

# METODOLOGÍAS de INVESTIGACIÓN y REDACCIÓN de TESIS y ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

Sergio Nesmachnow

Universidad de la República, Uruguay



## Hoja de ruta

1. El proceso de investigación científica
2. Redacción de informes, monografías y tesis
3. Presentación y recursos gráficos
4. Redacción de artículos científicos
5. Citas y referencias bibliográficas
6. Latex y reseñas de trabajos relacionados
7. Evaluación y reporte de resultados
8. **Gráficos**
9. Casos de estudio



8



UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY

# Gráficos

## Gráficos

- Herramientas muy útiles para presentar resultados que varían en el tiempo, o que están agrupados por clases o categorías
- El objetivo del gráfico es presentar **información importante** de un modo **sencillo** y **visualmente atractivo**
  - Se debe lograr presentar la información relevante de modo concreto y conciso, que quede fácilmente identificable y de una manera que sea atractiva para el lector
- El gráfico es un “gancho” para llamar la atención sobre un resultado o grupo de resultados importantes
- **No sustituye** a los reportes de valores numéricos completos y detallados, que se deben realizar en tablas
  - El gráfico debe estar destinado a mostrar tendencias o valores genéricos, no a reportar valores numéricos específicos

## Normas generales

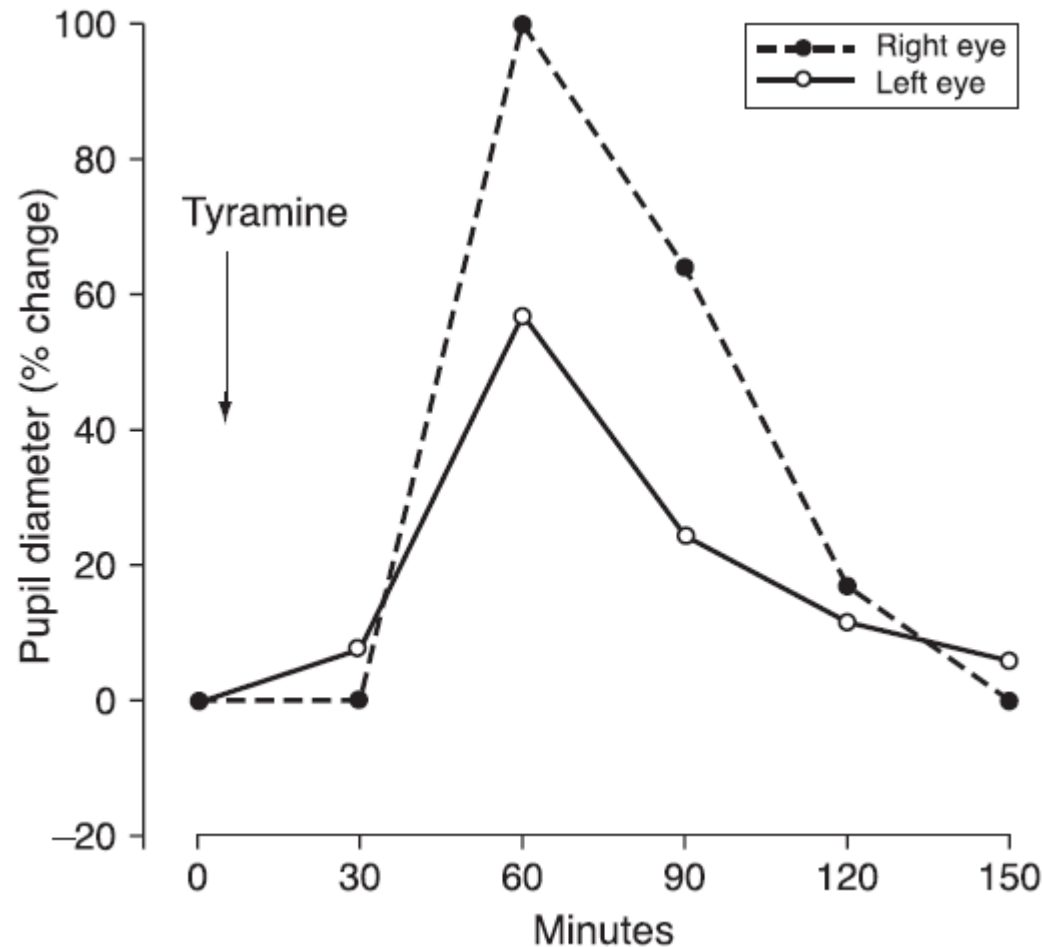
1. El gráfico debe ser autoexplicativo y simple de comprender
  - Explicaciones adicionales pueden incluirse en el pie de figura o en el párrafo que referencia al gráfico en el cuerpo del documento
2. Todos los elementos del gráfico deben estar explicados
  - El significado de cada elemento debe estar explicado y ser simple de comprender
3. No deben incluirse elementos superfluos
4. Todos los elementos incluidos deben ser **distinguibles, entendibles, perfectamente visibles y legibles**

## Regla fundamental

- Regla fundamental del diseño eficiente de gráficos (Edward Tufte): **minimizar la relación (ratio) entre tinta y datos**
- Versión “gráfica” del consejo de Strunk and White para redacción:
  - "A sentence should contain no unnecessary words, a paragraph no unnecessary sentences for the same reason that a drawing should contain no unnecessary lines and a machine no unnecessary parts"
- Referencias web para el contenido:
  - <http://lilt.ilstu.edu/gmklass/pos138/datadisplay/badchart.htm>
  - <http://lilt.ilstu.edu/gmklass/pos138/datadisplay/sections/goodcharts.htm>
  - [https://www.biostat.wisc.edu/~kbroman/topten\\_worstgraphs/](https://www.biostat.wisc.edu/~kbroman/topten_worstgraphs/)

## El gráfico de líneas

- Utilizado para reportar variación respecto a **valores continuos** de la variable independiente



## El gráfico de líneas

- El gráfico previo tiene dos defectos comunes
  1. Las curvas se distinguen por dos tipos de elementos: tipo de línea y símbolo [o rótulo] de datos
    - Cualquiera de los dos es suficiente por si mismo
    - Se presenta información que hace al lector dudar de su significado y de su relevancia
  2. Las curvas se identifican por una clave o nombre de serie de datos en un cuadro por separado
    - Fuerza al lector a analizar diferentes regiones del gráfico para determinar lo que se representa

