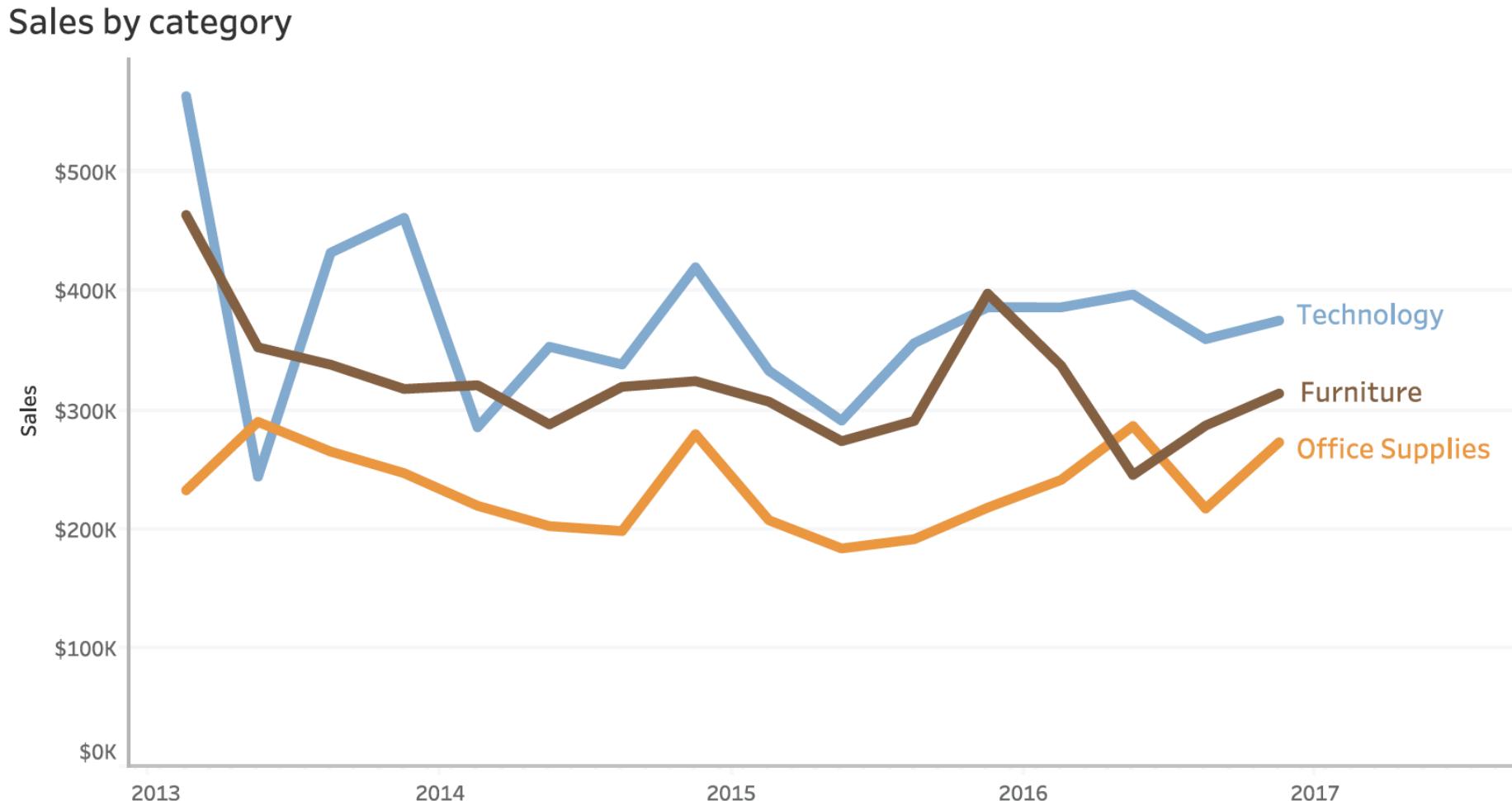
- ¿Qué patrones puedes ver aquí?
- Tendrías que usar tu memoria a corto plazo (que en humanos es mala en general), para analizar 16 valores secuenciales para cada categoría

Category	2013 Q1	2013 Q2	2013 Q3	2013 Q4	2014 Q1	2014 Q2	2014 Q3	2014 Q4
Furniture	\$463,988	\$352,779	\$338,169	\$317,735	\$320,875	\$287,934	\$319,537	\$324,319
Office Supplies	\$232,558	\$290,055	\$265,083	\$246,946	\$219,514	\$202,412	\$198,268	\$279,679
Technology	\$563,866	\$244,045	\$432,299	\$461,616	\$285,527	\$353,237	\$338,360	\$420,018
Category	2015 Q1	2015 Q2	2015 Q3	2015 Q4	2016 Q1	2016 Q2	2016 Q3	2016 Q4
Furniture	\$307,028	\$273,836	\$290,886	\$397,912	\$337,299	\$245,445	\$286,972	\$313,878
Office Supplies	\$207,363	\$183,631	\$191,405	\$217,950	\$241,281	\$286,548	\$217,198	\$272,870
Technology	\$333,002	\$291,116	\$356,243	\$386,445	\$386,387	\$397,201	\$359,656	\$375,229

Unidad 3. Explotación de almacenes de datos

Ayudando a tu memoria a corto plazo

- No es necesario memorizar todos los valores si podemos visualizarlos
- Los 48 puntos caben en tres bloques



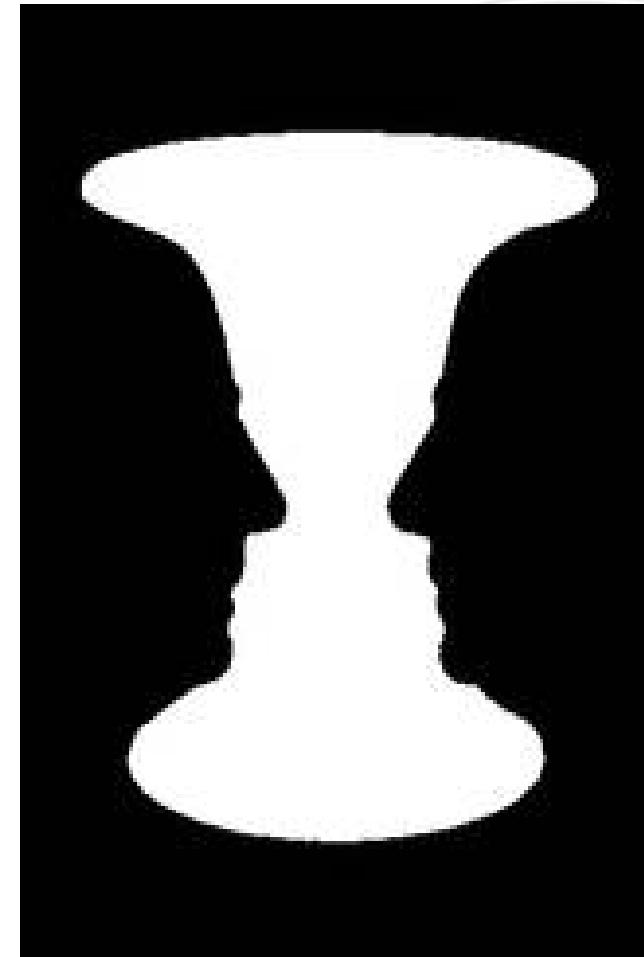
Unidad 3. Explotación de almacenes de datos

PERCEPCIÓN HUMANA



¿Qué es la percepción humana?

- Organización, identificación e interpretación de la información sensorial (de acuerdo a los psicólogos)
- Por ejemplo, el principio de figura/fondo



Atributos pre-atentivos - Racional

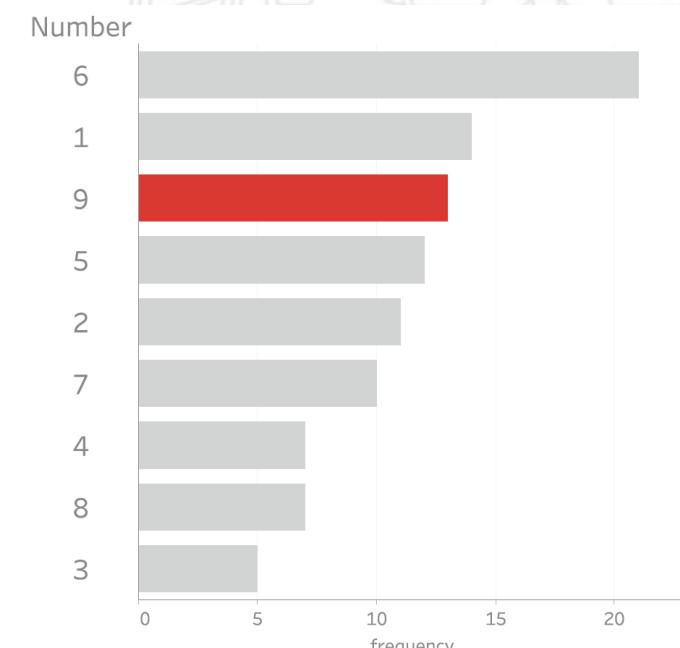
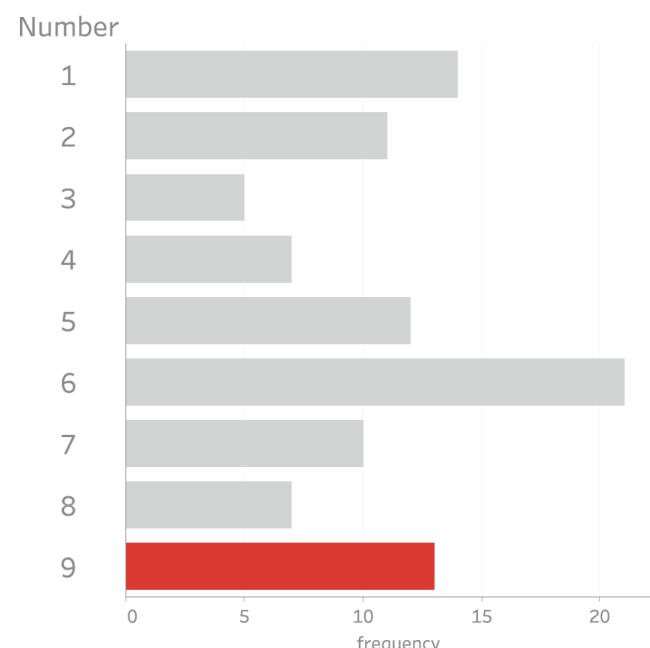
- El proceso de visualización de datos: Transformando datos en marcas en un lienzo
 - ¿Qué tipos de marcas tienen más sentido?
 - El cerebro las procesa en milisegundos y hay de distintos tipos
- ¿Cuántos 9s puedes ver?
 - ¿Qué pasa si añadimos algo de color? Somos buenos en esto
 - ¿Qué pasa con el tamaño? También funciona bien

2	2	5	6	7	1	1	6	9	1	2	2	5	6	7	1	1	6	9	1
9	1	7	5	5	5	6	2	5	9	9	1	7	5	5	6	2	5	9	1
4	5	2	9	6	9	7	6	4	6	4	5	2	9	6	9	7	6	4	6
8	1	5	7	8	5	6	6	6	7	8	1	5	7	8	5	6	6	6	7
7	2	3	6	8	9	1	7	9	1	7	2	3	6	8	9	1	7	9	1
3	8	6	8	4	5	6	9	4	5	3	8	6	8	4	5	6	9	4	5
4	9	9	2	3	7	1	9	1	2	4	9	9	2	3	7	1	9	1	2
3	7	8	1	6	1	5	6	1	6	3	7	8	1	6	1	5	6	1	6
5	6	6	8	6	6	9	1	2	6	5	6	6	8	6	6	9	1	2	6
3	2	4	2	6	9	4	2	7	1	3	2	4	2	6	9	4	2	7	1

Atributos pre-atentivos - Racional

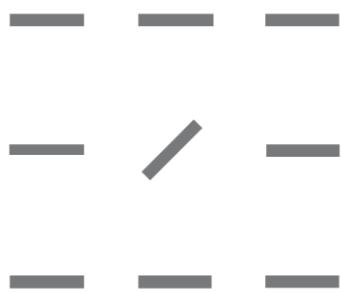
- Tarea más realista: Contar la frecuencia de cada dígito
 - ¿Qué tal si usamos un color para cada categoría de dígito?
 - No es un desastre total, ¿pero qué pasa si hay más categorías?
 - La necesidad de agregar por color mediante el agrupamiento
 - También podemos ordenar usando la posición para comparar las diferentes frecuencias

2 2 5 6 7 1 1 6 9 1
9 1 7 5 5 5 6 2 5 9
4 5 2 9 6 9 7 6 4 6
8 1 5 7 8 5 6 6 6 7
7 2 3 6 8 9 1 7 9 1
3 8 6 8 4 5 6 9 4 5
4 9 9 2 3 7 1 9 1 2
3 7 8 1 6 1 5 6 1 6
5 6 6 8 6 6 9 1 2 6
3 2 4 2 6 9 4 2 7 1



Atributos pre-atentivos – Lista

Orientación



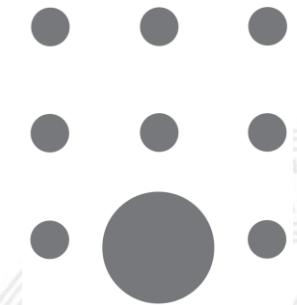
Longitud



Ancho



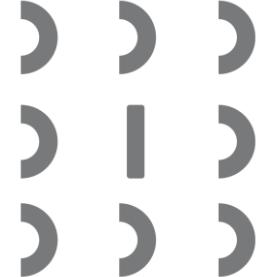
Tamaño



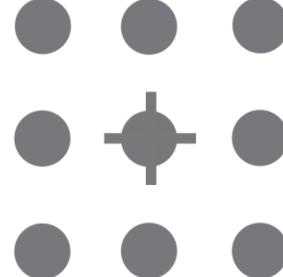
Forma



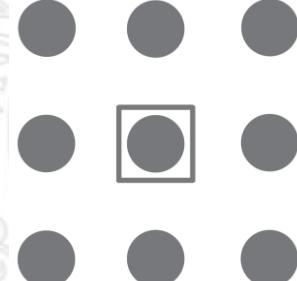
Curvatura



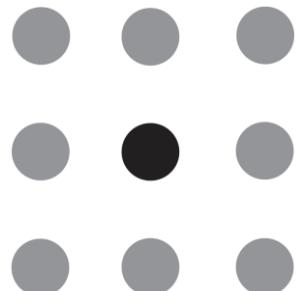
Marcas añadidas



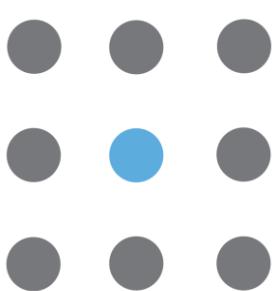
Encerramiento



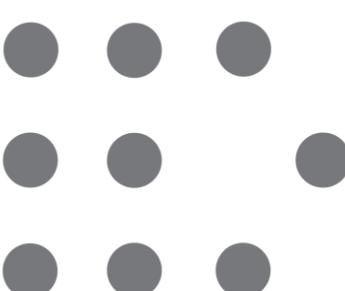
Intensidad del color



Tono del color



Posición



Agrupamiento espacial



Los principios Gestalt de percepción visual

- La Escuela Gestalt de Psicología dio fruto a estos principios
 - ‘Gestalt’ significa ‘patrón’
- Organizamos lo que vemos de forma particulares para darle sentido
- Todavía se mantienen exactos y útiles para la percepción visual
 - Frecuentemente son usados en cuadros de mando para unir, separar, o destacar los datos
- Principios de agrupamiento: Proximidad, cierre, similitud, continuación, encerramiento y conexión

Principios Gestalt: Proximidad

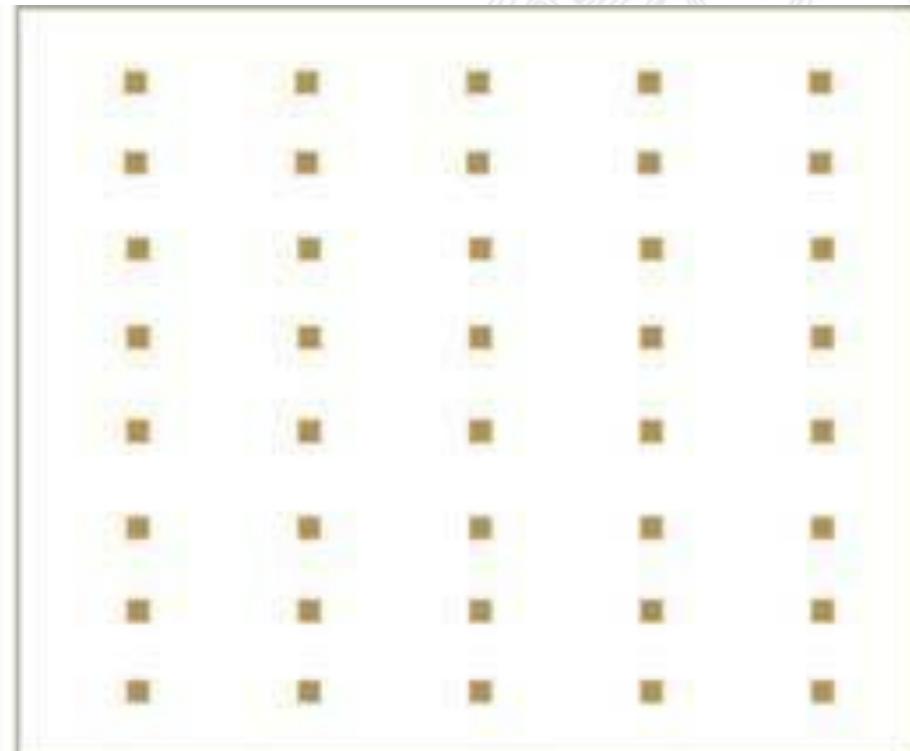
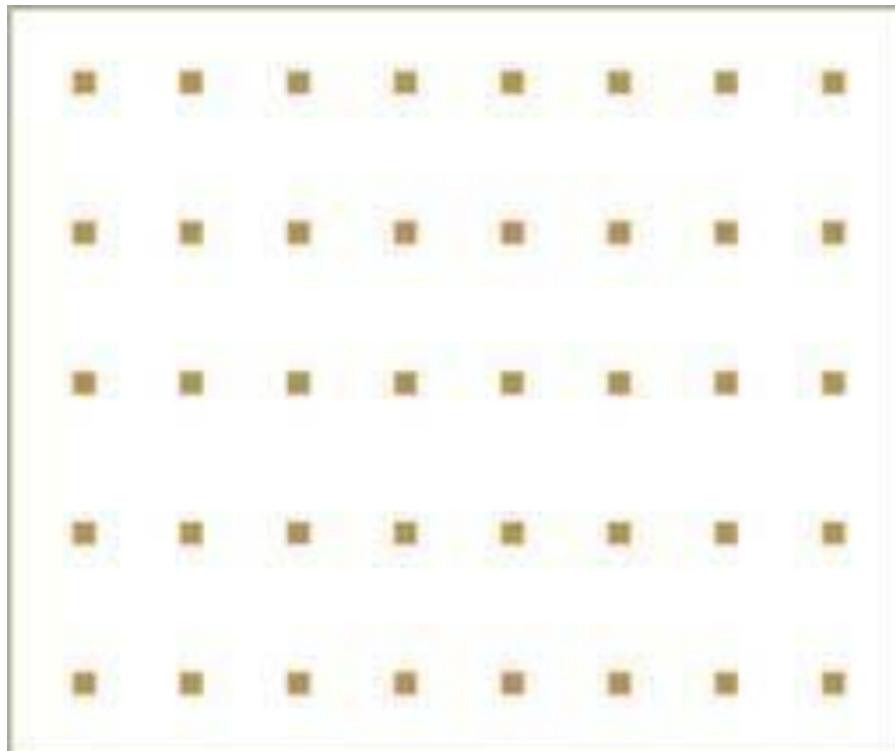
- Los objetos localizados cercanos unos a otros pertenecen al mismo grupo
- La forma más sencilla de conectar datos
- Solo el espacio en blanco es suficiente para separar grupos



¿Qué percibes?

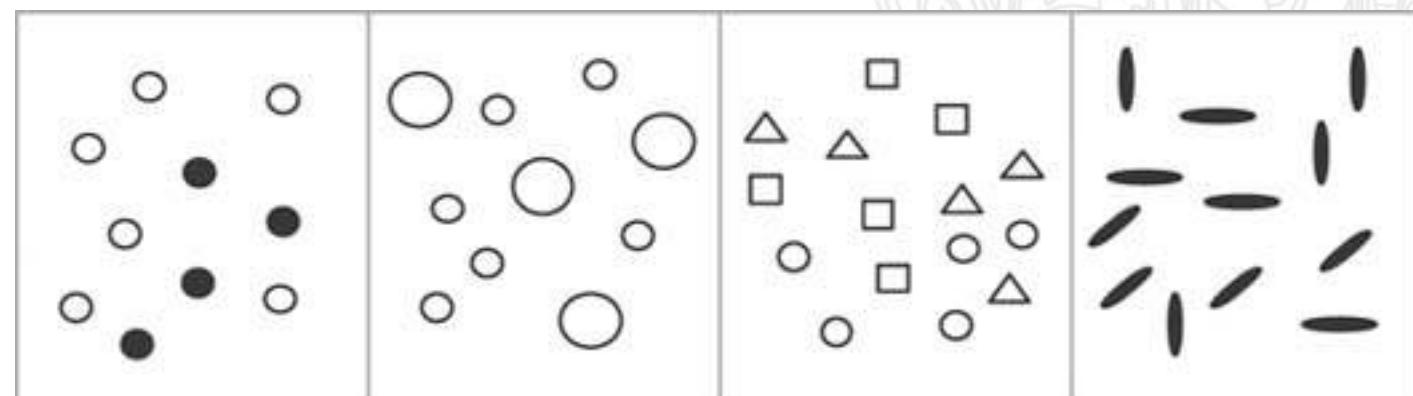
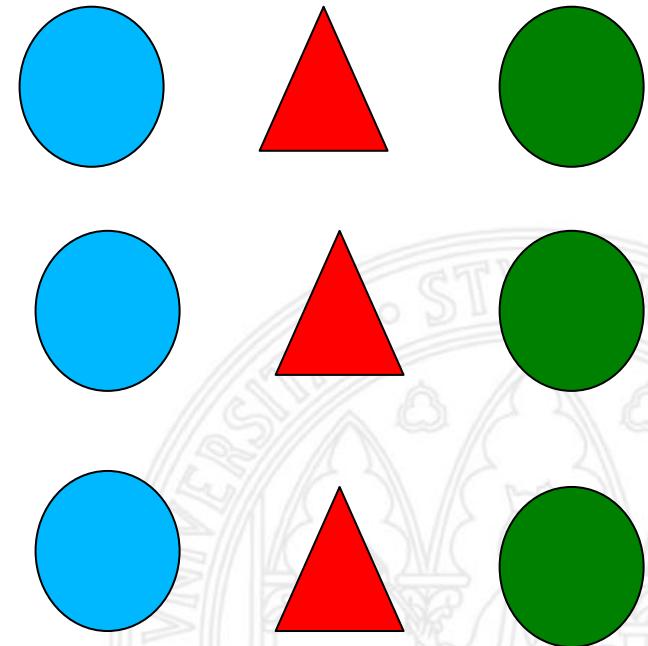
Principios Gestalt: Proximidad

- Este principio puede ser usado como parte del diseño de cuadros de mando
 - Para agrupar datos como hemos mencionado antes
 - Para dirigir la audiencia a escanear los datos de un cuadro de mando en una dirección determinada



Principios Gestalt: Similitud

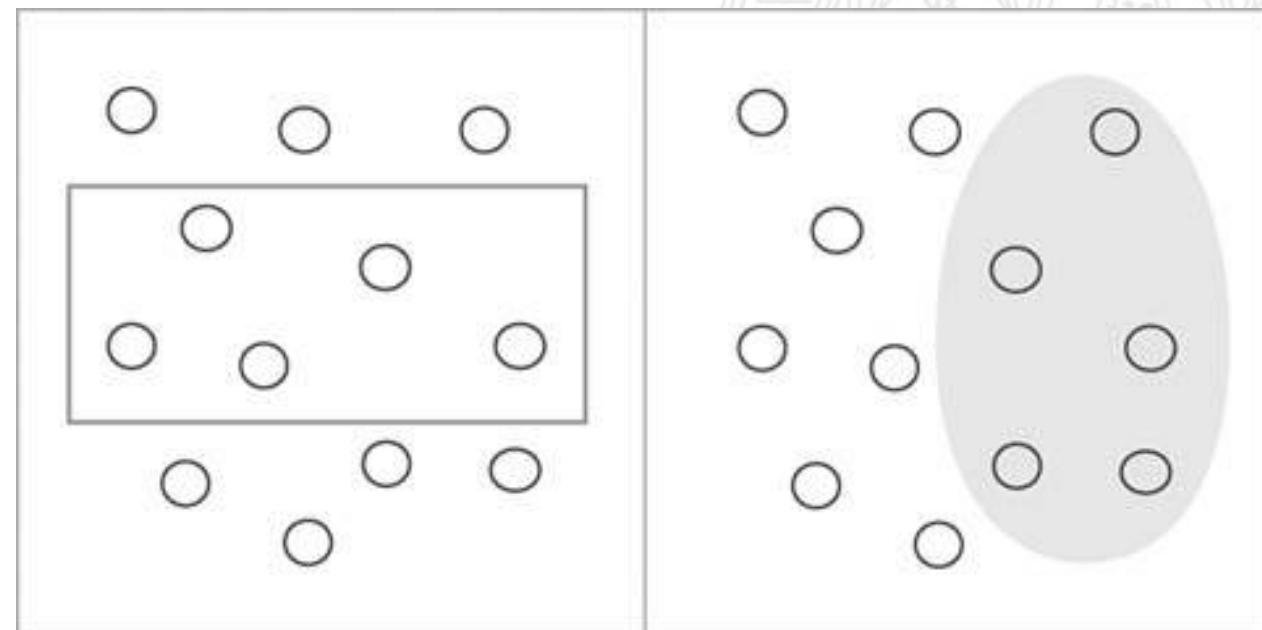
- Tendremos a agrupar juntos objetos en un color, tamaño, forma y orientación
 - Refuerza como usar esas variables para codificar variables categóricas
- Funciona bien para identificar datasets diferentes en un gráfico:
 - Incluso cuando los datos están en diferentes partes
 - Por ej, el mismo color para una variable



¿Qué percibes?

Principios Gestalt: Encerramiento

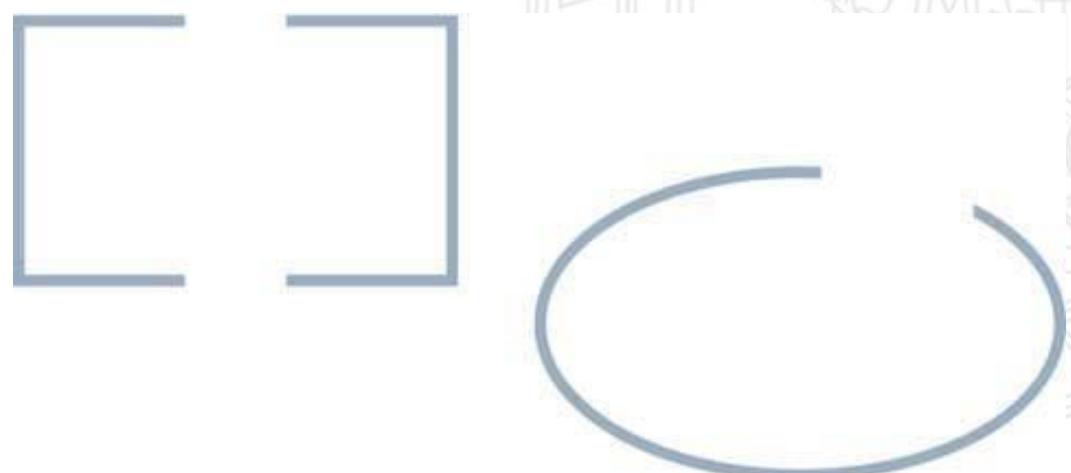
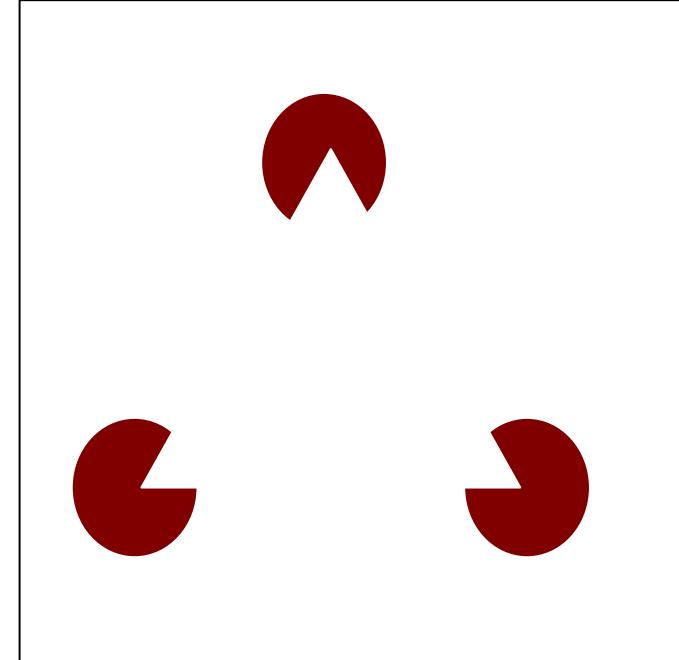
- Percibimos los objetos como un grupo cuando están encerrados por algo que proporciona una barrera visual
 - El encerramiento nos conduce a los grupos de círculos de diferentes formas
 - Se usa frecuentemente para fronteras y relleno de color, sombreado en tablas o gráficos



¿Qué percibes?

Principios Gestalt: Cierre

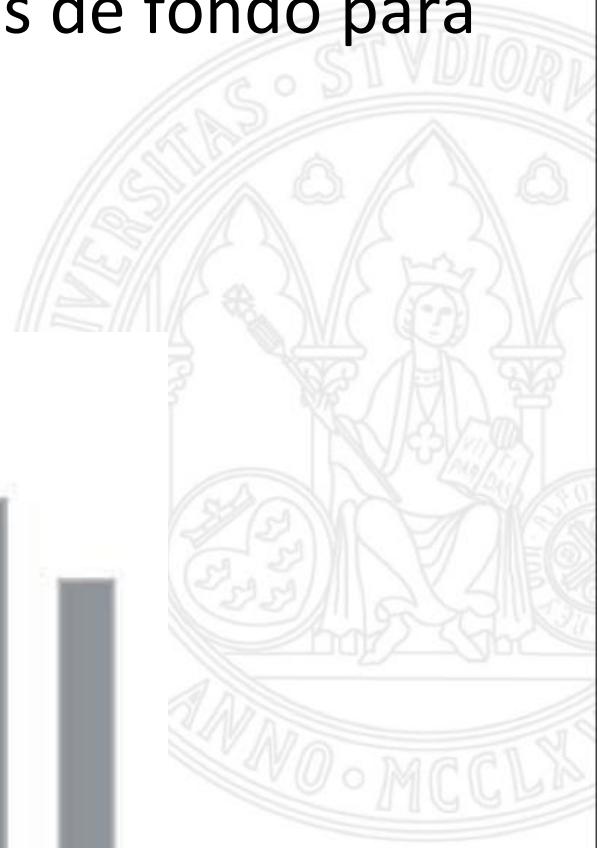
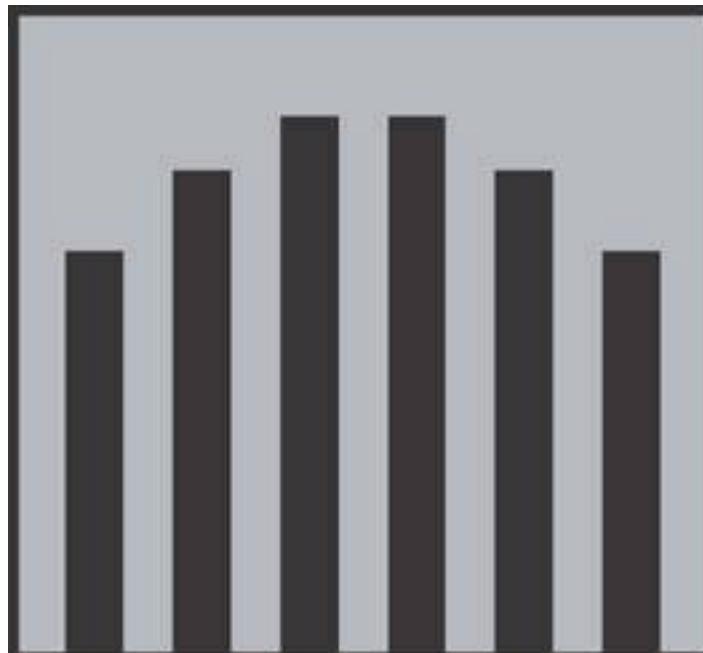
- A los humanos no les gustan las terminaciones abiertas
- Tendremos a percibir estructuras abiertas como cerradas, y como estructuras regulares si es razonable hacerlo así
 - Por ejemplo, estructuras cerradas



¿Qué percibes?

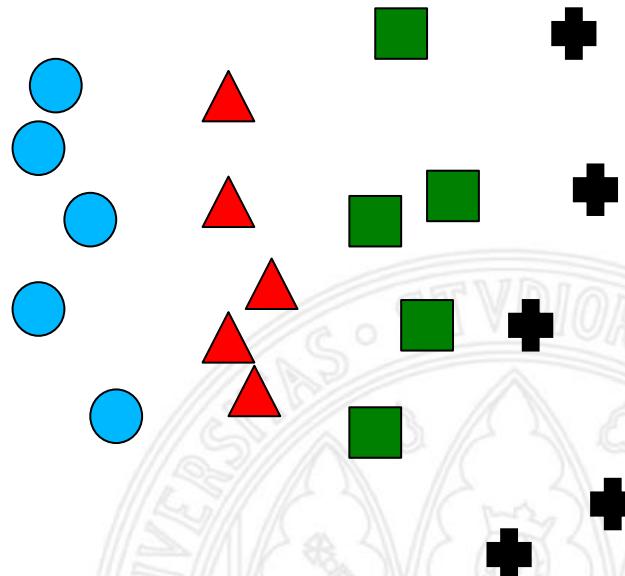
Principios Gestalt: Cierre

- Podemos aplicar esta tendencia para ver estructuras completas en cuadros de mando, especialmente en el diseño de gráficos
- Agrupar objetos en regiones, sin usar fronteras de fondo para limitar el espacio
 - Preferible esta opción para evitar desorden



Principios Gestalt: Continuidad (o trayectoria)

- Percibimos objetos como un grupo si están alineados los unos con los otros como una posible continuación
- Se puede usar para conectar diferentes secciones de un cuadro de mando



¿Qué percibes?