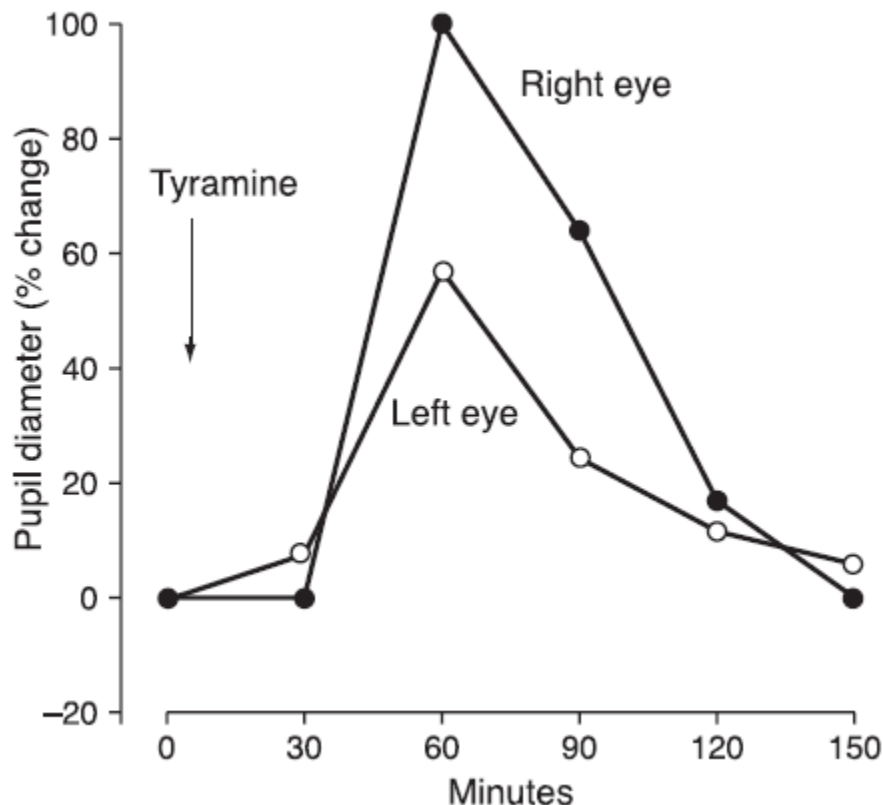




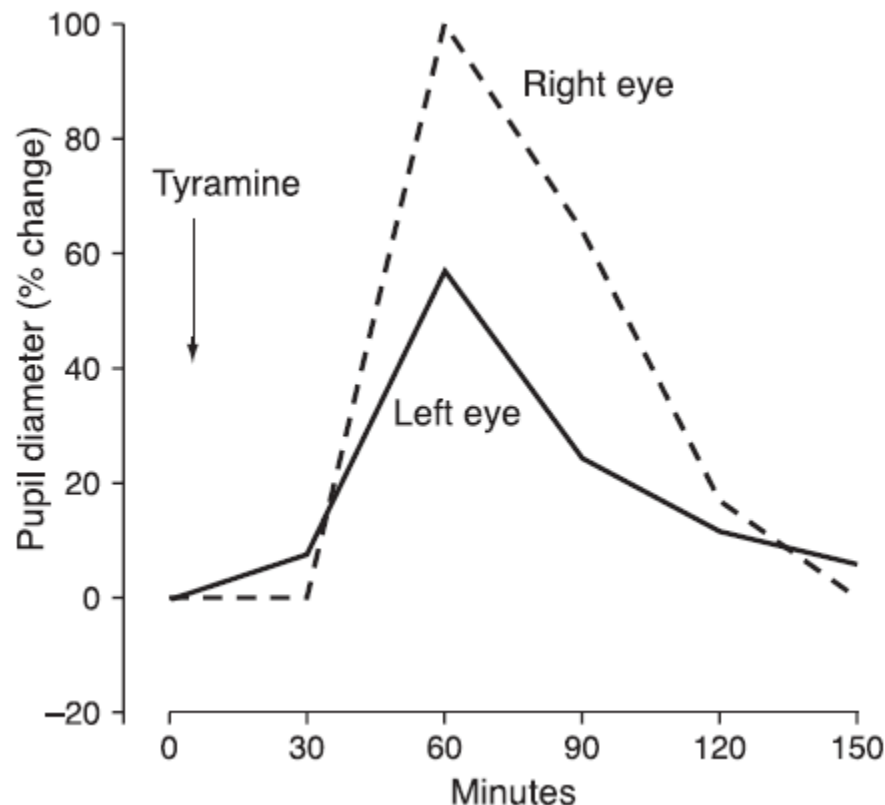
# Redacción de artículos científicos

## El gráfico de líneas

- Dos posibles correcciones



Datos diferenciados por símbolo



Datos diferenciados por línea

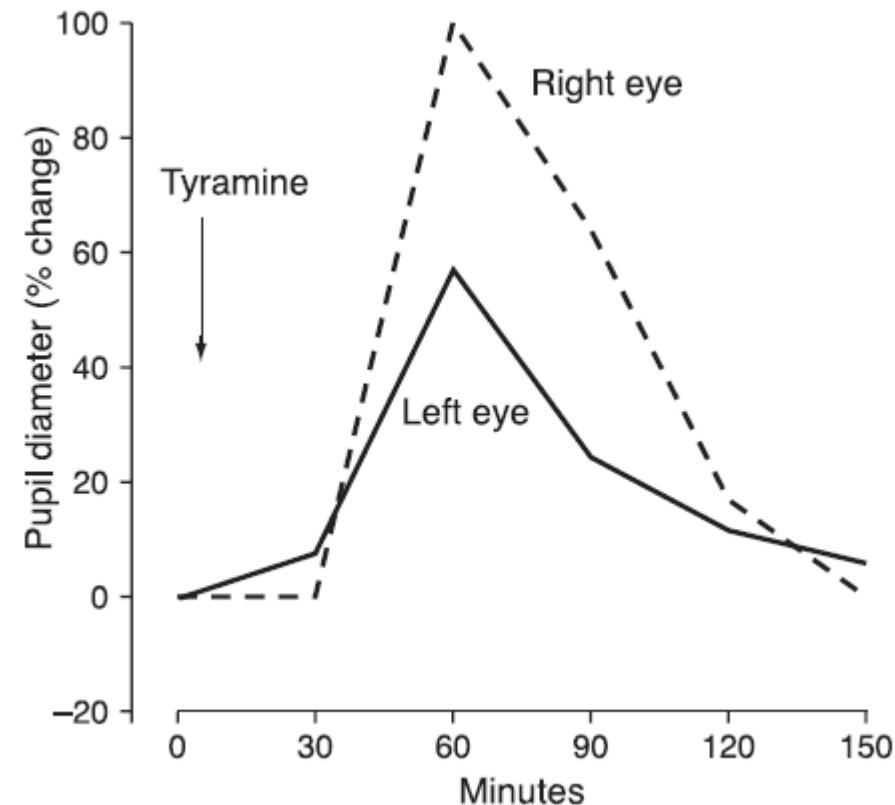
- Información más concisa, más comprensible

## El gráfico de líneas

- Los círculos vacíos y completos son los símbolos de datos más simples de distinguir
- Admiten una interpretación simbólica:
  - Permiten representar a un experimento realizado **con** una característica determinada (círculo lleno ●) y **sin** esa característica (círculo vacío ○)
- Otros símbolos estándar para puntos de datos son los cuadrados y triángulos (llenos y vacíos): □ △ ■ ▲
- Si se necesitan más símbolos, probablemente se tengan **muchas curvas para un único gráfico**, es conveniente analizar otras opciones (dividir el gráfico, presentar los datos en una tabla)

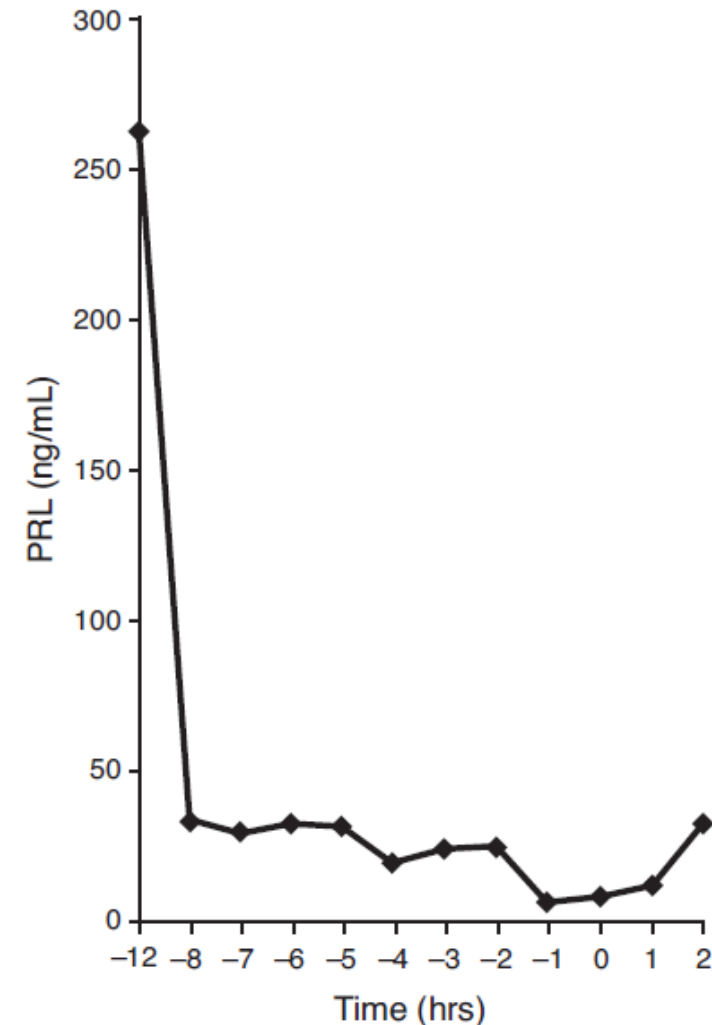
## Reglas básicas de escritura

- El gráfico que utiliza líneas diferentes es el más simple y el más efectivo
- El lector no pierde de vista los puntos de datos, aunque no figuren en el gráfico
  - Están implícitamente indicados en los cambios de dirección de las líneas del gráfico
- Los puntos de datos deben incluirse **solo cuando son necesarios**
  - En general son sobreutilizados en los artículos científicos