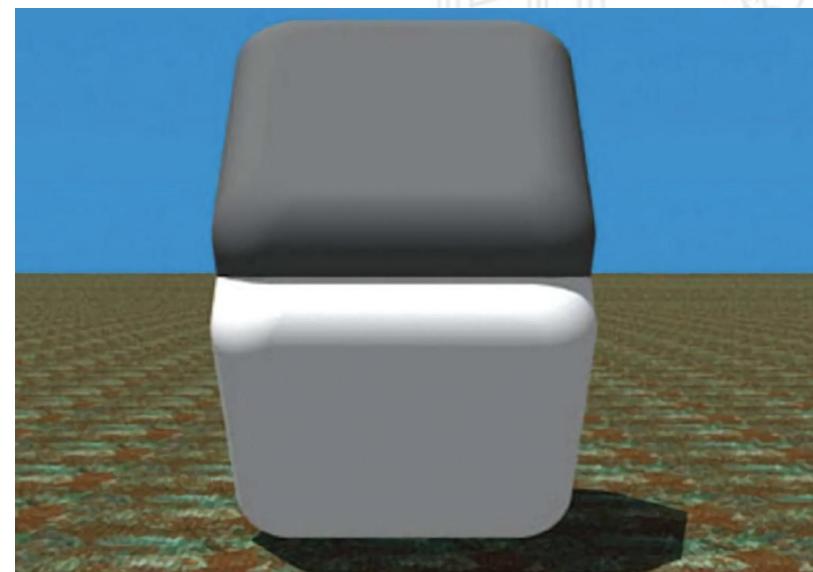
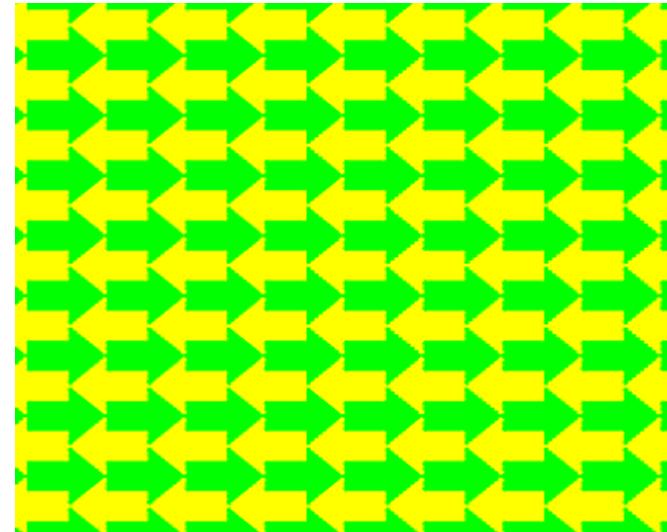
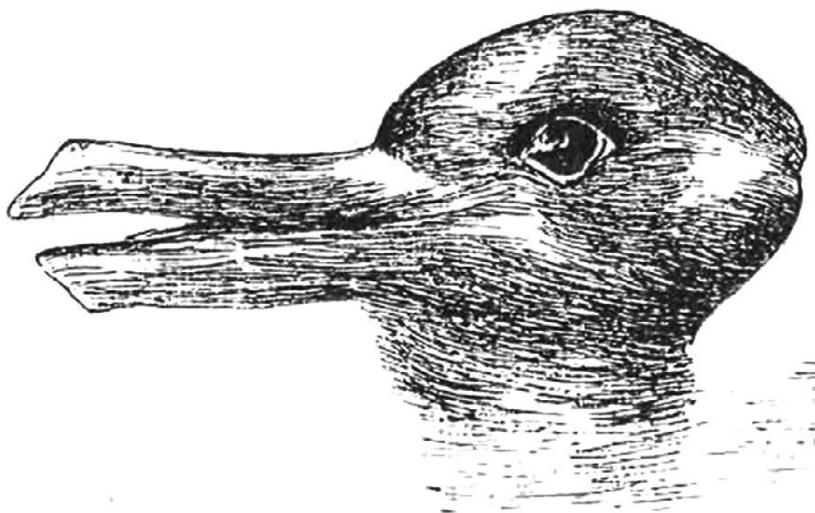
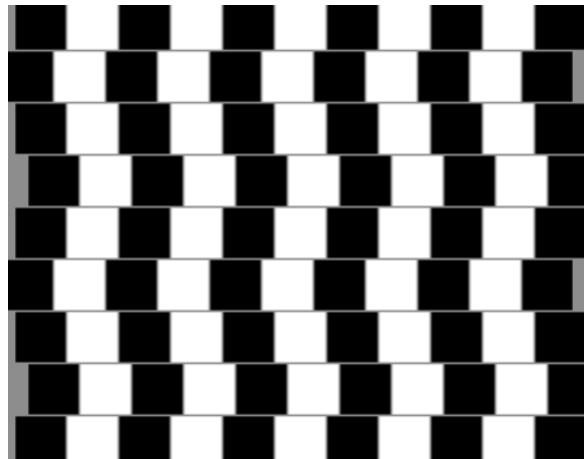
Division/Department	Headcount
G&A	
Finance	15
Purchasing	5
Information Systems	17
Sales	
Field Sales	47
Sales Operations	10
Engineering	
Product Development	22
Product Marketing	5



Unidad 3. Explotación de almacenes de datos

Percepción humana

- Ilusiones: problemas de interpretación de la información obtenidos por los sentidos



Unidad 3. Explotación de almacenes de datos

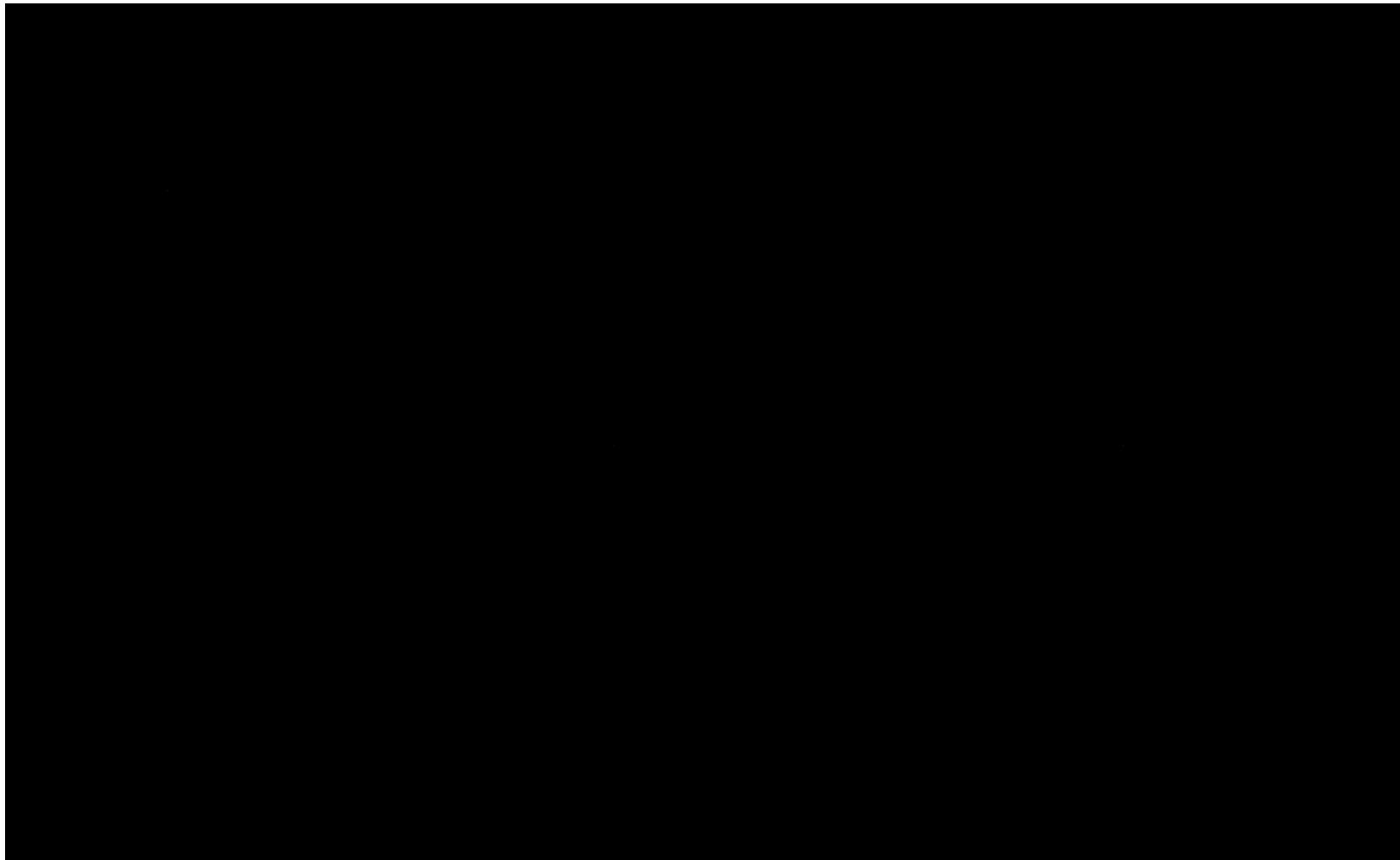
Estudios de percepción

- Estudios de percepción humana vs. Ciencias de la computación
- Test de atención selectiva
(<https://www.youtube.com/watch?v=vJG698U2Mvo>)
- Los computadores proporciona herramientas para entender la percepción humana:
 - Multiple Object Tracking (MOT), técnicas para estudiar como nuestro sistema visual monitoriza múltiples objetos en movimiento ([link](#))
 - Detection Response Task (DRT), métodos para evaluar los efectos en la atención de la carga cognitiva

Unidad 3. Explotación de almacenes de datos

MOT – Experimento básico (fácil)

- Monitoriza el punto azul. Al final de la reproducción, decide si era seleccionado o no

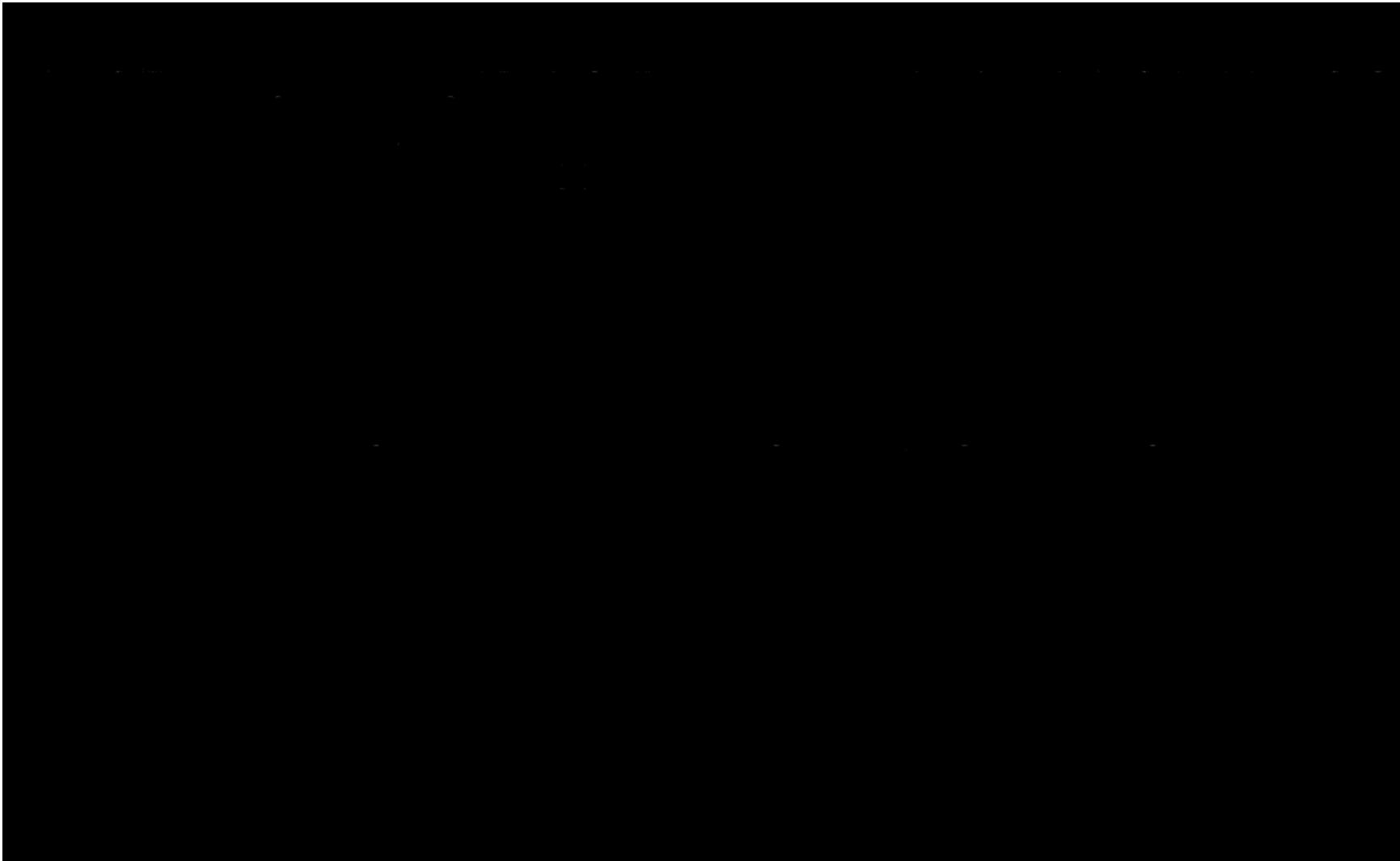


Unidad 3. Explotación de almacenes de datos

MOT – Experimento básico (difícil)

UNIVERSIDAD DE
MURCIA

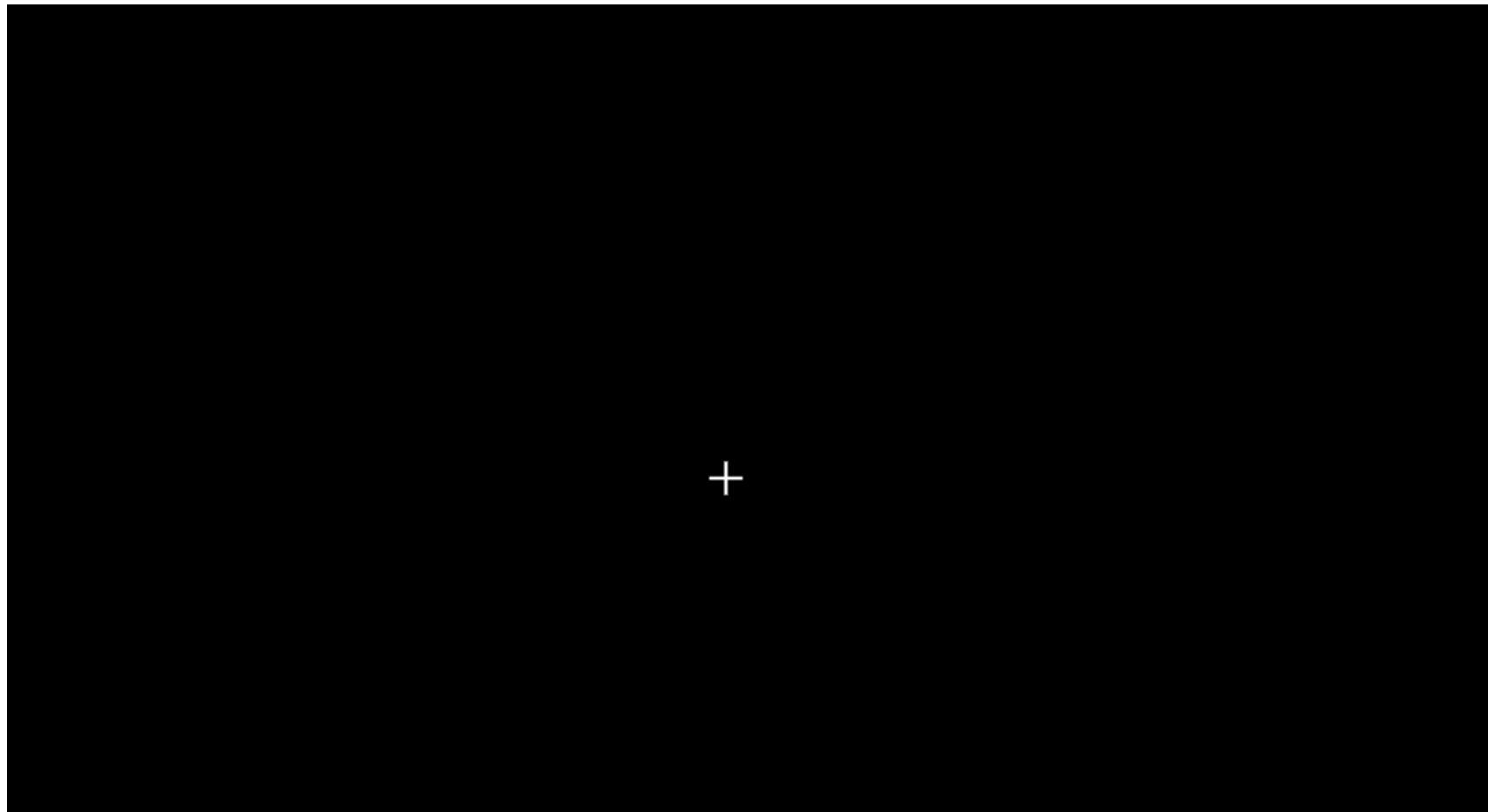
- Monitoriza el punto azul. Al final de la reproducción, decide si era seleccionado o no



Unidad 3. Explotación de almacenes de datos

MOT-DRT combinado

- Monitoriza el punto azul. Al final de la reproducción, decide si era seleccionado o no



Unidad 3. Explotación de almacenes de datos

VISUALIZACIÓN DE DATOS



- ¿Qué es la visualización de datos?
 - Muestra gráfica de información para:
 1. El análisis de datos
 2. La comunicación



Tipos de variables

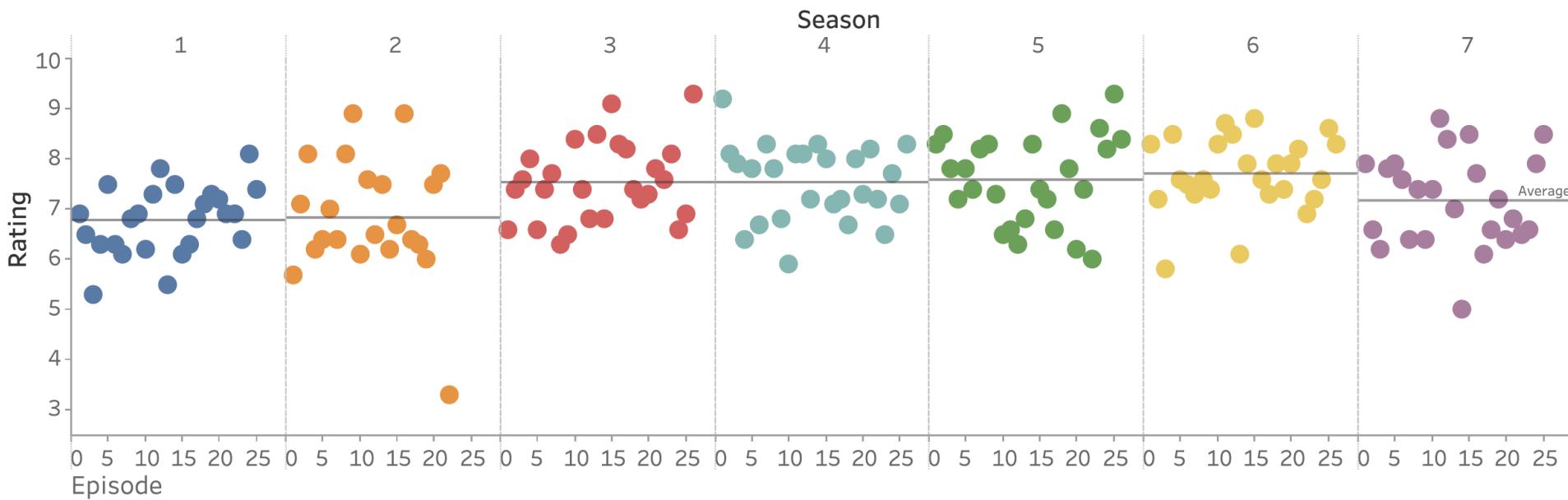
- Tres tipos de datos: Categóricos (o nominales), ordinal, o cuantitativo (pueden ser discretos o continuos)
- Identifica cual es cual en esta frase:
 - Su profesión es un actor
 - Su altura es de 170cm
 - Su nombre es Manuel
 - Su rango era comandante
 - Era el sexto de los seis androides de Star Trek
 - Su cumpleaños es miércoles 2 de febrero 1949



Unidad 3. Explotación de almacenes de datos

Codificando los datos en las gráficas

- Hemos revisado atributos pre-atentivos, principios Gestalt y tipos de datos. ¿Cómo construimos los gráficos?



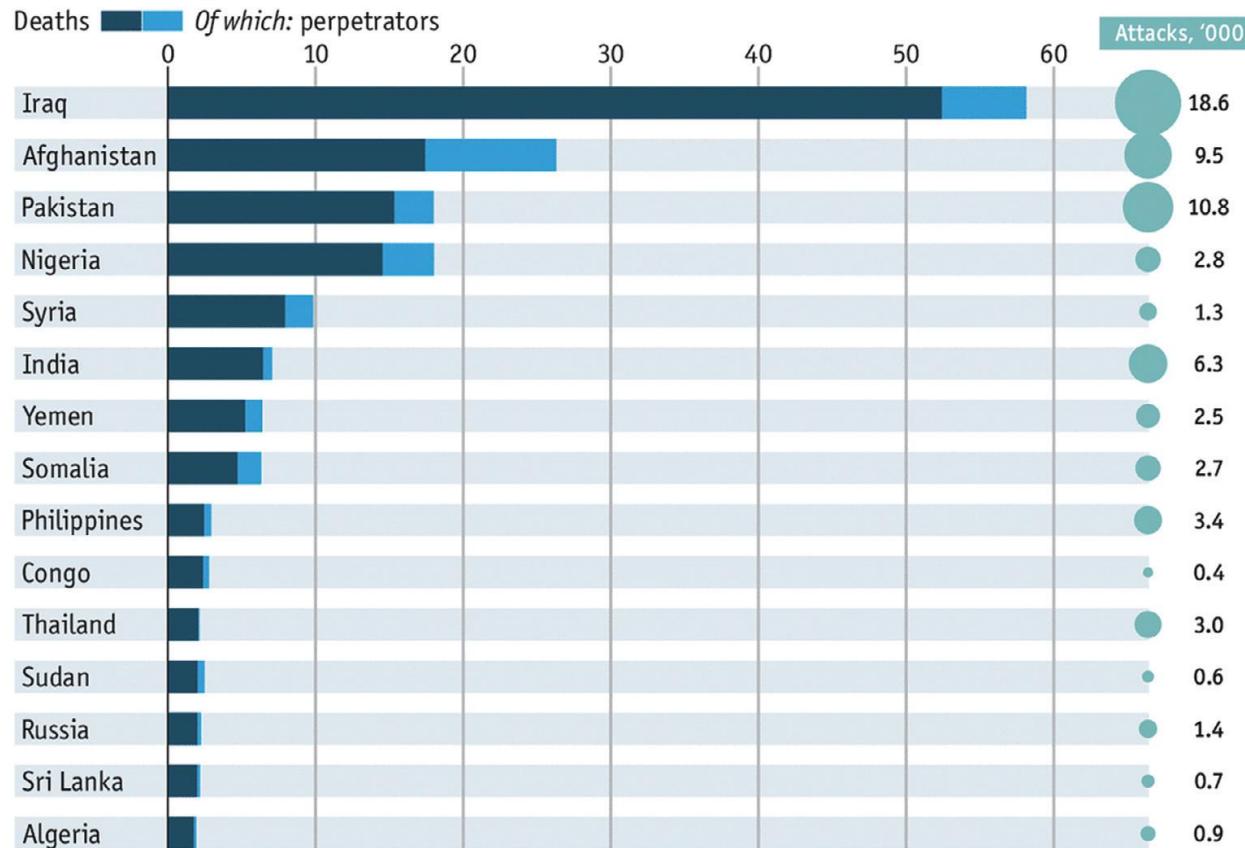
Data	Data Type	Encoding	Note
Episode	Categorical	Position	Each episode is represented by a dot. Each dot has its own position on the canvas.
Episode Number	Ordinal	Position	The x-axis shows the number of each episode in each season.
Season	Ordinal	Color	Each season is represented by a different color (hue).
		Position	Each season also has its own section on the chart.
IMDB rating	Ordinal	Position	The better the episode, the higher it is on the y-axis.
Average season rating	Quantitative	Position	The horizontal bar in each pane shows the average rating of the episodes in each season. There is some controversy over whether you should average ordinal ratings. We believe that the practice is so common with ratings it is acceptable.

Unidad 3. Explotación de almacenes de datos

Codificando los datos en las gráficas

A terrible record

Countries with highest number of deaths from terrorism, 2003-15, '000



“A terrible record” from The Economist, July 2016.
Source: START, University of Maryland. The Economist,
<http://tabsoft.co/2agK3if>

Data	Data Type	Encoding	Note
Country	Categorical	Position	Each country is on its own row (sorted by total deaths).
Deaths	Quantitative	Length	The length of the bar shows the number of deaths.
Death type	Categorical	Color	Dark blue shows deaths of victims, light blue shows deaths of the perpetrators.
Attacks	Quantitative	Size	Circles on the right are sized according to the number of attacks.

Unidad 3. Explotación de almacenes de datos

Uso del color

Extremadamente importante en visualización de datos

No usarla para darle “vidilla” a las visualizaciones, sino con **propósito**

SEQUENTIAL

color is ordered from low to high



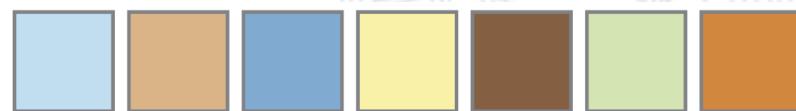
DIVERGING

two sequential colors with a neutral midpoint



CATEGORICAL

contrasting colors for individual comparison



HIGHLIGHT

color used to highlight something



ALERT

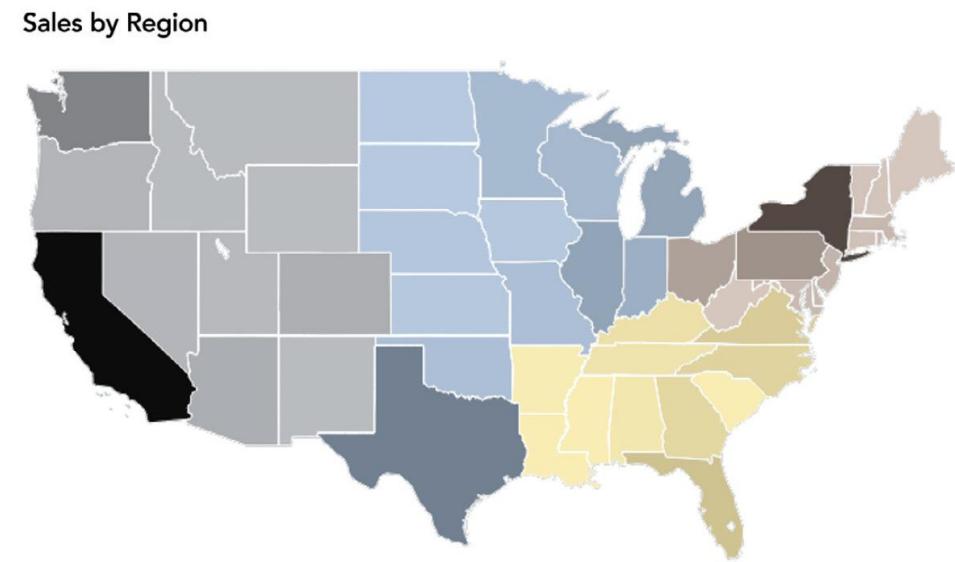
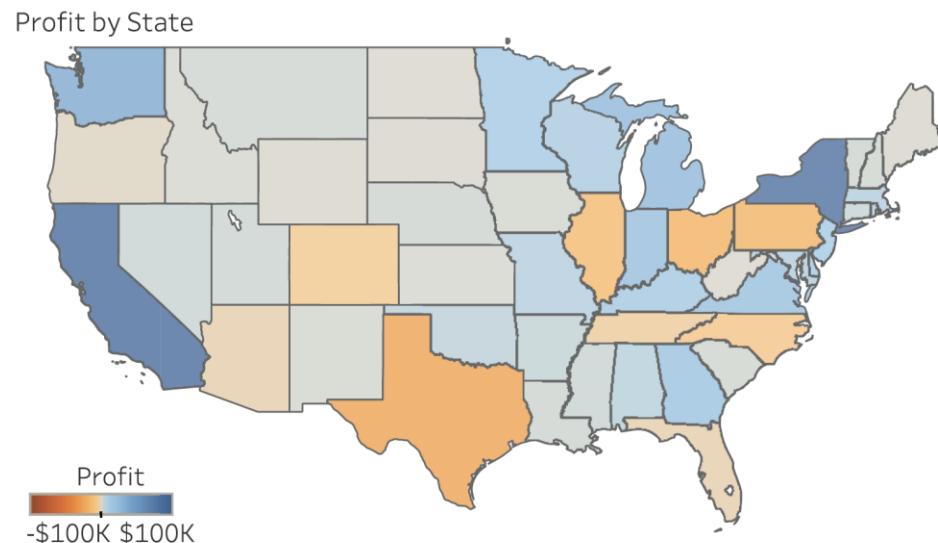
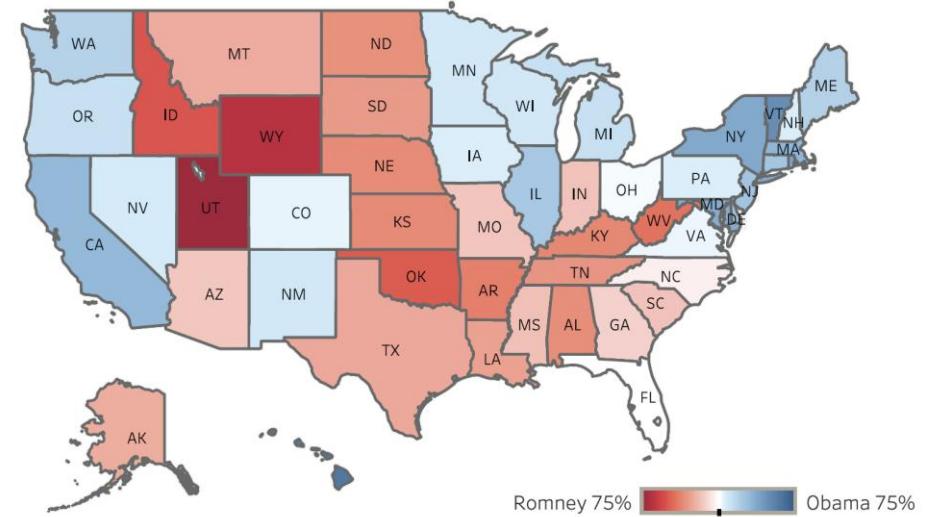
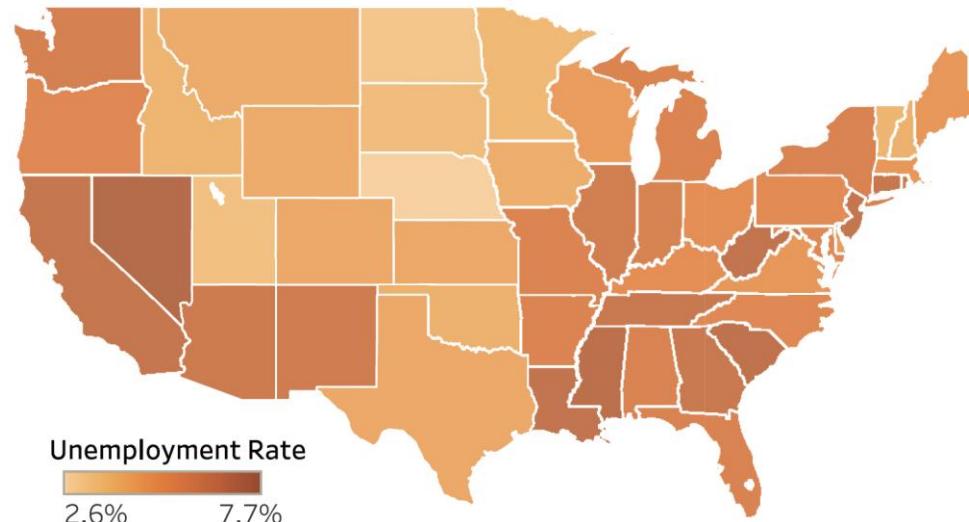
color used to alert or warn reader



Unidad 3. Explotación de almacenes de datos

Ejemplos de uso del color

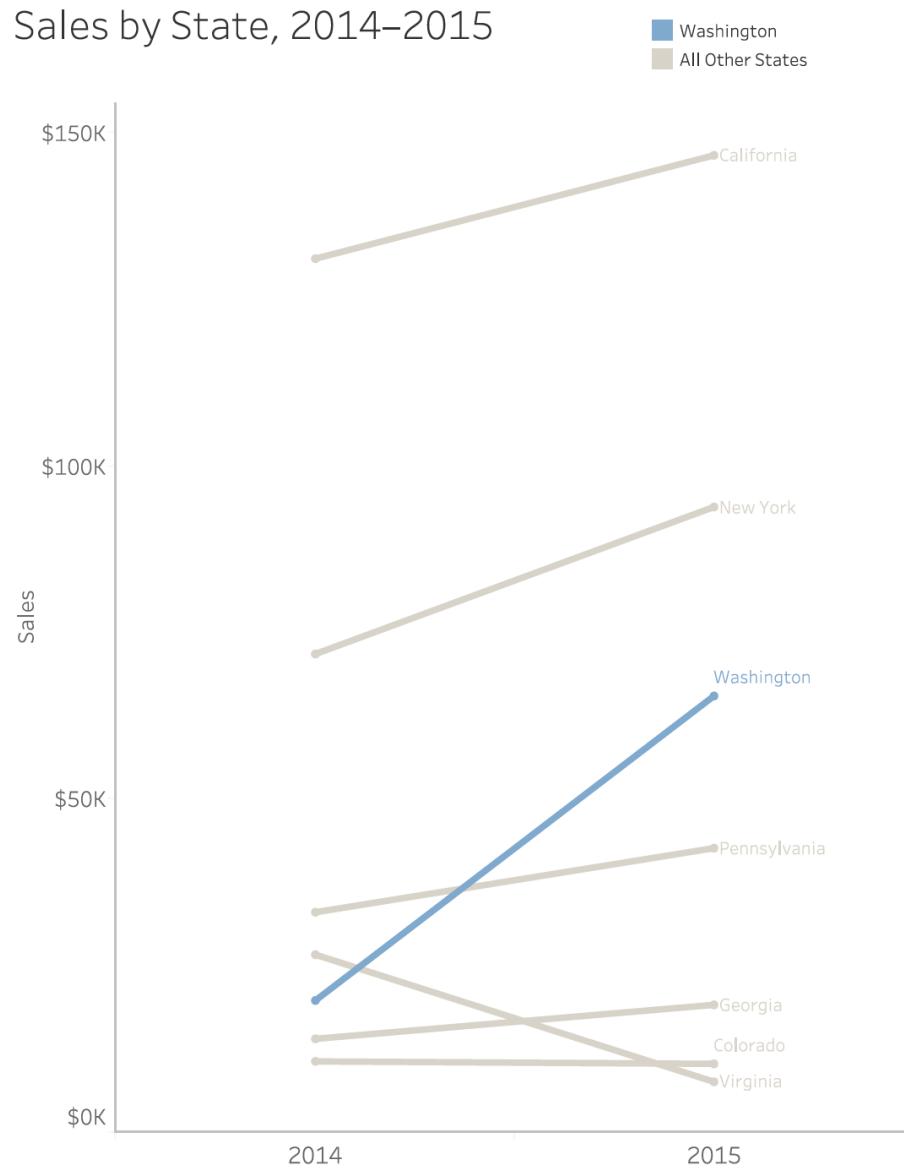
¡Cuidado con un problema común como el daltonismo!