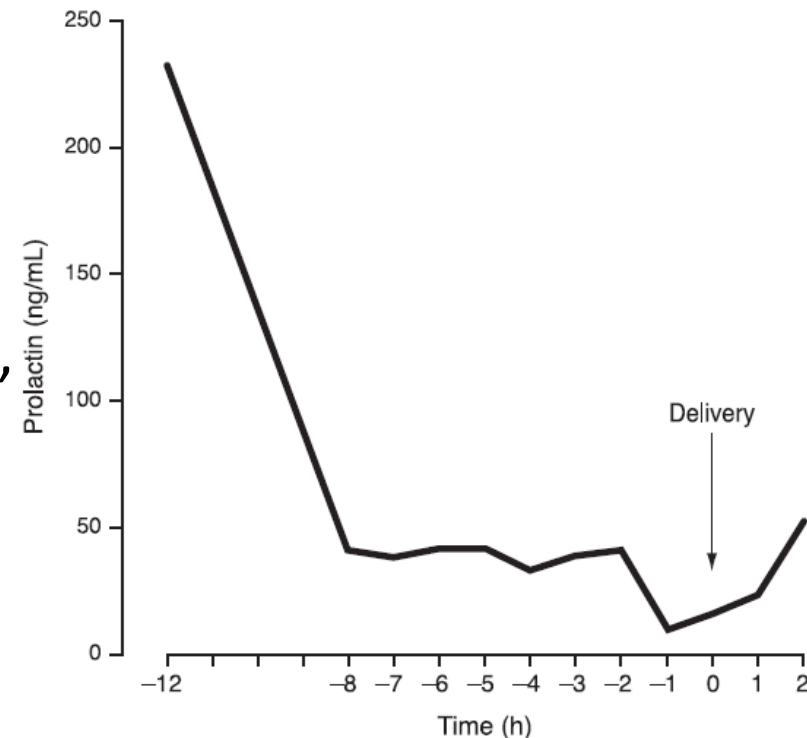
## El gráfico de líneas

- Relaciones entre los largos de los ejes
- En el gráfico de ejemplo, la caída de los valores graficados ha sido exagerada de dos maneras:
  1. El eje vertical es más largo que el horizontal
  2. El eje horizontal está contraído [la distancia entre las primeras dos marcas representa un valor mayor que entre el resto de las marcas]



## Gráficos: relaciones entre el tamaño de los ejes

- La razón aurea [cercana al formato 3:2] es la forma con mayor aceptación estética para los humanos
- Sin embargo, la razón 3:2 puede sugerir usos inadecuados
- La relación 1:1 es sugerida en gráficos donde ambos ejes revisten los mismos niveles de importancia
- Los ejes no deben estar contraídos
- Si un punto especial tiene importancia, no es suficiente con indicarlo en el texto, **debe incluirse en el gráfico**

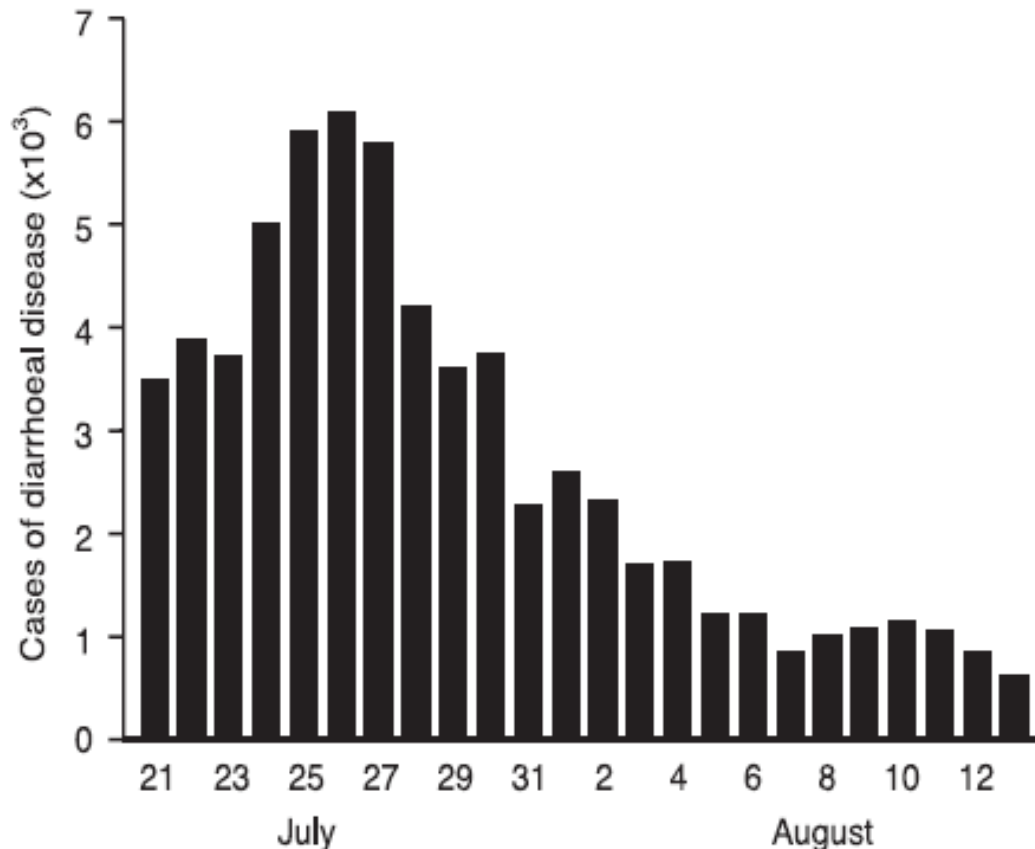


## Gráficos: nombres y escalas de los ejes

- El lector no debe tener **ninguna duda** sobre lo que se reporta en cada eje del gráfico
- El nombre o etiqueta del eje debe figurar **junto al eje** [no como título del gráfico o similar]
- El gráfico debe mostrar tendencias o valores genéricos, no valores numéricos específicos:
  - Para el eje vertical se sugiere utilizar el “principio 1–2–5”:  
el eje se divide en intervalos de paso 1 [1, 2, 3, ...]; 2 [2, 4, 6, ...]; 5 [5, 10, 15 ...]; o en múltiplos de 10 o 100
  - Nunca deben usarse otras divisiones [por ejemplo 7, 14, 21, ...]
  - Para valores en la escala de miles o superiores, debe cambiarse la unidad de medida o reportar el eje escalado convenientemente ( $\times 10^3$ ,  $\times 10^6$ , etc.)

## El gráfico de barras (chart)

- Utilizado para reportar variación respecto a **valores discretos** de la variable independiente