Unidad 3. Explotación de almacenes de datos

Ejemplos de uso del color

Sales by State, 2014–2015



Quantity by Category

Furniture	Furnishings	3,563
	Chairs	2,356
	Tables	1,241
	Bookcases	868
Office Supplies	Binders	5,974
	Paper	5,178
	Storage	3,158
	Art	3,000
	Appliances	1,729
	Labels	1,400
	Fasteners	914
	Envelopes	906
	Supplies	647
Technology	Phones	3,289
	Accessories	2,976
	Machines	440
	Copiers	234

ACTUAL VS. EXPECTED



14-DAY TREND



LAST INSPECTION

3 days

19 days

2 days

7 days

13 days



83 %

86 %

90 %

92 %

97 %



Unidad 3. Explotación de almacenes de datos

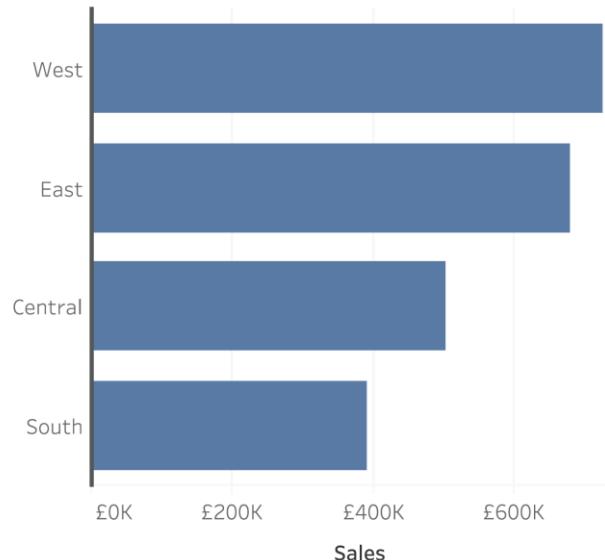
TIPOS DE GRÁFICAS



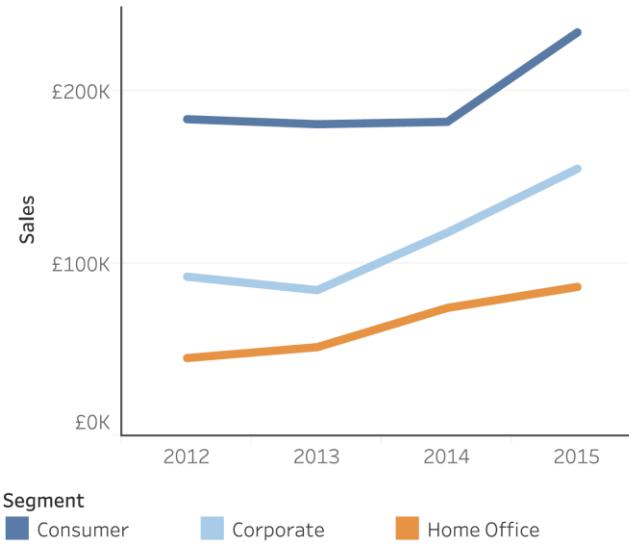
Unidad 3. Explotación de almacenes de datos

Lista corta de gráficas comunes

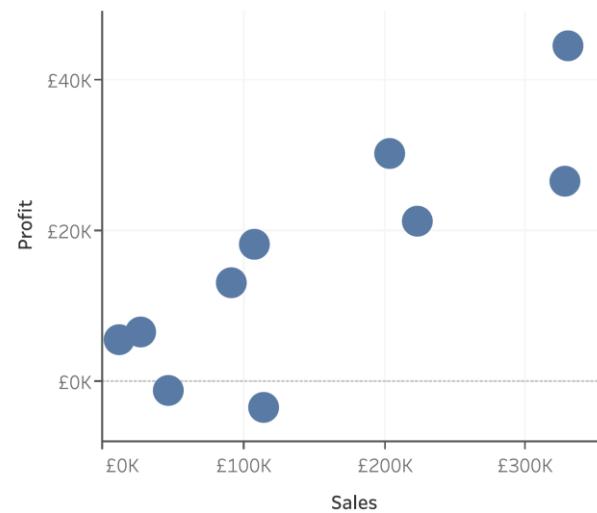
Bar Chart



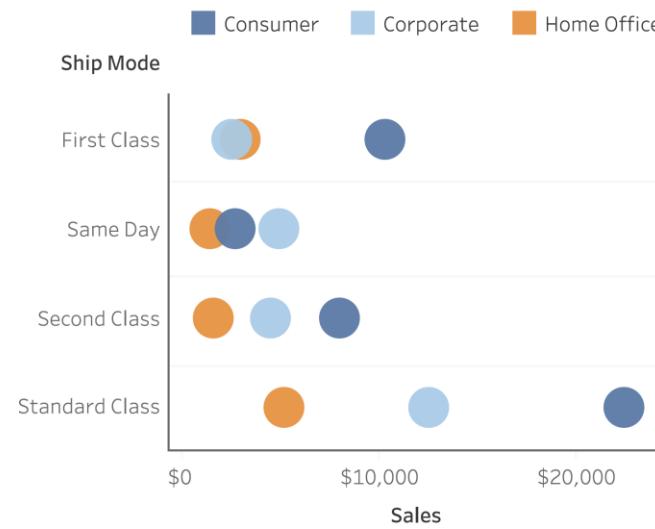
Time-Series Line Chart



Scatterplot

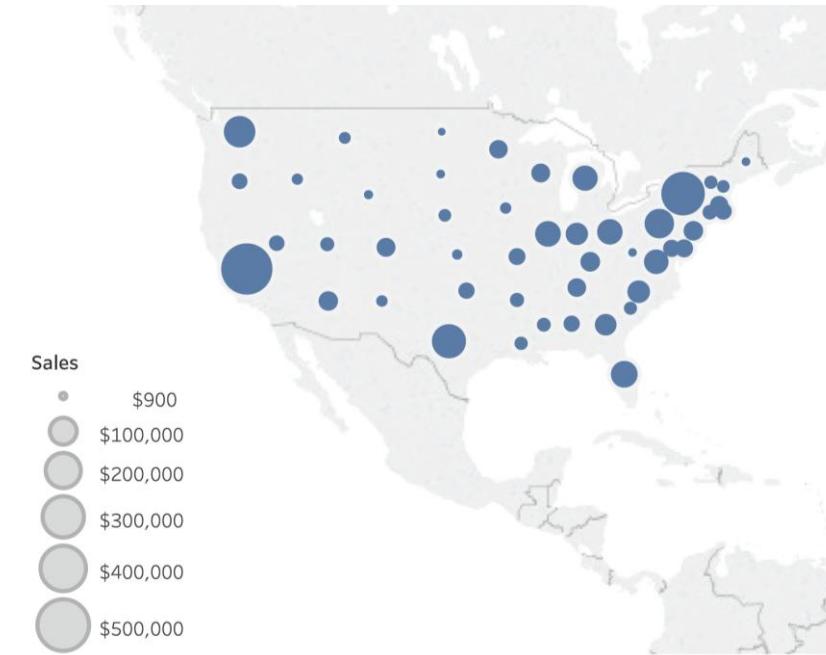
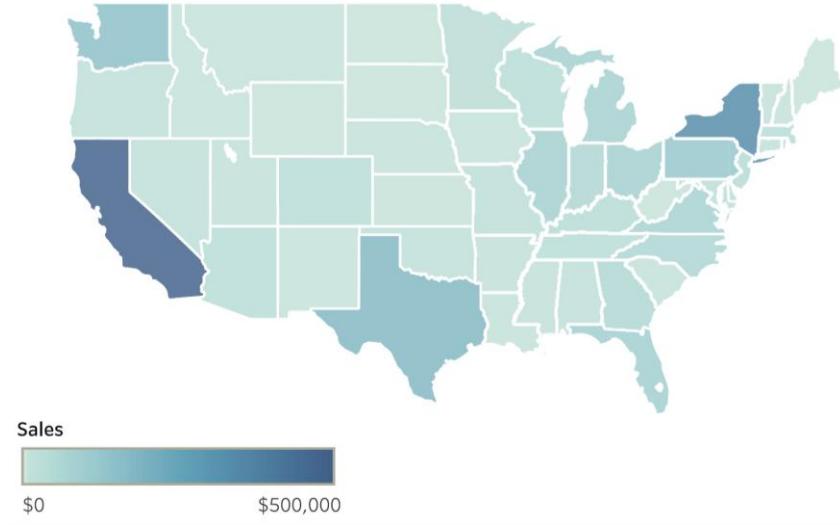


Dot Plot



Unidad 3. Explotación de almacenes de datos

Lista corta de gráficas comunes

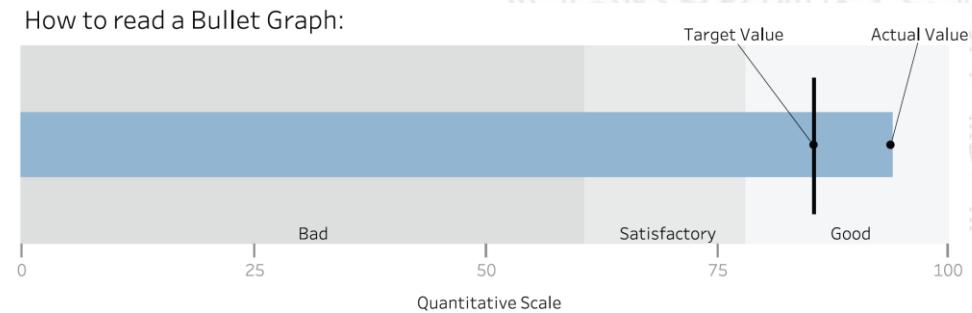


Highlight Table

\$111K	\$131K	\$138K	\$154K
\$132K	\$117K	\$157K	\$215K
\$77K	\$68K	\$79K	\$106K

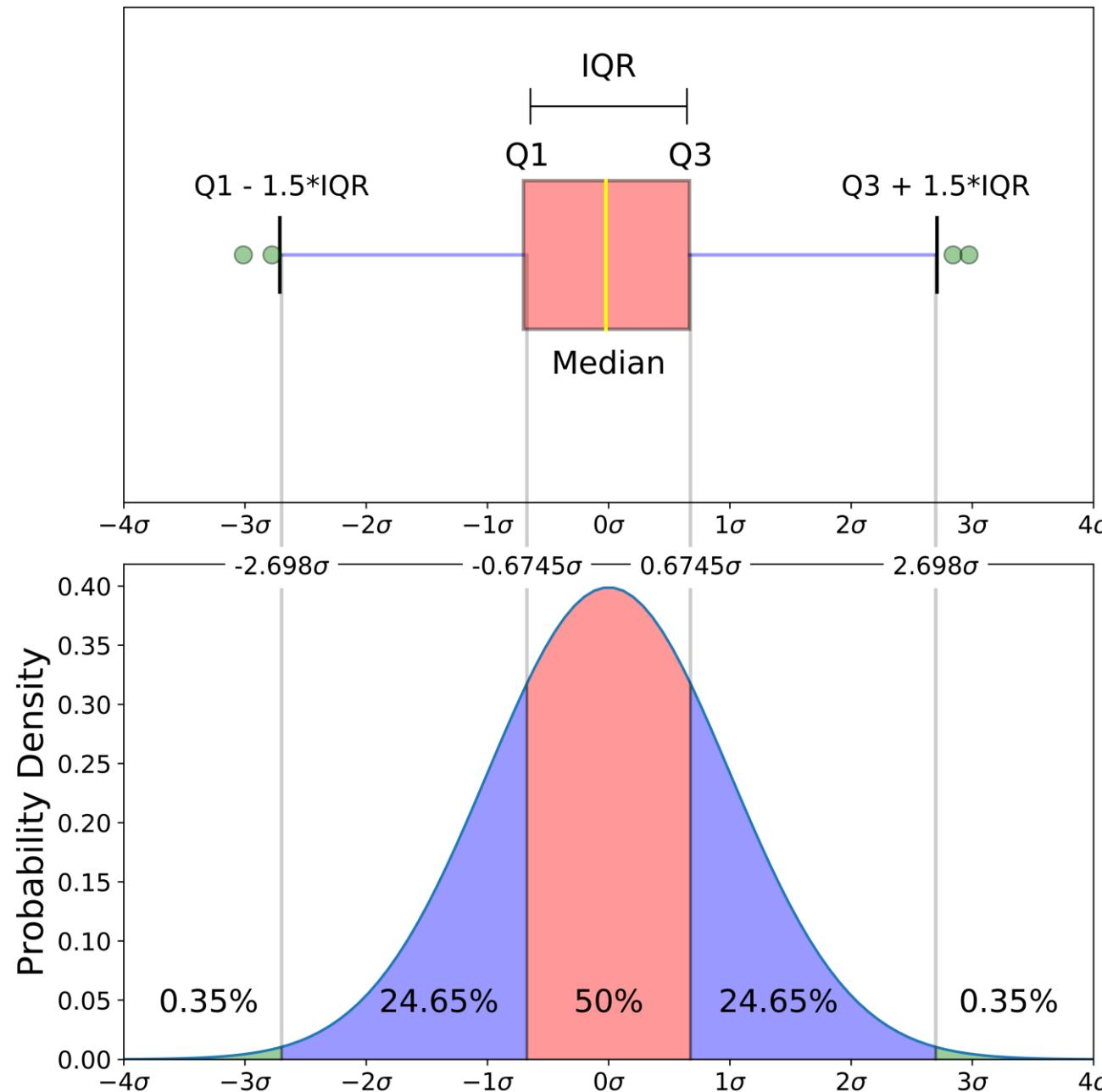
Bullet Graph

How to read a Bullet Graph:



Unidad 3. Explotación de almacenes de datos

Lista corta de gráficas comunes



Unidad 3. Explotación de almacenes de datos

Diseño de gráficas

“Una imagen vale más que mil palabras”

2009 Sales (thousands of U.S. \$)													
Region	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Domestic	1,983	2,343	2,593	2,283	2,574	2,838	2,382	2,634	2,938	2,739	2,983	3,493	31,783
International	574	636	673	593	644	679	593	139	599	583	602	690	7,005
Total	2,557	2,979	3,266	2,876	3,218	3,517	2,975	2,773	3,537	3,322	3,585	4,183	38,788

Copyright status: Unknown (pending investigation). See section "Exceptions" in the [copyright terms](#) below.

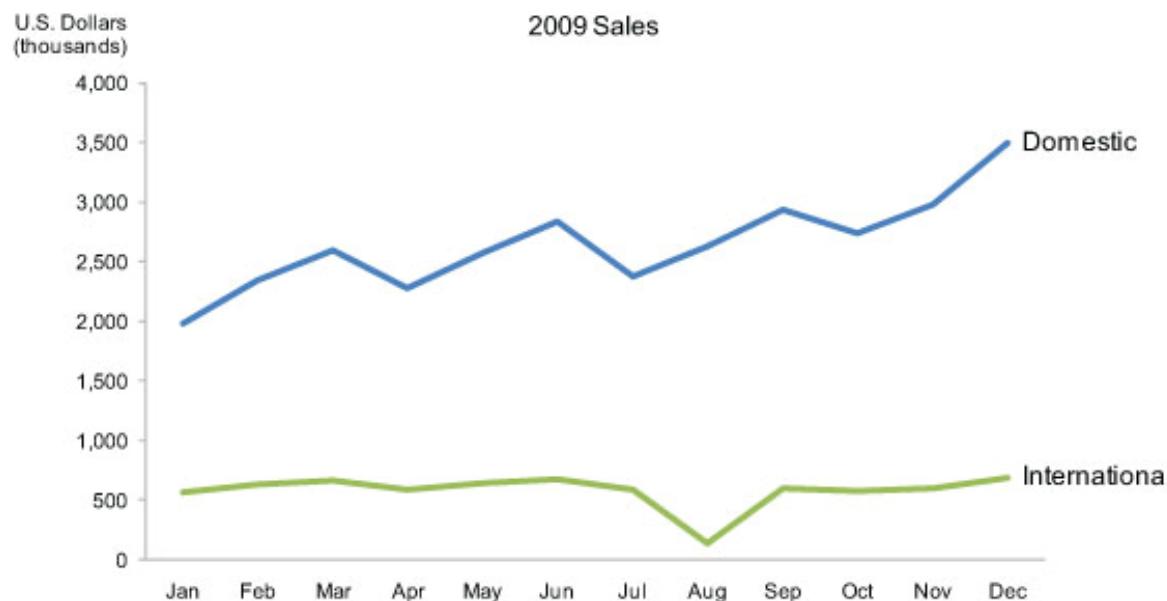


Figure 35.2

Copyright status: Unknown (pending investigation). See section "Exceptions" in the copyright terms below.
No higher resolution available

Unidad 3. Explotación de almacenes de datos

Distintos diseños

“Una imagen vale más que mil palabras... pero”

Region	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Domestic	1,983	2,343	2,593	2,283	2,574	2,838	2,382	2,634	2,938	2,739	2,983	3,493	31,783
International	574	636	673	593	644	679	593	139	599	583	602	690	7,005
Total	2,557	2,979	3,266	2,876	3,218	3,517	2,975	2,773	3,537	3,322	3,585	4,183	38,788

Copyright status: Unknown (pending investigation). See section "Exceptions" in the copyright terms below.

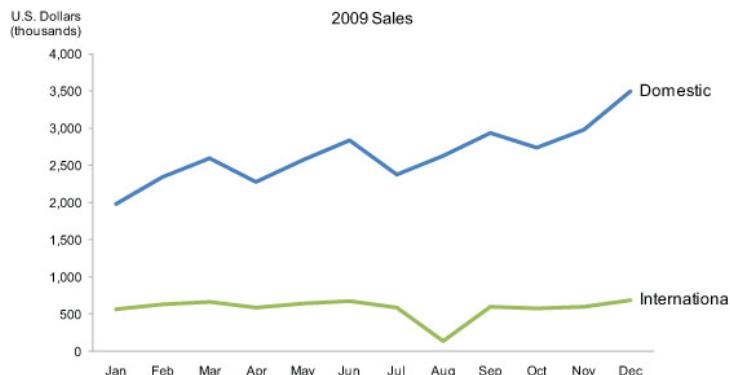


Figure 35.2

Copyright status: Unknown (pending investigation). See section "Exceptions" in the copyright terms below.
No higher resolution available

Causes of Death	Deaths per Year
Heart disease	616,067
Cancer	562,875
Stroke (cerebrovascular diseases)	135,952
Chronic lower respiratory diseases	127,924
Accidents (unintentional injuries)	123,706
Alzheimer's disease	74,632
Diabetes	71,382
Influenza and Pneumonia	52,717
Nephritis, nephrotic syndrome, and nephrosis	46,448
Septicemia	34,828
All other causes	577,181
Total	2,423,712

Figure 35.6

Copyright status: Unknown (pending investigation). See section "Exceptions" in the copyright terms below.
No higher resolution available

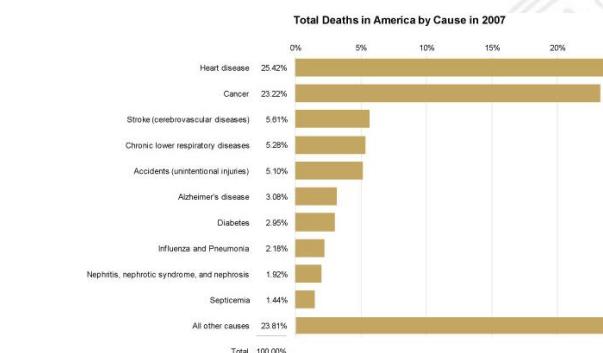
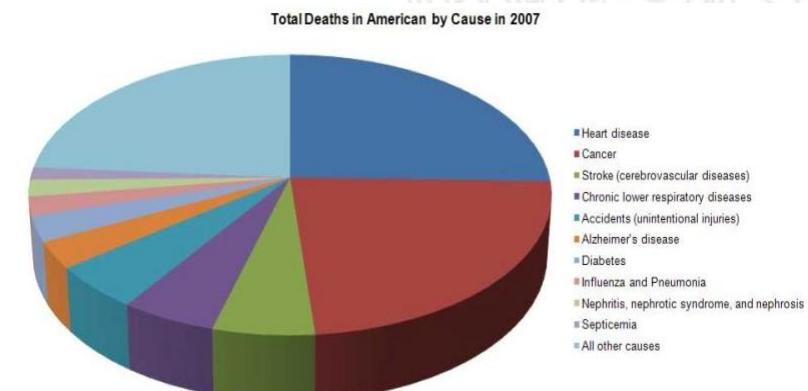


Figure 35.8

Copyright status: Unknown (pending investigation). See section "Exceptions" in the copyright terms below.
No higher resolution available



Unidad 3. Explotación de almacenes de datos

Distintos diseños

- ~~“Una imagen vale más que mil palabras”~~
- “A veces, una imagen vale más que mil palabras”

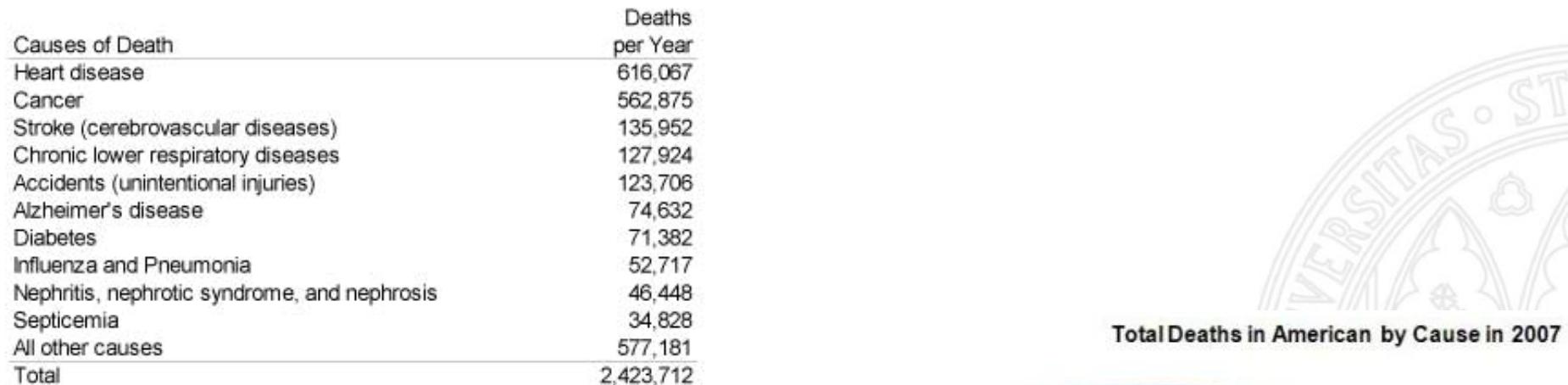


Figure 35.6

Copyright status: Unknown (pending investigation). See section "Exceptions" in the copyright terms below.
No higher resolution available

Unidad 3. Explotación de almacenes de datos

Requisitos de las gráficas

- Supongamos estos requisitos:
 1. Valorar relaciones entre partes (parte-a-parte, parte-a-todo)
 2. Representar las cantidades de forma exacta
 3. Permitir comparar cantidades fácilmente
 4. Ver el orden del ranking
 5. Hacer obvio cómo debería la gente usar la información

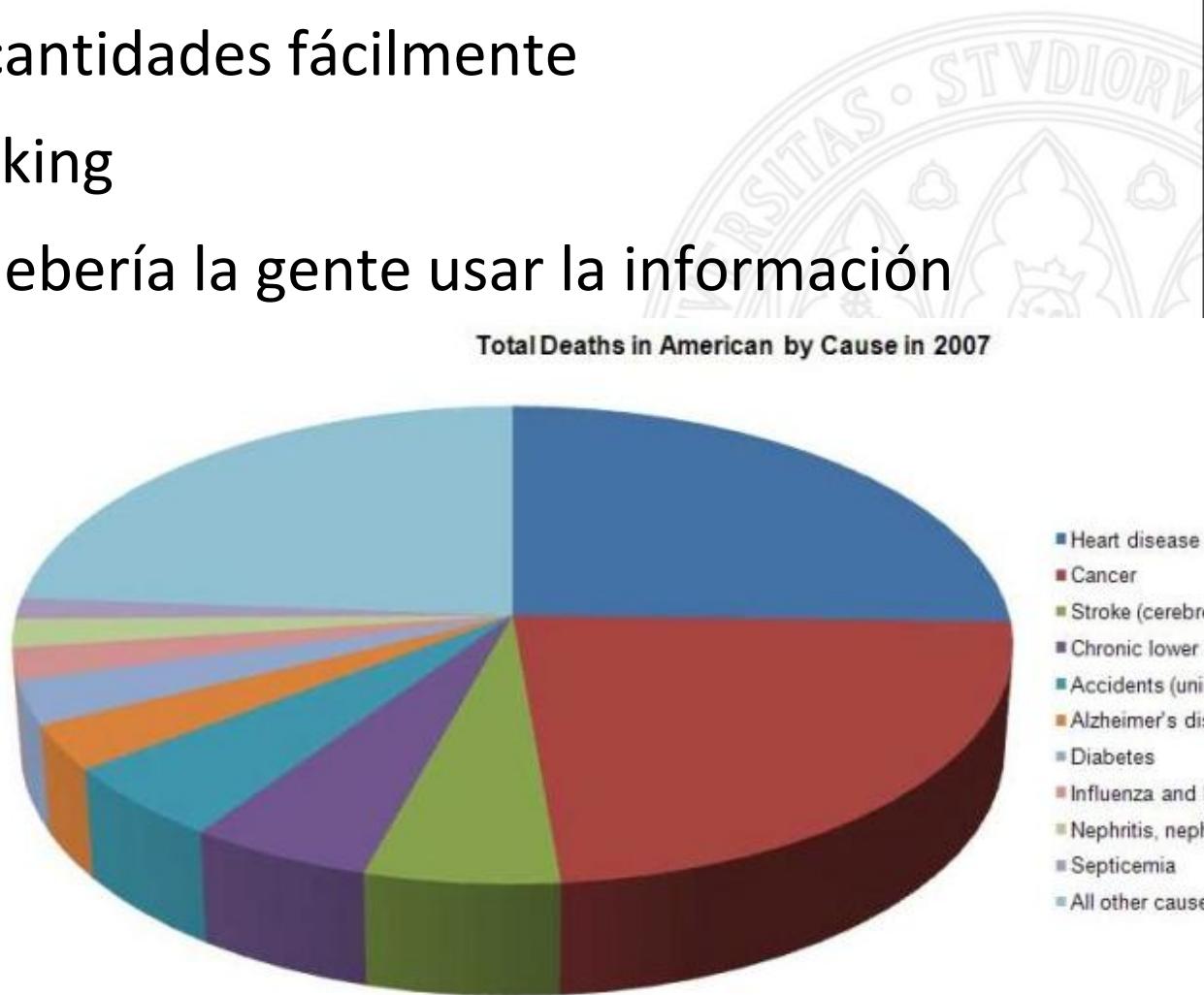


Unidad 3. Explotación de almacenes de datos

Requisitos de las gráficas

Esta gráfica de tarta

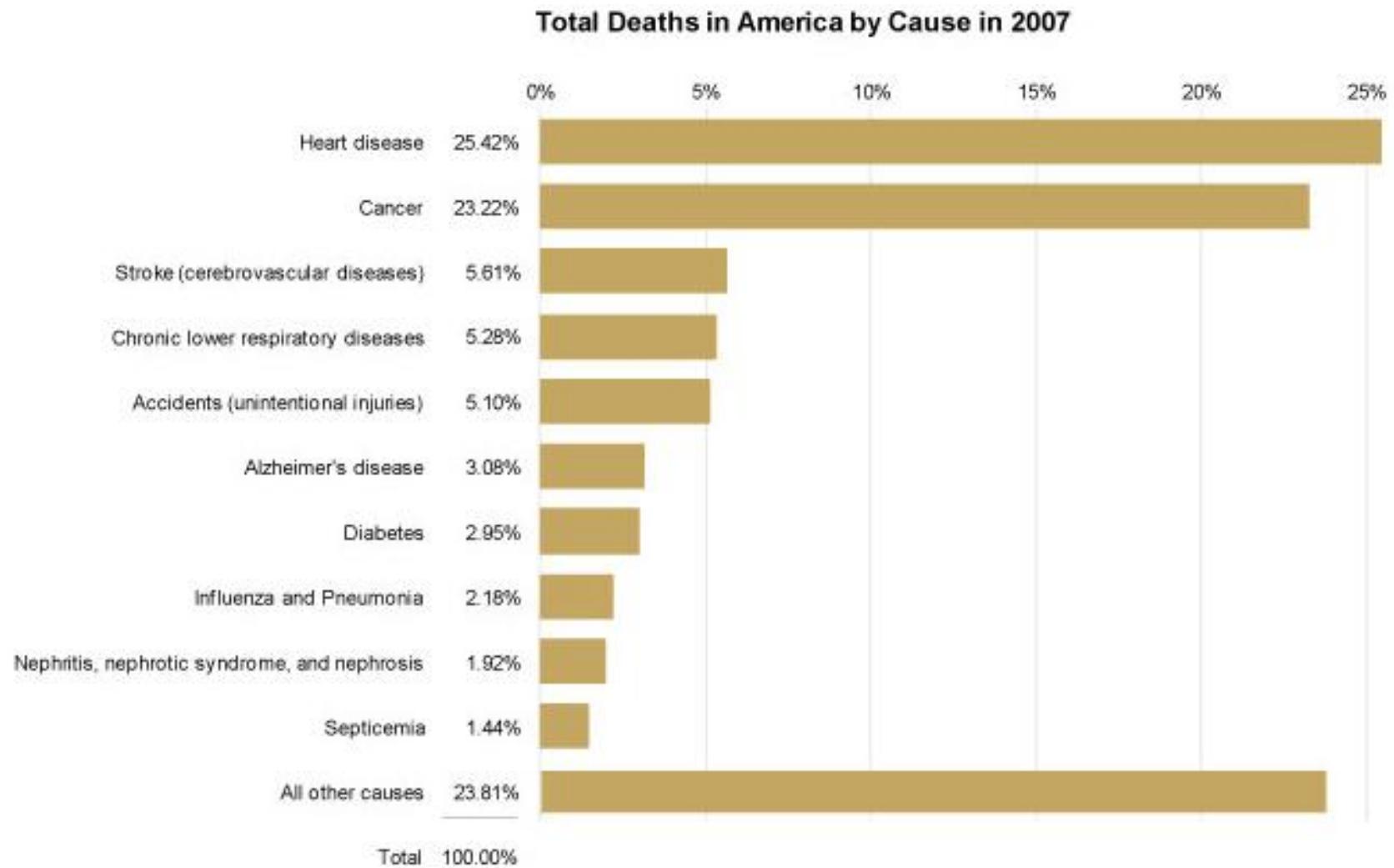
- ✓ 1. Valorar relaciones entre partes (parte-a-parte, parte-a-todo)
- ✗ 2. Representar las cantidades de forma exacta
- ✗ 3. Permitir comparar cantidades fácilmente
- ✗ 4. Ver el orden del ranking
- ✓ 5. Hacer obvio cómo debería la gente usar la información



Unidad 3. Explotación de almacenes de datos

Requisitos de las gráficas

- ~~“Una imagen vale más que mil palabras”~~
- “A veces, una imagen vale más que mil palabras”

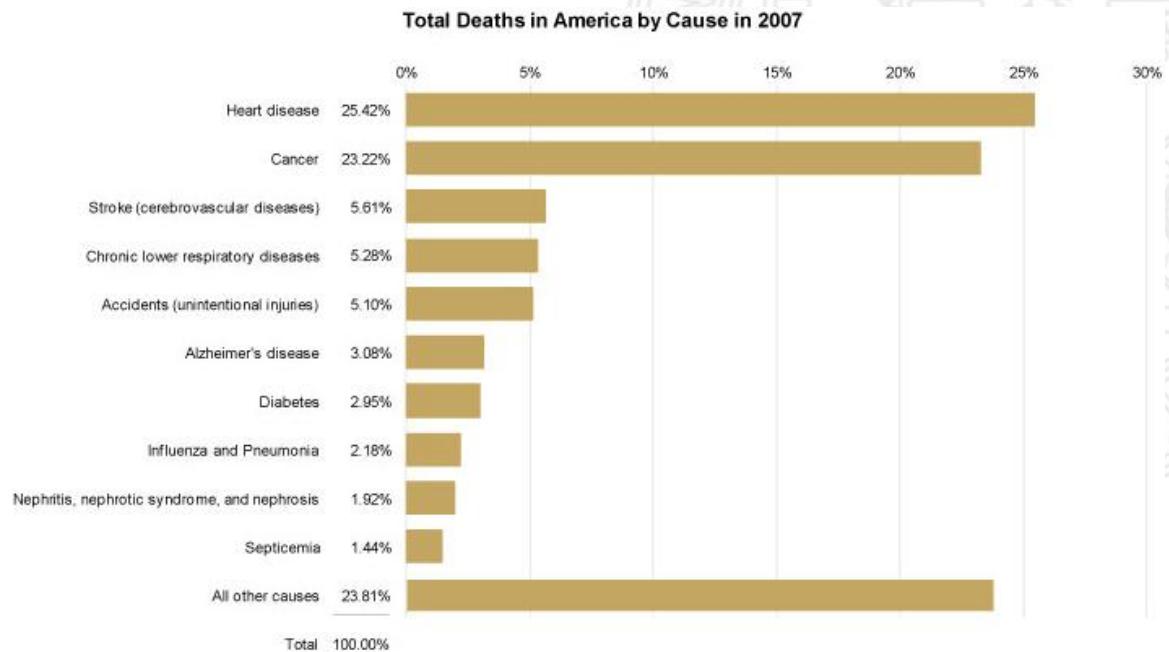


Unidad 3. Explotación de almacenes de datos

Requisitos de las gráficas

Esta gráfica de tarta

- ✓ 1. Valorar relaciones entre partes (parte-a-parte, parte-a-todo)
- ✓ 2. Representar las cantidades de forma exacta
- ✓ 3. Permitir comparar cantidades fácilmente
- ✓ 4. Ver el orden del ranking
- ✓ 5. Hacer obvio cómo debería la gente usar la información



Unidad 3. Explotación de almacenes de datos

Mejorando el diseño

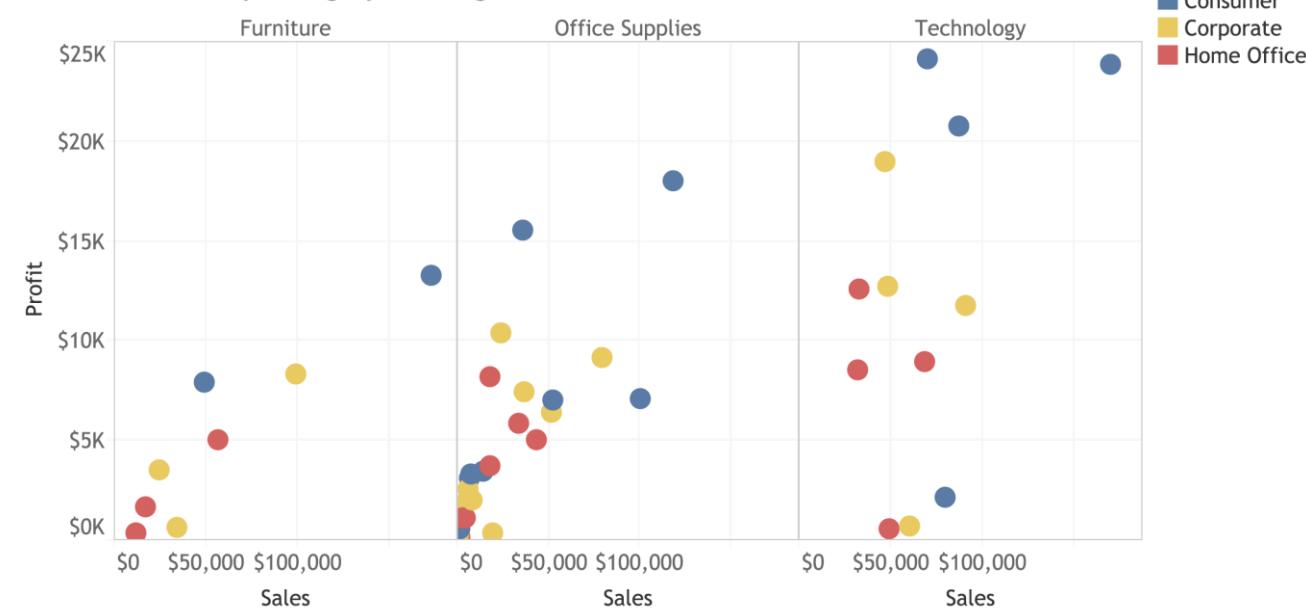
Sales and Profit by Category and Segment



Segment
Consumer
Corporate
Home Office
Category
● Furniture
◆ Office Supplies
■ Technology