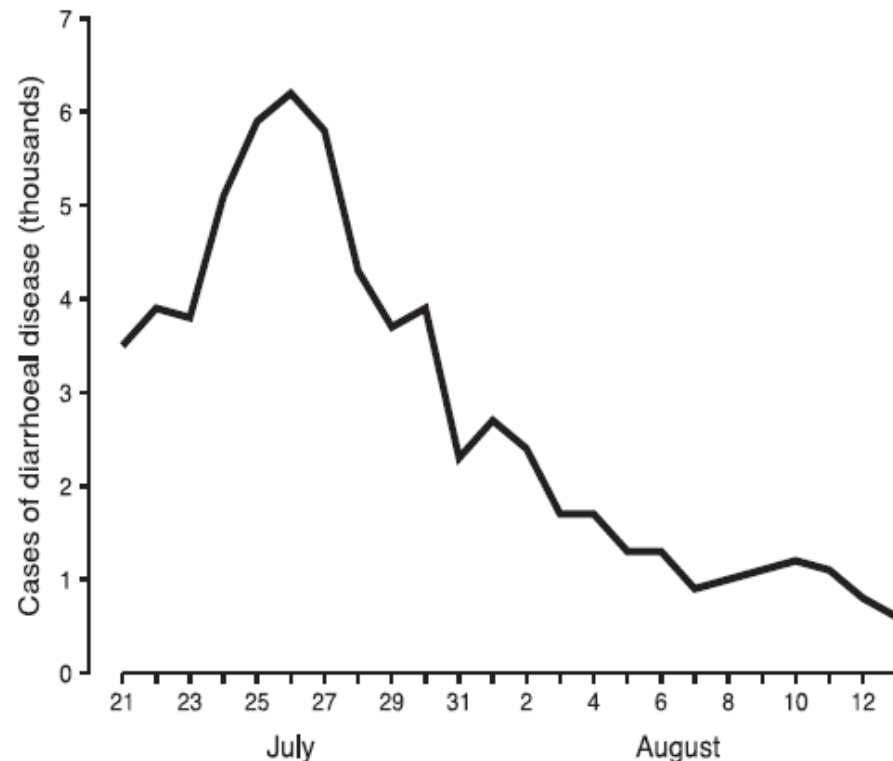
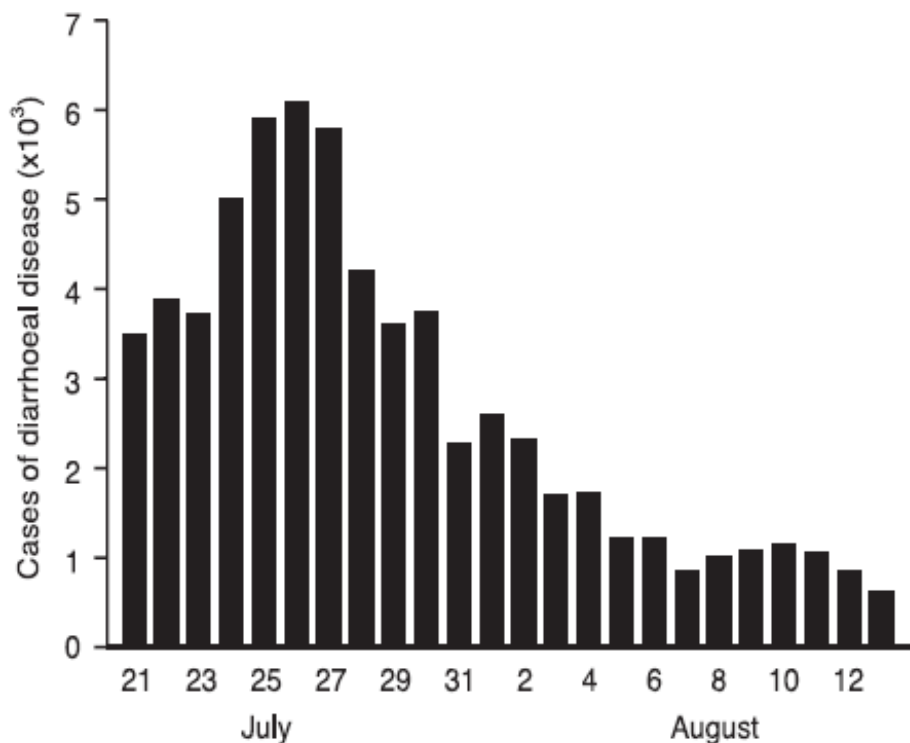




# Redacción de artículos científicos

## Gráfico de líneas vs. gráfico de barras

- Qué tipo de gráfico es el más apropiado?





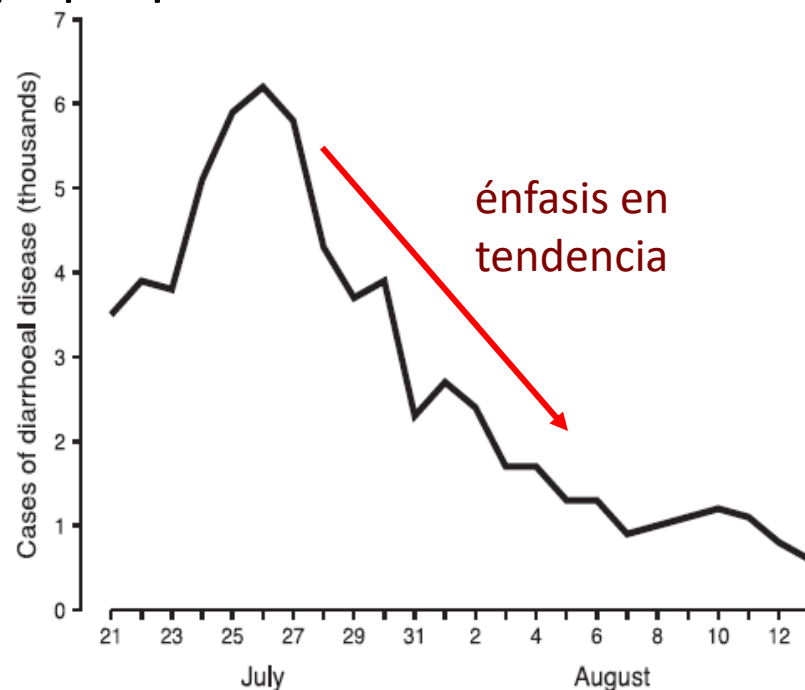
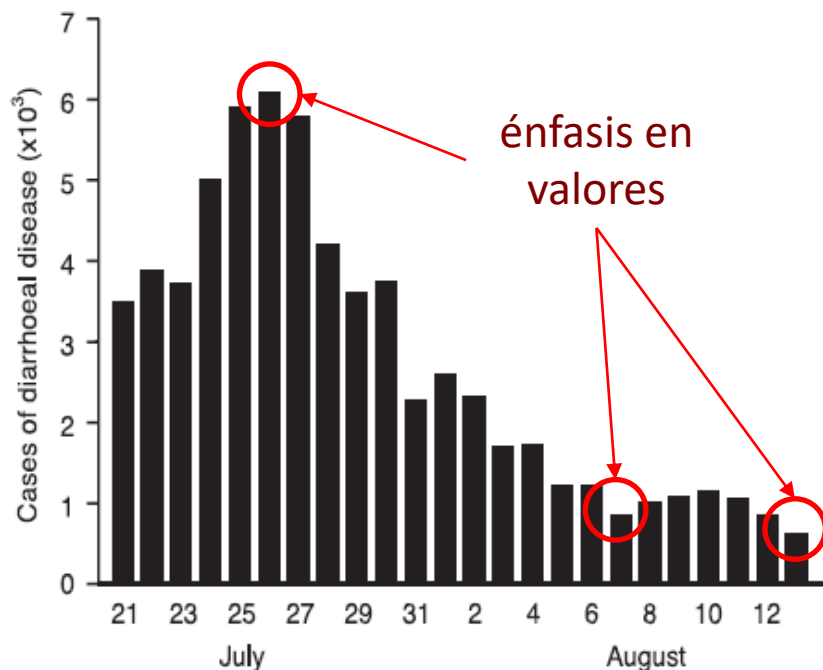
## Gráfico de líneas vs. gráfico de barras

- Un gráfico de barras es preferible cuando no hay efecto acumulado desde un período de tiempo al siguiente
  - Cada columna representa un nuevo conjunto de datos sin relación concreta con el período anterior
  - Ejemplos:
    - Número de nacimientos (por día, mes o año): serie de columnas
    - Cantidad de población (por año): línea continua (Chapman y Mahon 1986).
- Cuando no hay efectos acumulativos las líneas que unen puntos discretos son artificiales [pueden ser útiles para sugerir tendencias]

# Redacción de artículos científicos

## Gráfico de líneas vs. gráfico de barras

- En el caso de estudio, como no hay efecto acumulativo entre las muertes reportadas, el gráfico de barras es más apropiado cuando se desea enfocar en los valores
- Sin embargo, si se quiere llamar la atención sobre las tendencias, el gráfico de líneas es más simple y apropiado

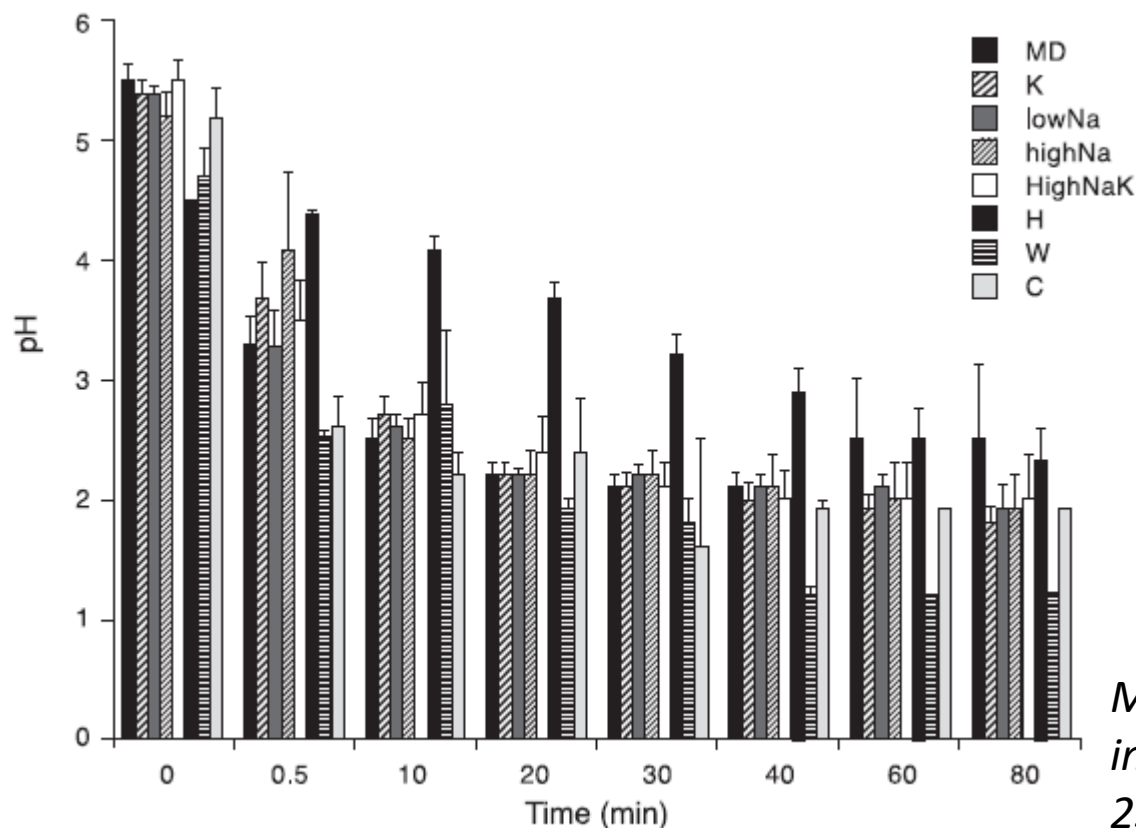




# Redacción de artículos científicos

## Gráfico de barras agrupadas

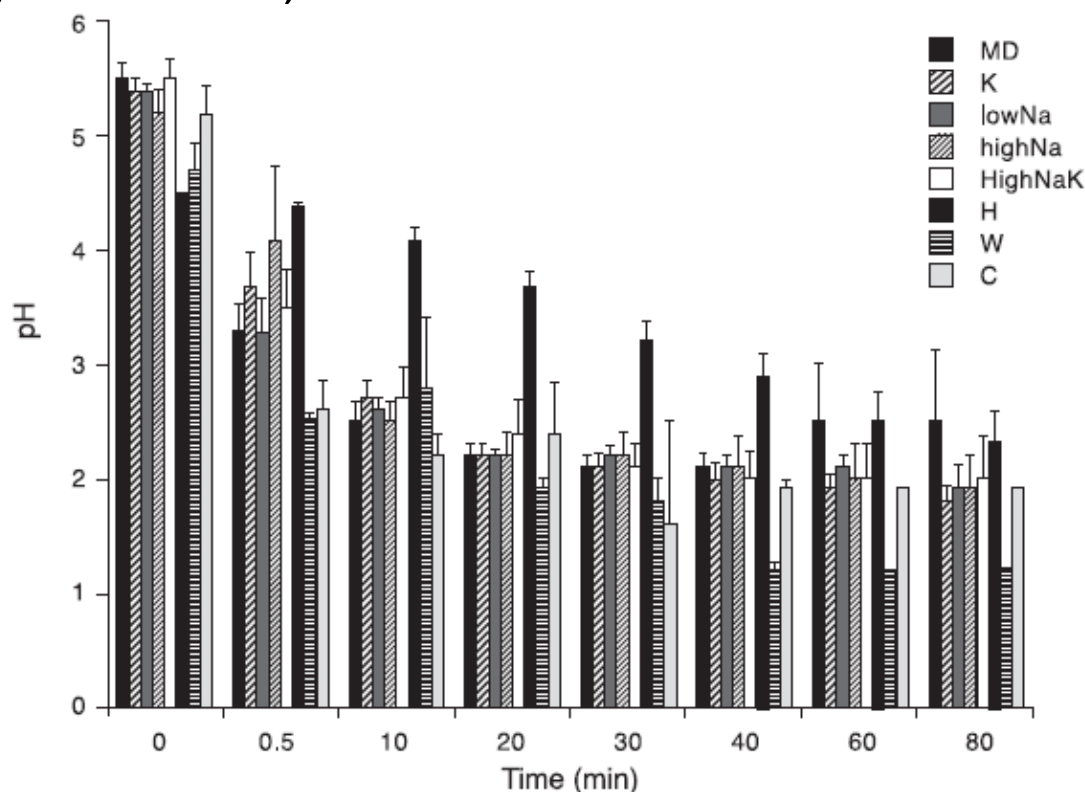
- Incluye varias categorías en múltiples grupos
- Difícil de interpretar y poco atractivo visualmente
  - En especial cuando tiene más de dos o tres categorías en cada grupo



*Medicine and Science  
in Sports and Exercise  
251(1): 42–51, 1993*

## Gráfico de barras agrupadas

- En el ejemplo, la descripción de las categorías requiere de una explicación por si misma !
  - ‘C’ no es carbono [lo habitual] sino ‘controles’
  - ‘W’ no significa Watts, sino ‘water’



## Gráfico de barras agrupadas

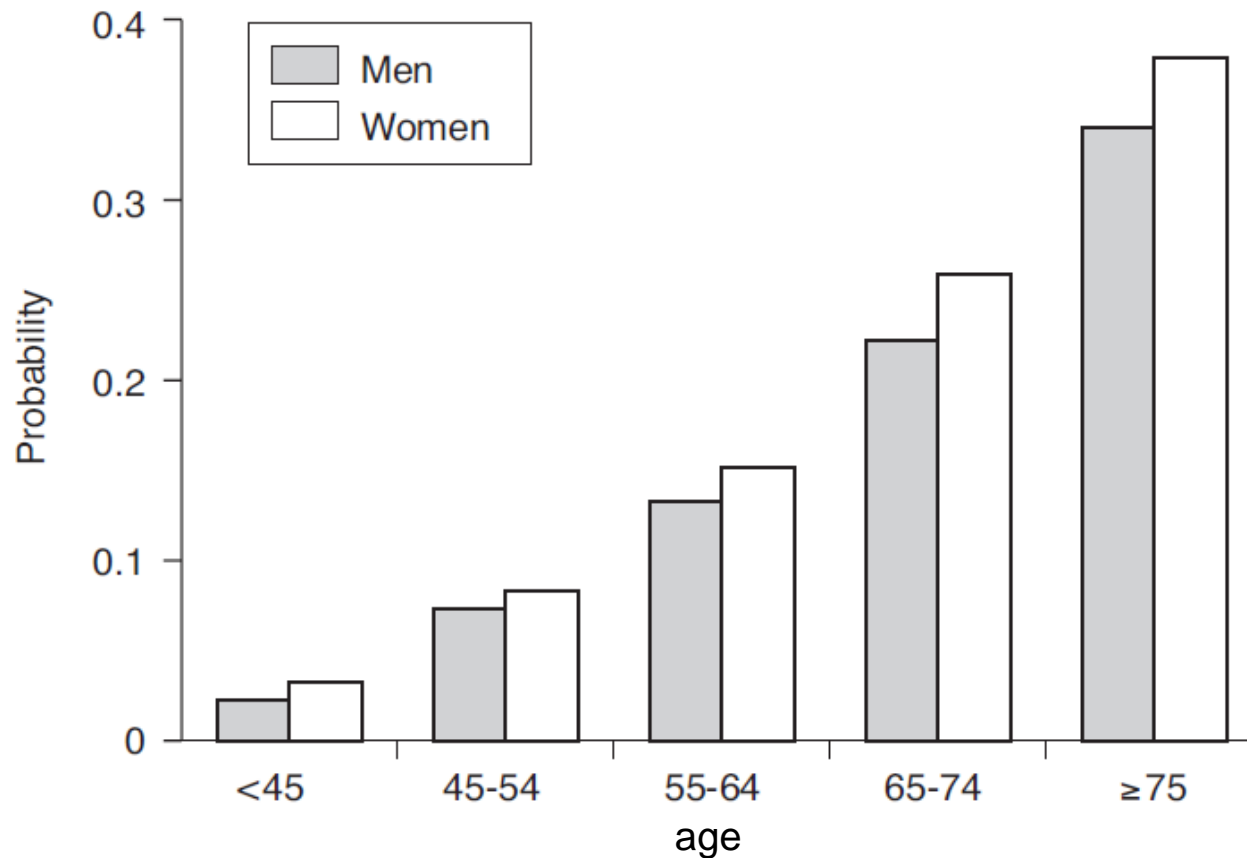
- Como 'lectores', ya vieron dos veces el gráfico ... qué recuerdan como significativo ?