Sales and Profit by Category and Segment



Segment
Consumer
Corporate
Home Office

Unidad 3. Explotación de almacenes de datos

Mejorando el diseño

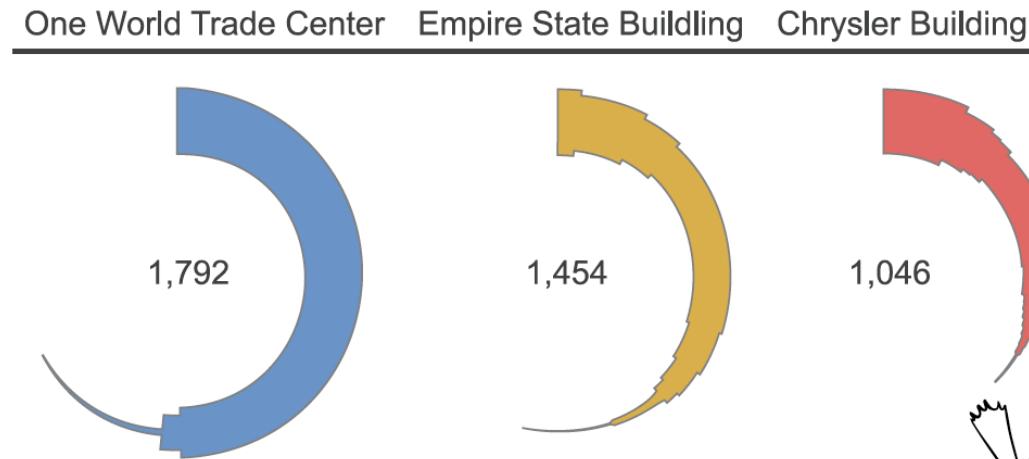
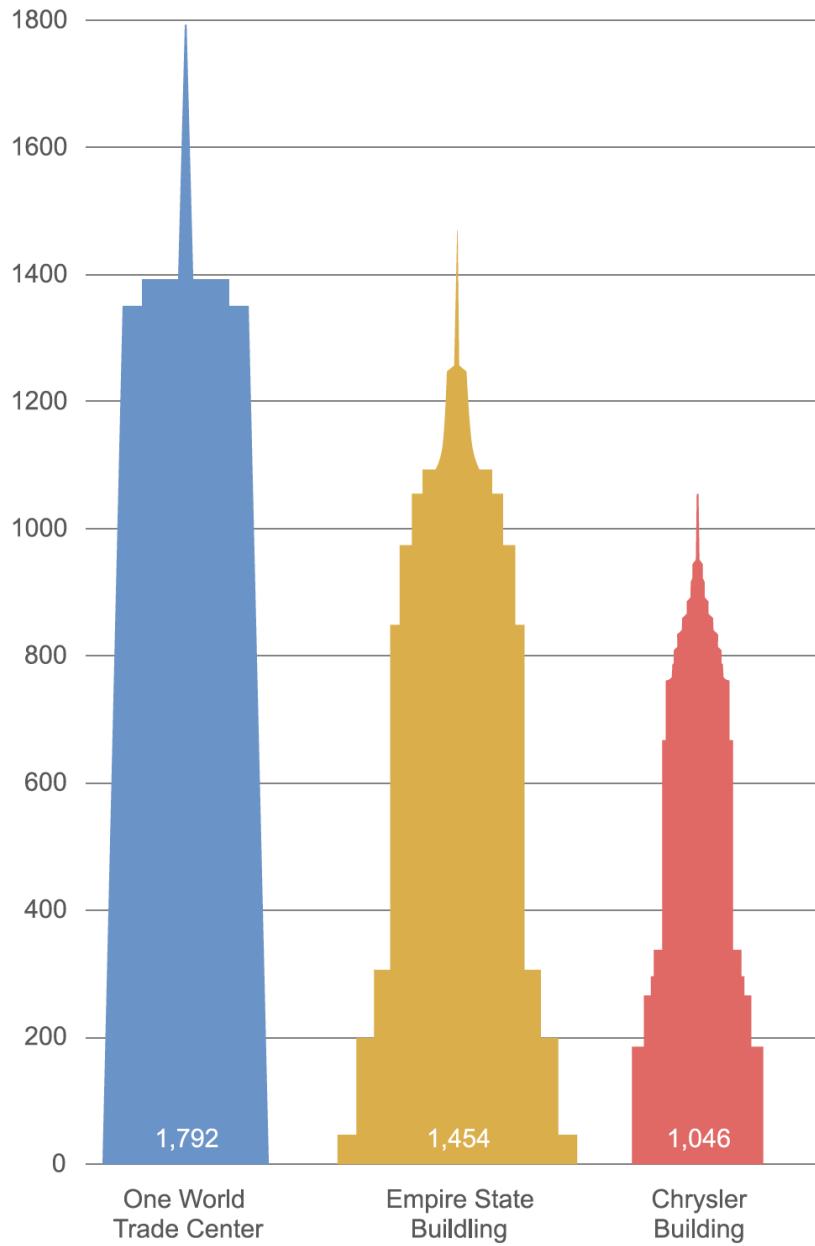
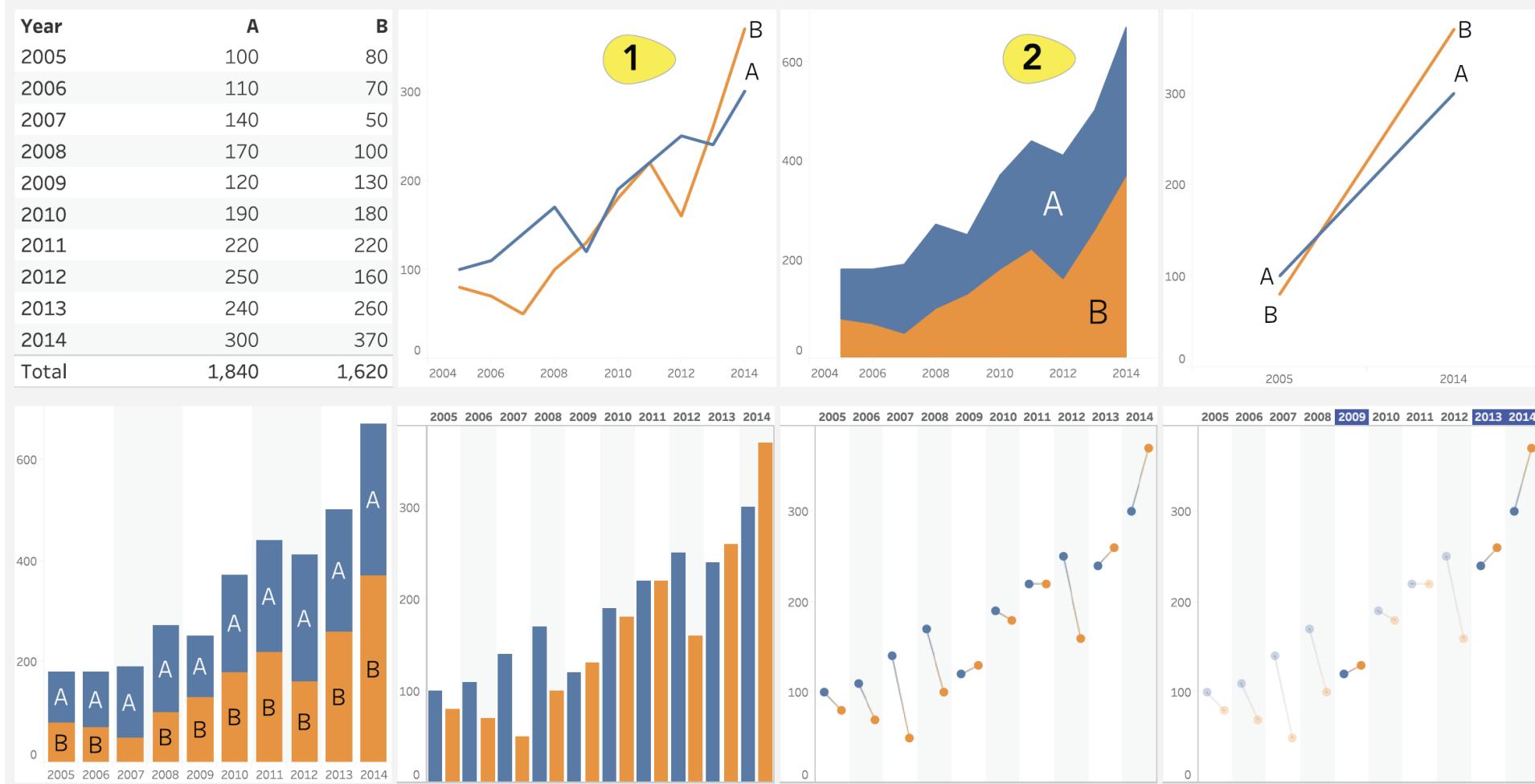


FIGURE 1.49 Three large buildings twisted into semicircles.

Unidad 3. Explotación de almacenes de datos

Mejorando el diseño

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total
A	100	110	140	170	120	190	220	250	240	300	1,840
B	80	70	50	100	130	180	220	160	260	370	1,620



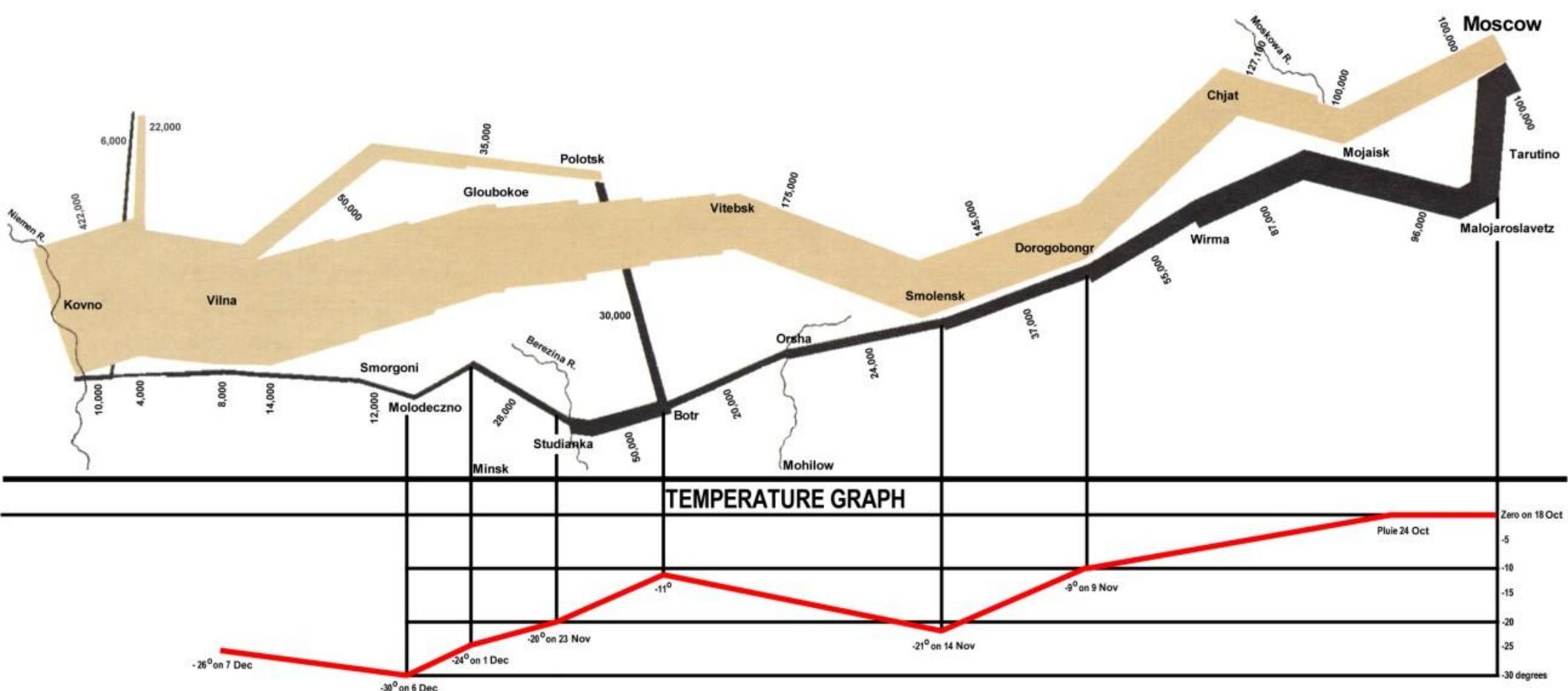
Unidad 3. Explotación de almacenes de datos

GRÁFICOS ESPECIALIZADOS



Unidad 3. Explotación de almacenes de datos

Campaña de Napoleón



Napoleon's failed Russian campaign of 1812 by Charles Minard
By John Scheider.

Unidad 3. Explotación de almacenes de datos

Jugadores de beisbol

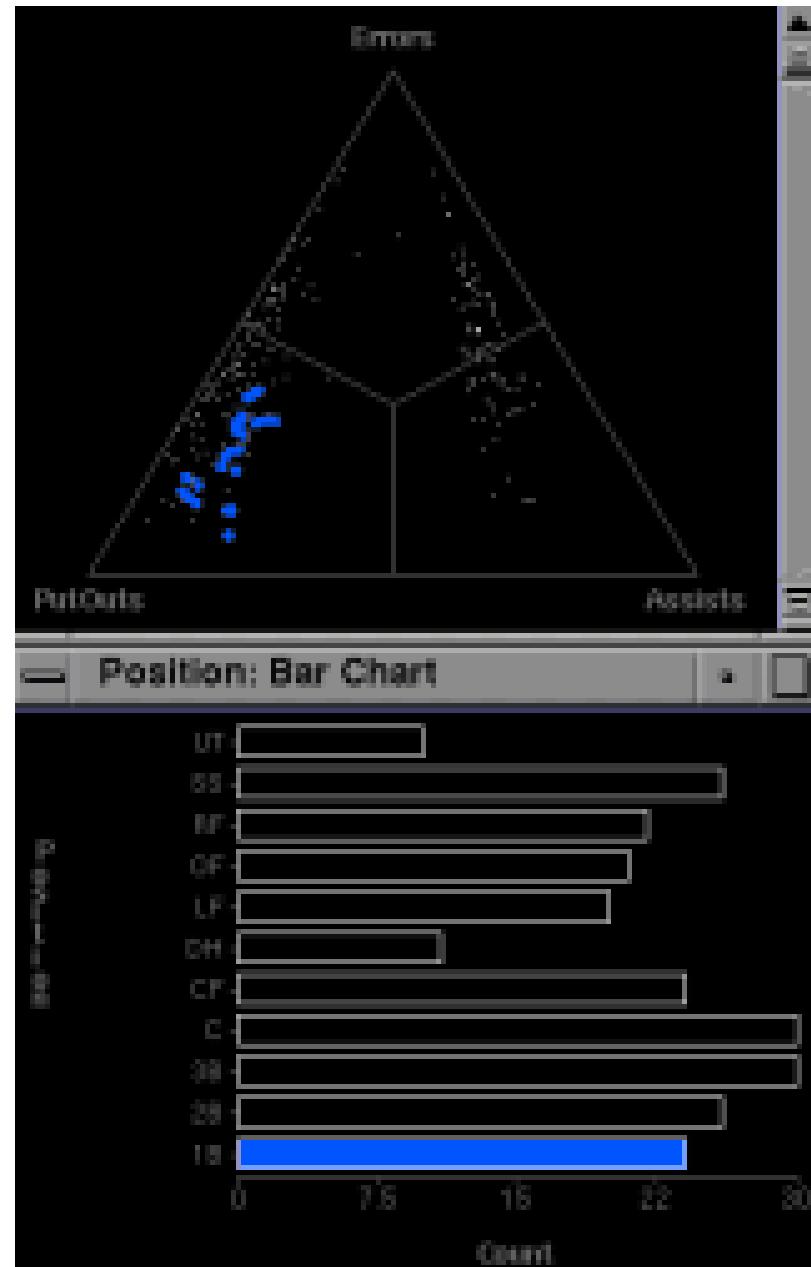
Interactive multiple plots

“Study of Baseball players.”

Top: Triplot of variables Errors,
PutOuts and Assists (players with
exact average ratio at center).

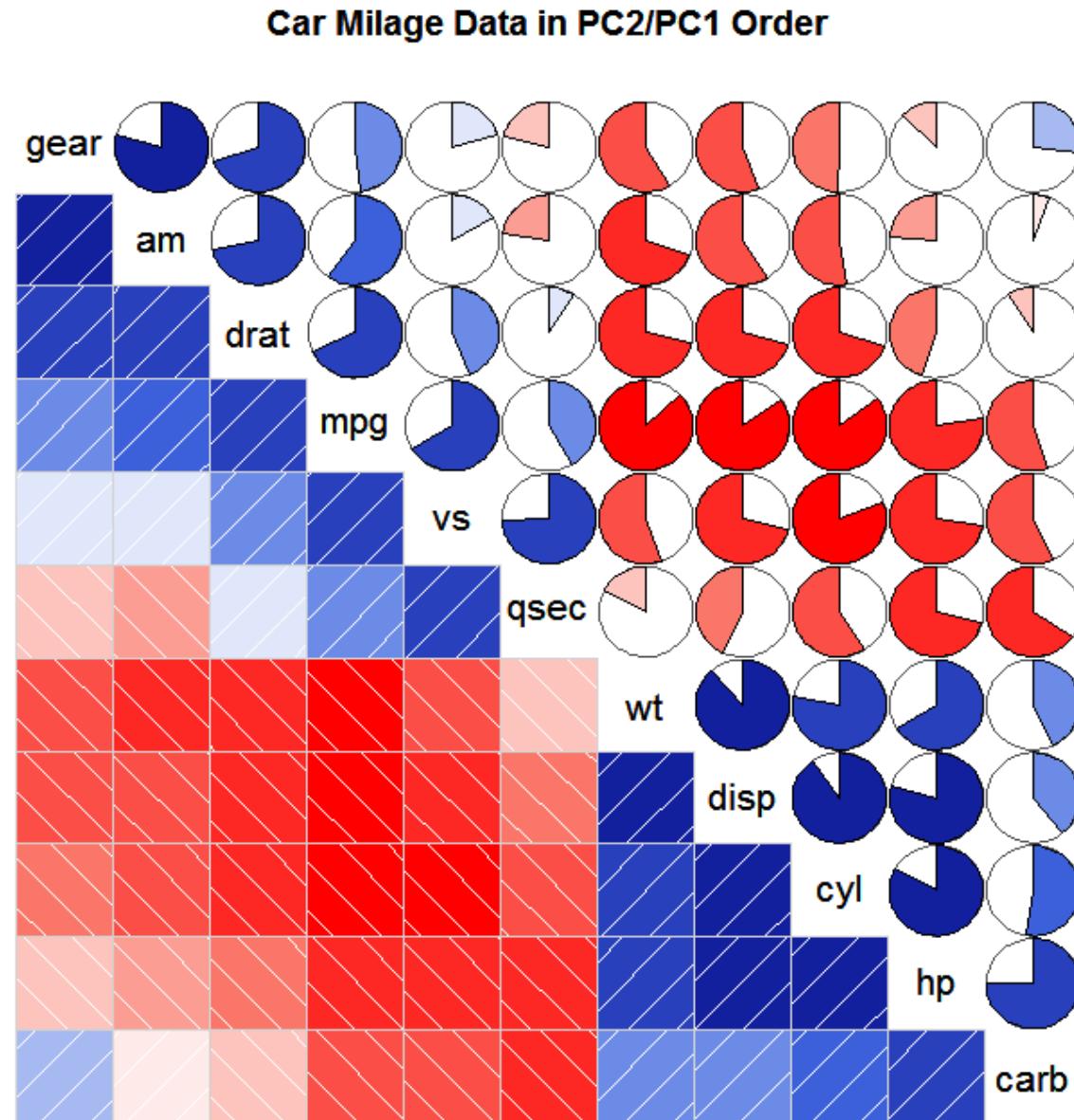
Bottom: bar chart of fielding positions.