- Este tipo de información compleja es mucho más conveniente **reportarla en una tabla**
- **Dos o tres categorías** es el máximo sugerido para reportar en un grafo de barras agrupadas

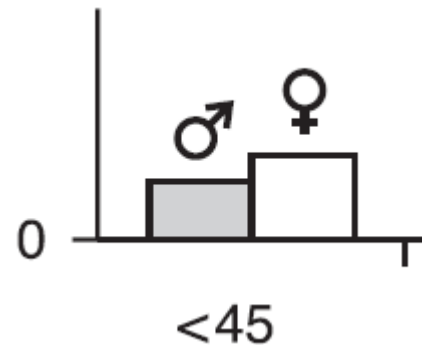
## Gráfico de barras agrupadas

- **Dos o tres categorías** es el máximo sugerido para reportar en un grafo de barras agrupadas



## Gráfico de barras agrupadas

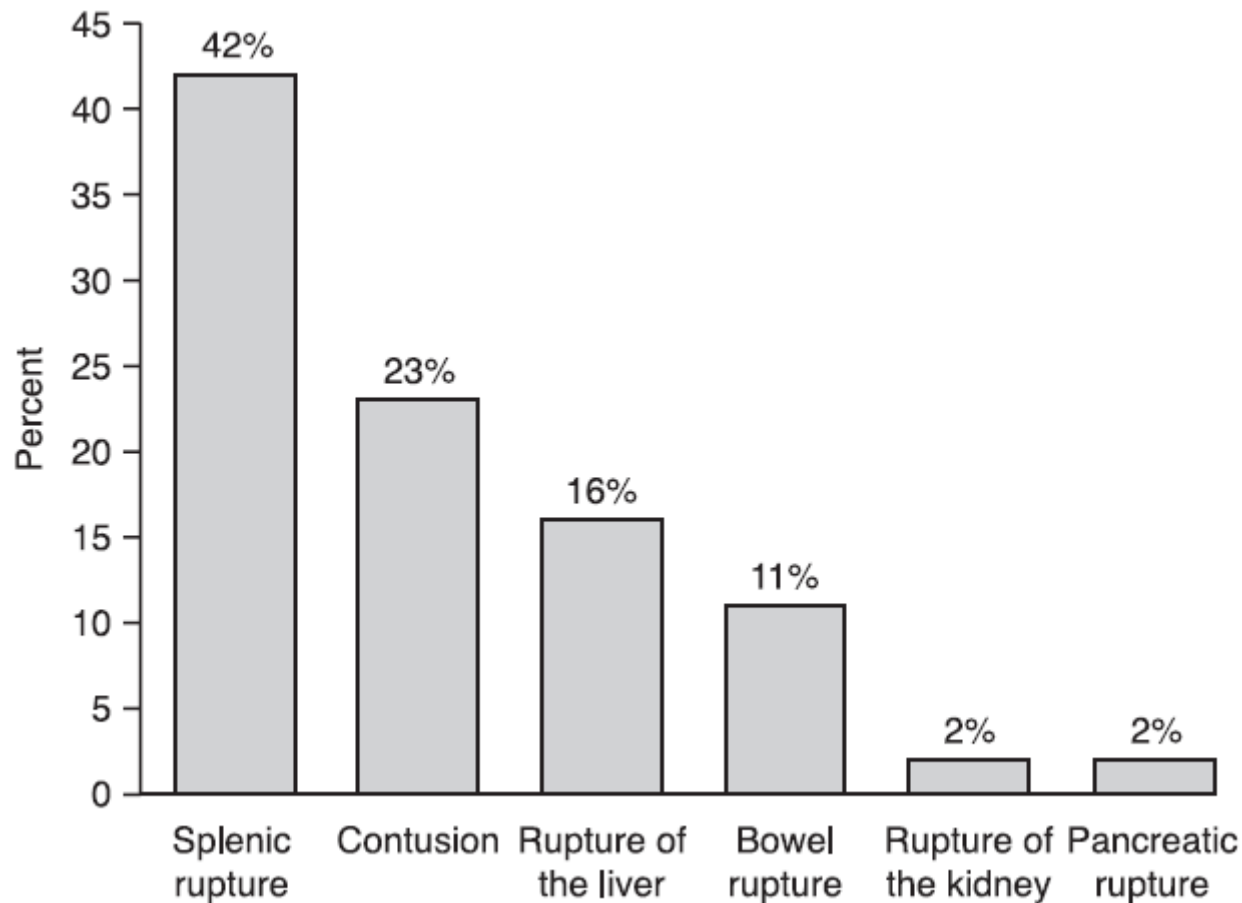
- En este caso, es posible remover la leyenda si se considera necesario



- En el ejemplo anterior se utilizan **símbolos convencionales**, bien entendidos por todos los posibles lectores

## Gráfico de barras agrupadas

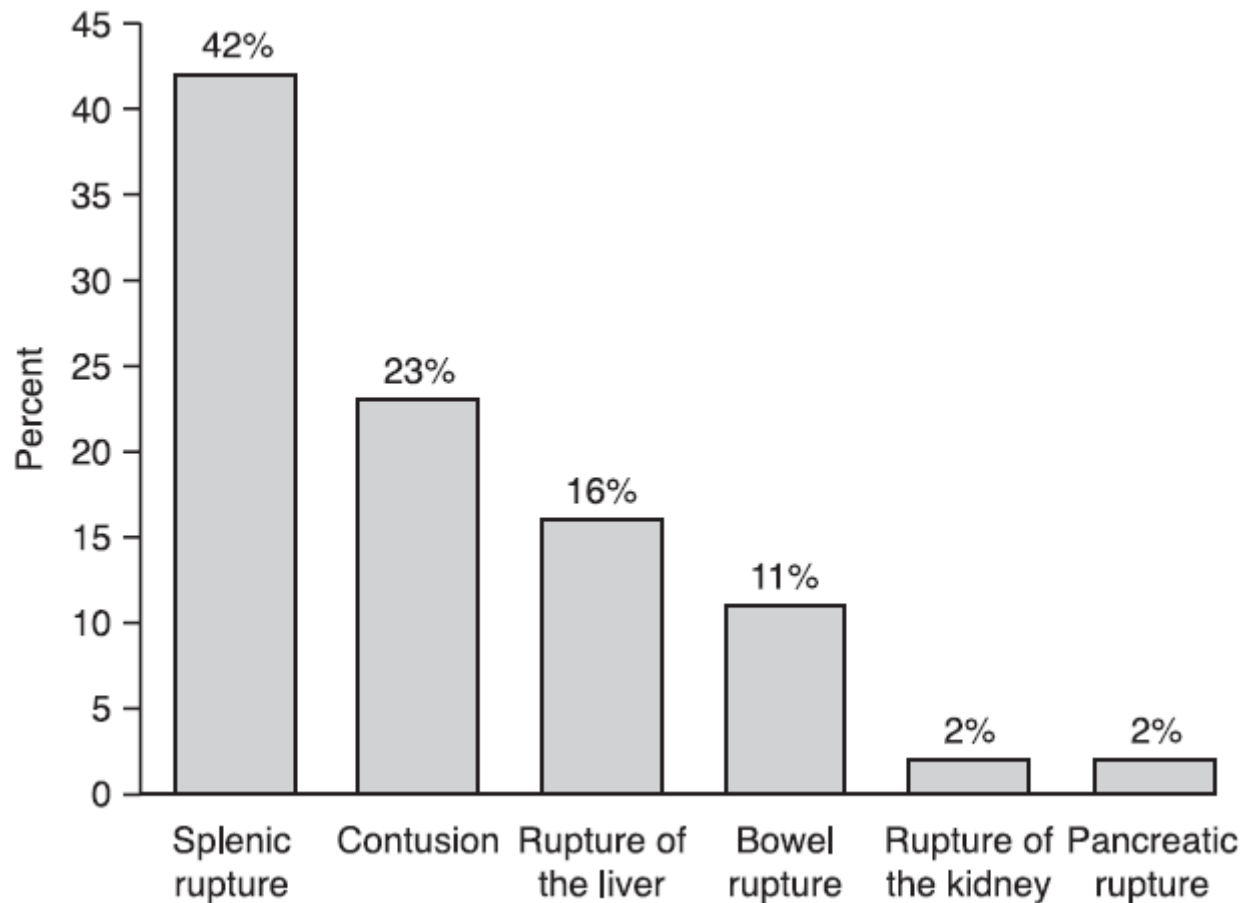
- El objetivo de un gráfico de barras no consiste en desplegar series temporales, sino **series categóricas**