http://www.datavis.ca/gallery/iconics/bb_anim.gif



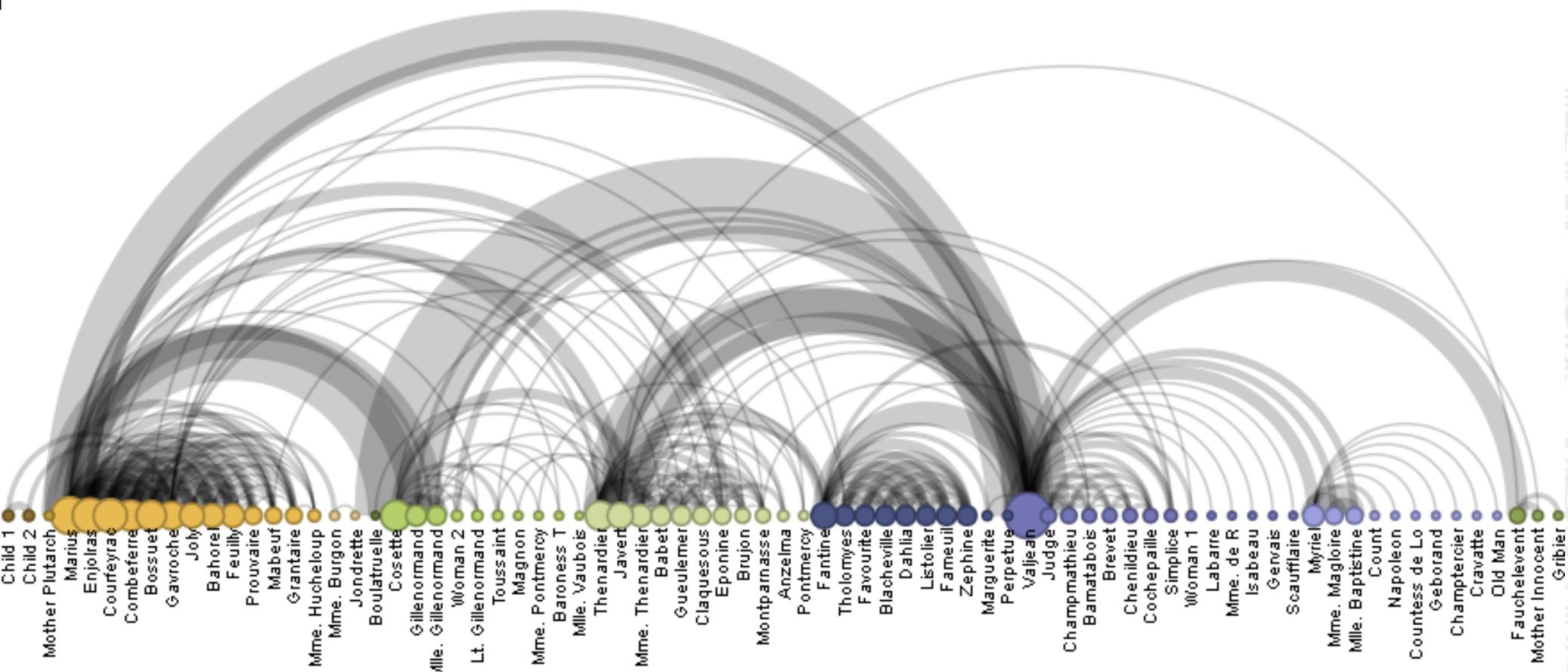
Unidad 3. Explotación de almacenes de datos

Corrgrams



Unidad 3. Explotación de almacenes de datos

Diagrama de arco



Protevis arc diagram example: Les Misérables (Victor Hugo) characters

David McCandless: TED Talk y web

- David McCandless: La belleza de la visualización de datos (18')

https://www.ted.com/talks/david_mccandless_the_beauty_of_data_visualization?language=es

- Muchas imágenes: <https://informationisbeautiful.net/>



Unidad 3. Explotación Reducción de emisiones

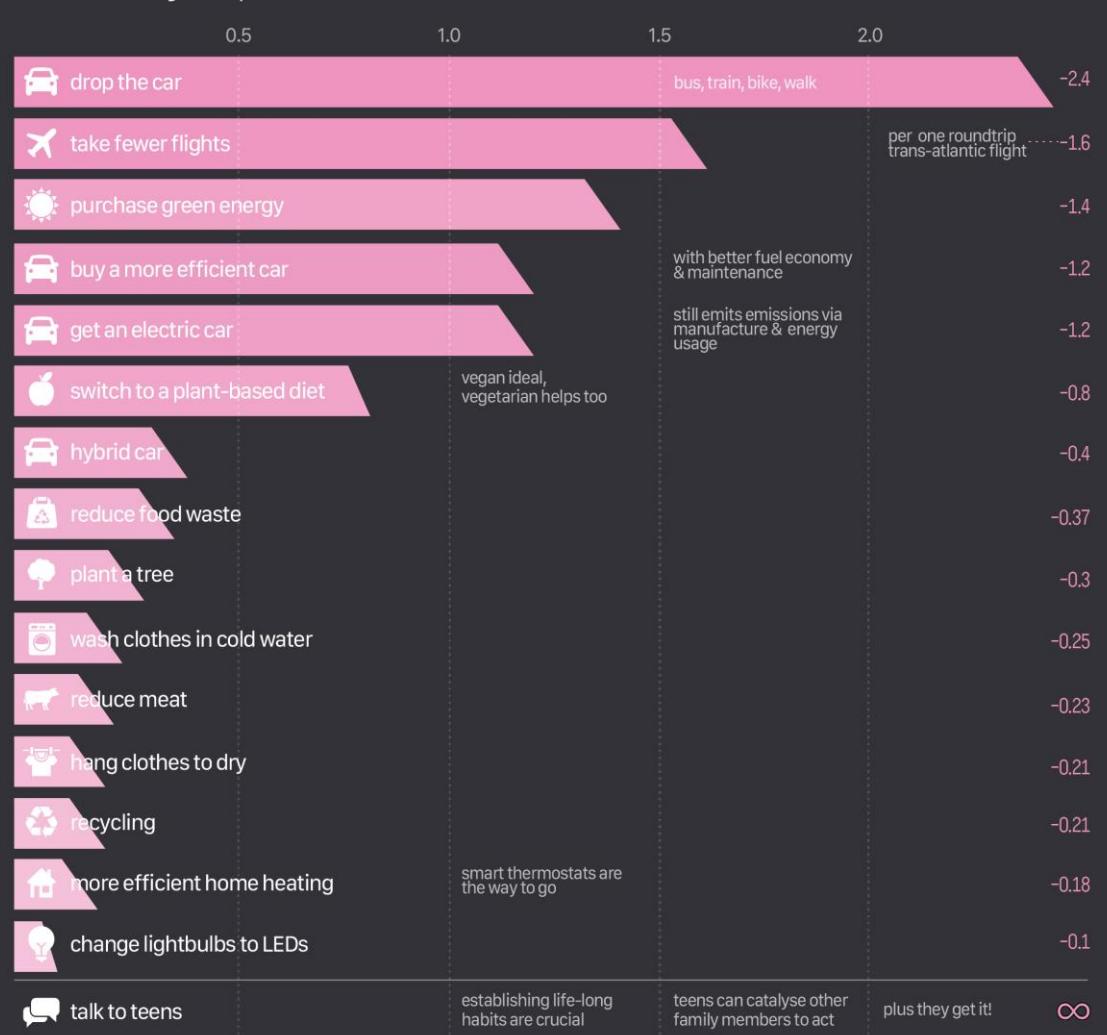
What can we do personally to reduce emissions?

We need to get average yearly global emissions per person down to 2.1 tonnes CO₂e*



* CO₂e = carbon dioxide equivalent = a unit for combining all greenhouse gas emissions in one measure

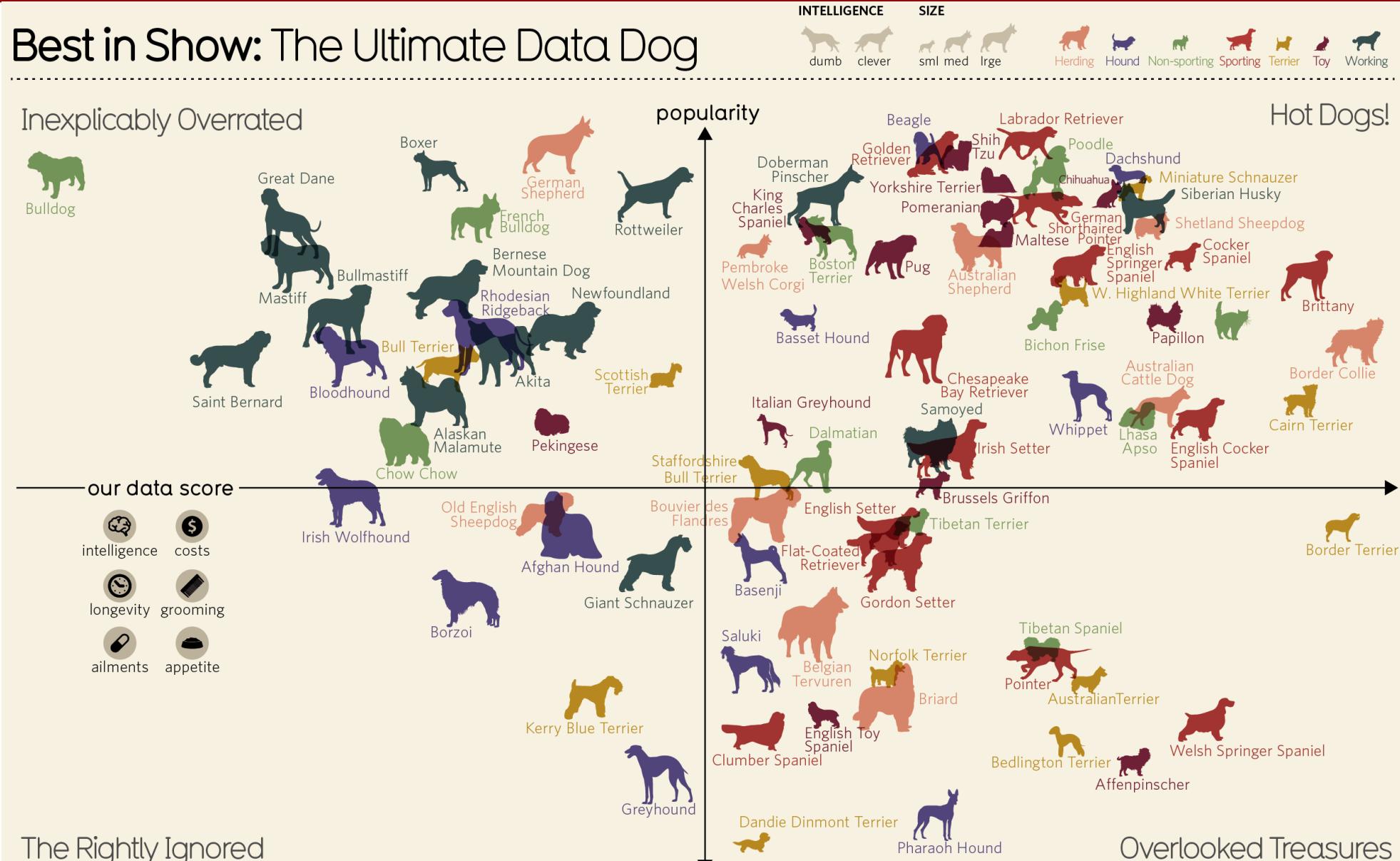
Genuinely Impactful Actions



Unidad 3. Explotación de almacenes de datos

Las razas de perros

Best in Show: The Ultimate Data Dog



Unidad 3. Explotación de la Cafeína y calorías

The Buzz vs The Bulge

Caffeine and calories



David McCandless @mccandlesh // additional illustration: Jez Burrows // v1.0

InformationIsBeautiful.net

average calorie & caffeine counts used
source: Guardian Data Store, Starbucks.co.uk, Calorie-Counter.com

Unidad 3. Explotación de almacenes de datos

INFOGRÁFICOS



¿Qué es un infográfico?

- Potencialmente confundido con las visualizaciones de datos
- También se pueden usar con frecuencia en business intelligence
- No son completamente diferentes pero tampoco es lo mismo
 - Ambos tienen representaciones de datos
- La diferencia clave es que los infográficos contienen múltiples visualizaciones y elementos adicionales como narrativa
 - Tienden a ser más atractivos estéticamente

Comparación infográficos y visualización datos

	Infographics	Data visualizations
Complexity	Generally quite simple, broad audience	Vary greatly in complexity
Narrative or storytelling	Usually	No (this is external)
Design and aesthetics	A lot of work goes into the design	Low effort for exploratory analysis, some more for publication
Includes meta data (sources, definitions, units...)	Sometimes	Generally considered to be external (and excluded)
Includes graphics, clipart	Generally yes, to add a visual appeal	Sometimes, but generally based on data visualization libraries
Interactive	Rarely, normally static	Increasingly so, specially with web-based tools
Time effort	Quite demanding	Typically very little time

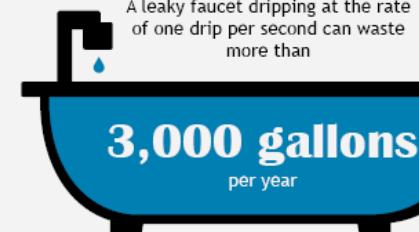
Unidad 3. Explotación de almacenes

Arregla una fuga de agua

THE FACTS ON LEAKS



percent of homes have
leaks that waste 90
gallons or more per day



A leaky faucet dripping at the rate
of one drip per second can waste
more than

Did you know?

Minor water leaks account for nearly



1 trillion gallons

of wasted water each year and is equal
to annual household water use in nearly



million homes



A shower leaking at
10 Drips
per minute wastes
more than
500
gallons per year

Repair

Leaks by checking faucet washers
and gaskets for wear and replacing
them if necessary



Replace old toilets with
WaterSense models & save



13,000

gallons of water savings
for the average family

Homeowners
can save



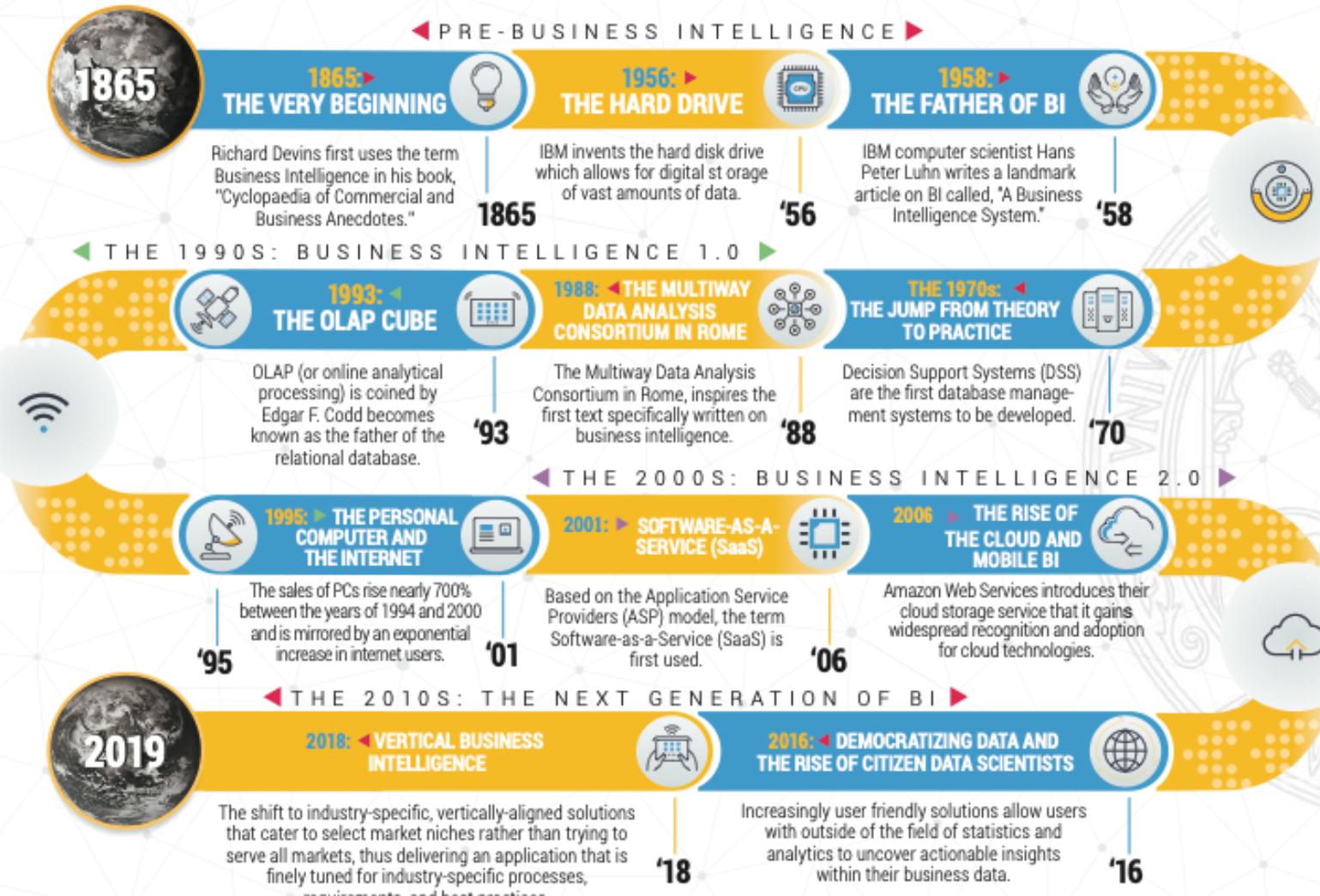
10 percent on their water
bills



Unidad 3. Explotación de almacenes de datos

La historia de business intelligence

The History of Business Intelligence & Its Evolution



Unidad 3. Explotación de almacenes de datos

Referencias de visualización de datos

Few, Stephen (2013): Data Visualization for Human Perception. In: Soegaard, Mads and Dam, Rikke Friis (eds.). "The Encyclopedia of Human-Computer Interaction, 2nd Ed.". Aarhus, Denmark: The Interaction Design Foundation.

Few, S. (2006). Information dashboard design: The effective visual communication of data. O'Reilly Media, Inc.

Wexler, S., Shaffer, J., & Cotgreave, A. (2017). The big book of dashboards: visualizing your data using real-world business scenarios. John Wiley & Sons.

Michael Friendly (York University): Gallery of Data Visualization. <http://www.datavis.ca/>

<https://informationisbeautiful.net/>

http://www.interaction-design.org/encyclopedia/data_visualization_for_human_perception.html