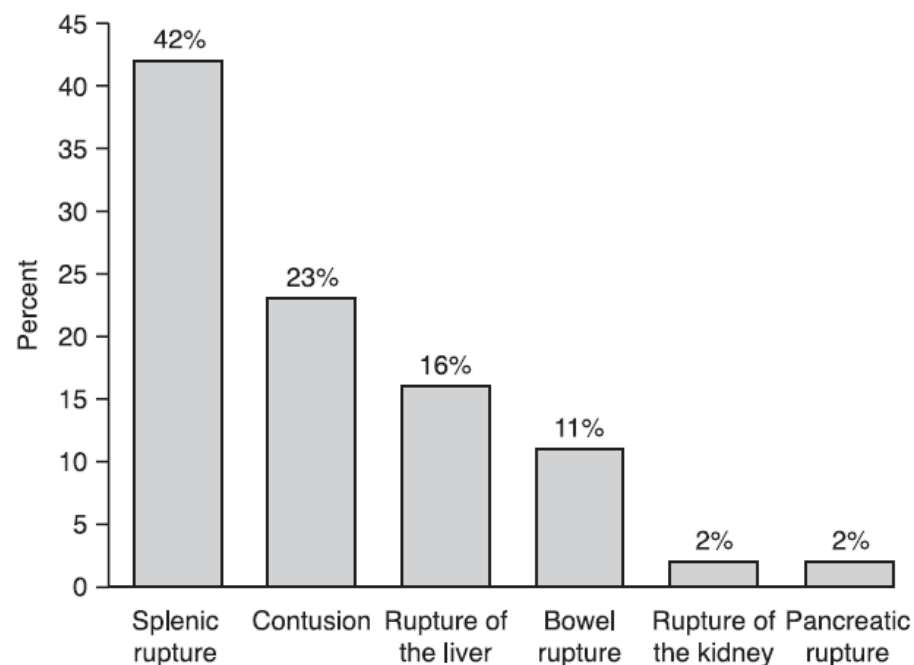
## Gráfico de barras

- Excelente gráfico que complementa la información visual (barras) con los datos numéricos exactos para cada categoría



## Gráfico de barras

- Combina las virtudes de una tabla (reporta valores) con la del gráfico (presenta el mensaje de forma efectiva y eficiente)
- Además, sigue criterios gráficos útiles para el diseño:
  - Las barras son **más anchas** que el espacio que las separa
  - Las barras tienen un **color con tono medio en la escala de grises** (visualmente mejor que un contraste negro/blanco)
  - No se incluyen líneas de división o referencia, que pueden dificultar la lectura (de incluirlas, es conveniente que sean tenues)





## Gráfico de barras

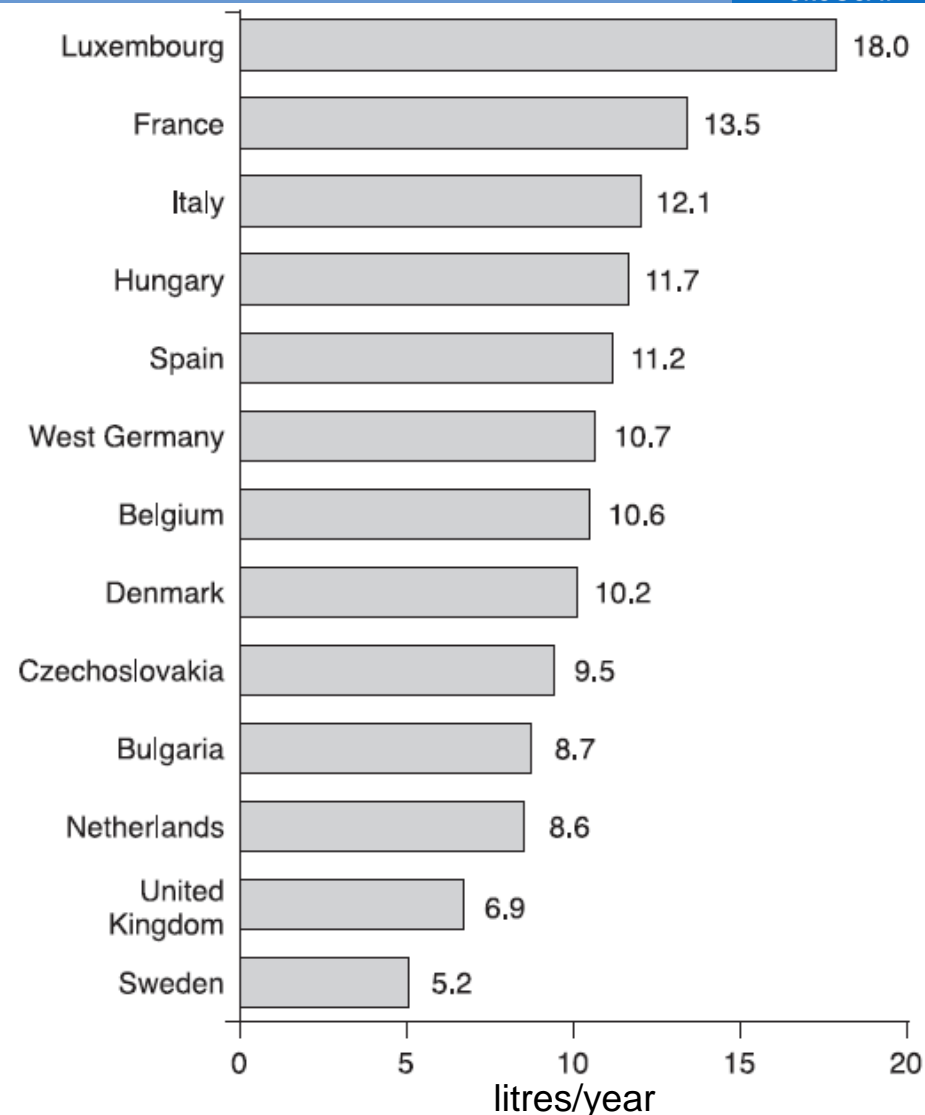
- Sin embargo ... cuando se trabaja en un formato de doble columna, el ancho de puede conspirar contra la utilización de gráficos efectivos y con buen diseño
- En este caso, existen varias alternativas:
  - Utilizar un gráfico en formato columna simple (no todas las publicaciones lo admiten, debe utilizarse solamente para gráficos muy relevantes)
  - Ajustar el gráfico al ancho de columna, intentando mantener su calidad y legibilidad (quizás el único defecto del gráfico en el ejemplo anterior es que los nombres de categorías quedan muy juntos al reducir el tamaño del gráfico: “Rupture of” “Pancreatic”)
  - Separar las categorías en dos o más gráficos
  - Utilizar gráficos de barras horizontales



# Redacción de artículos científicos

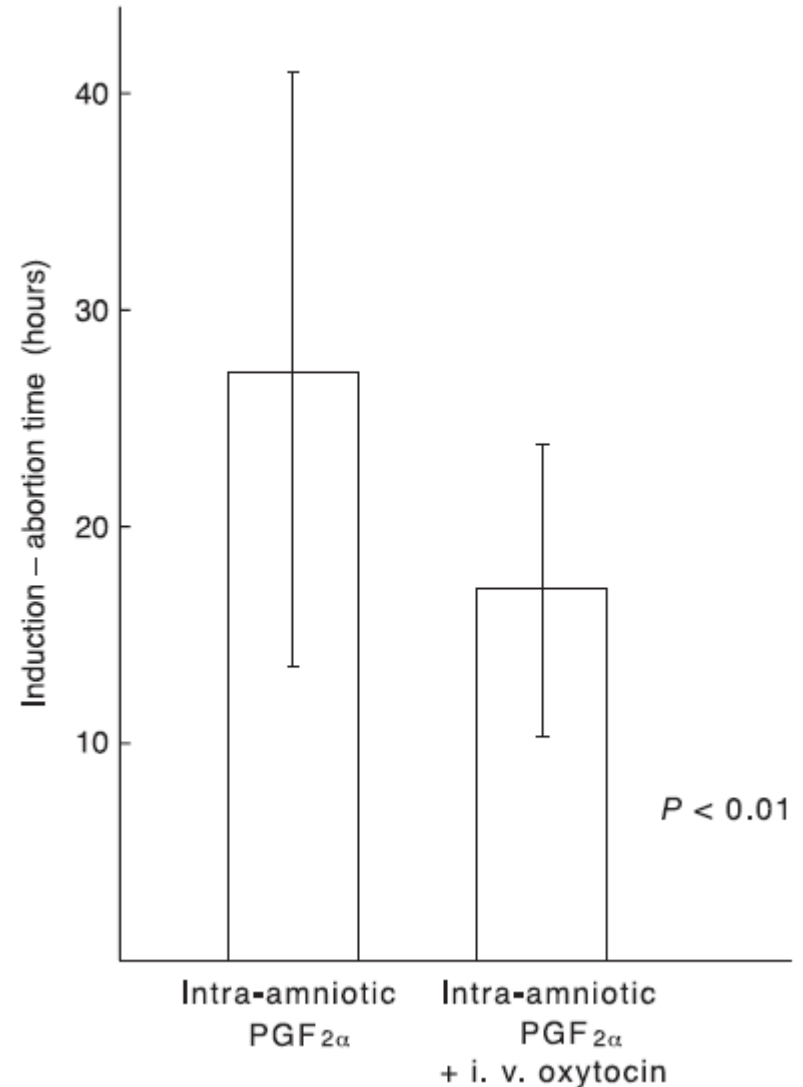
## Gráfico de barras horizontales

- Barras horizontales en orden decreciente según tamaño
- Es conveniente reportar los resultados numéricos exactos



## Gráficos de barra con desviaciones

- Reporta resultados (promedio) y una métrica estadística que evalúa sus desviaciones
  - Usualmente, se reporta la desviación estándar
  - Otras medidas estadísticas pueden ser reportadas

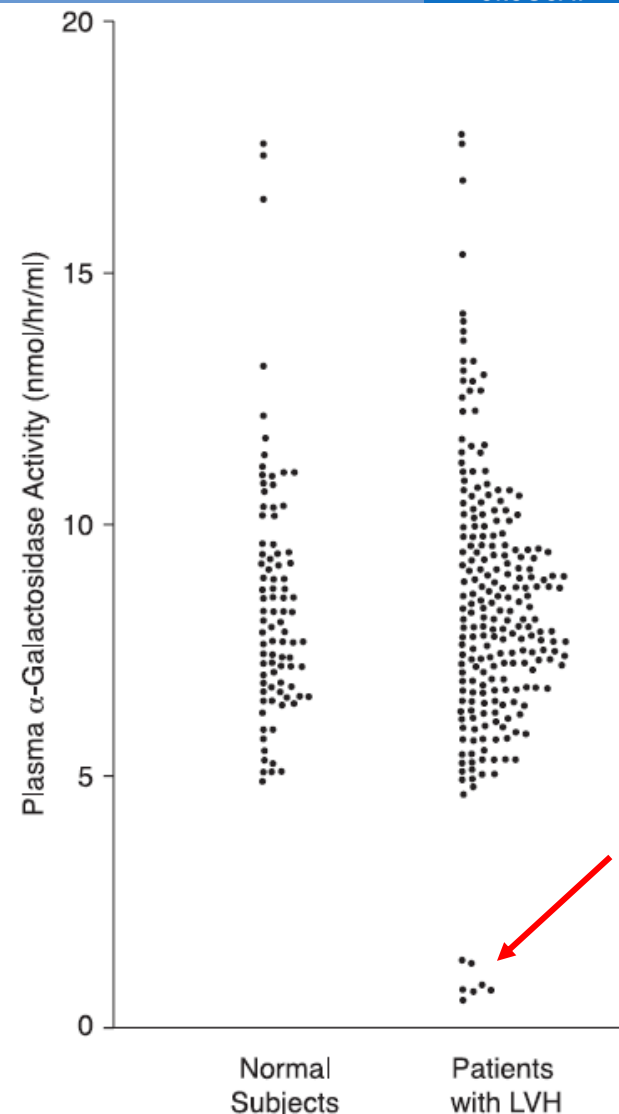




# Redacción de artículos científicos

## Gráficos para presentación de datos individuales

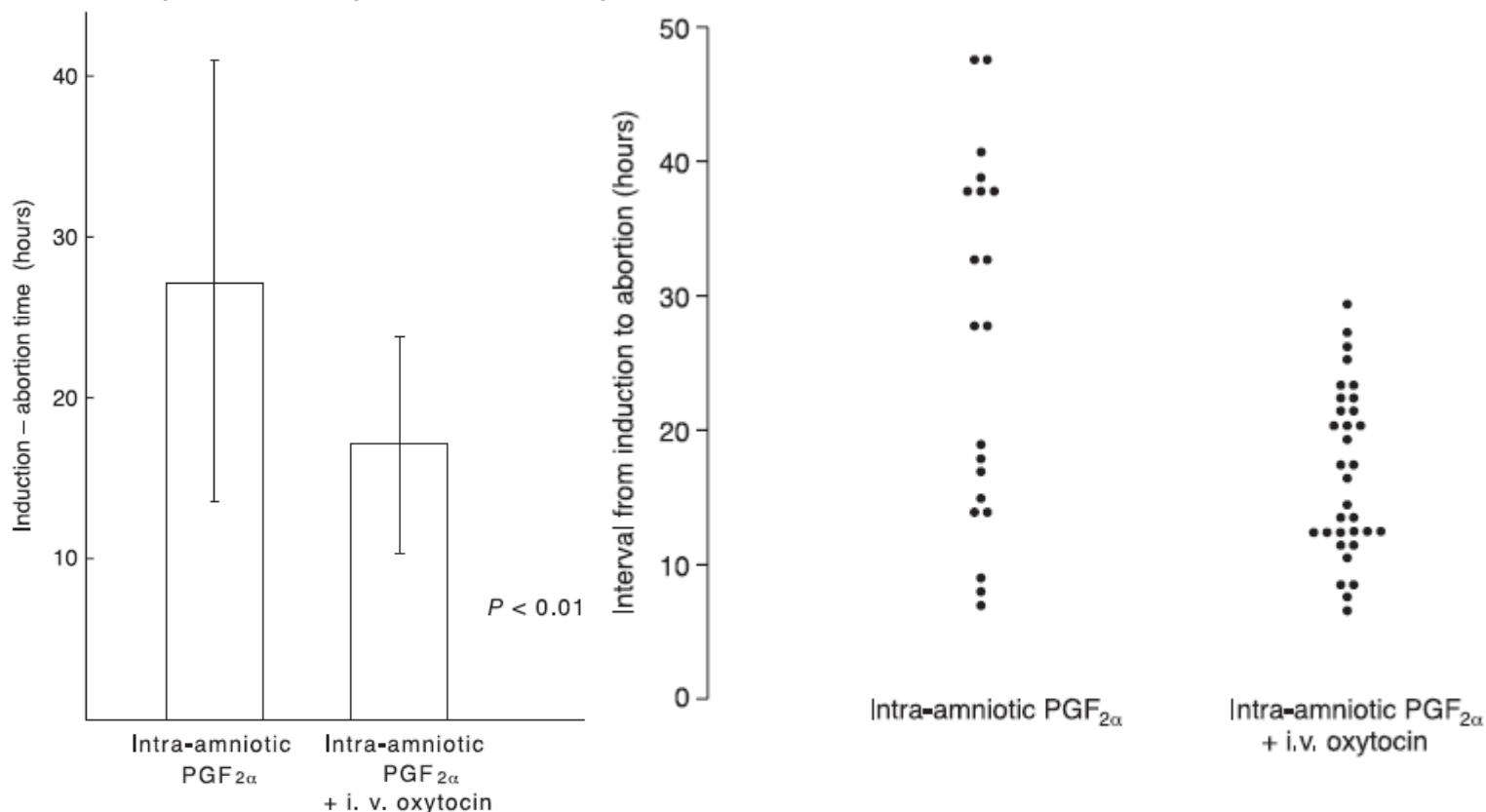
- Reportar datos individuales puede proporcionar **mucha más información** que reportar datos resumidos
- “Gráfico de columnas abierto”: muestra los resultados, su dispersión y la existencia de outliers (valores fuera de la tendencia principal)



# Redacción de artículos científicos

## Gráficos para presentación de datos individuales

- Pueden ser muy útiles para interpretar los resultados



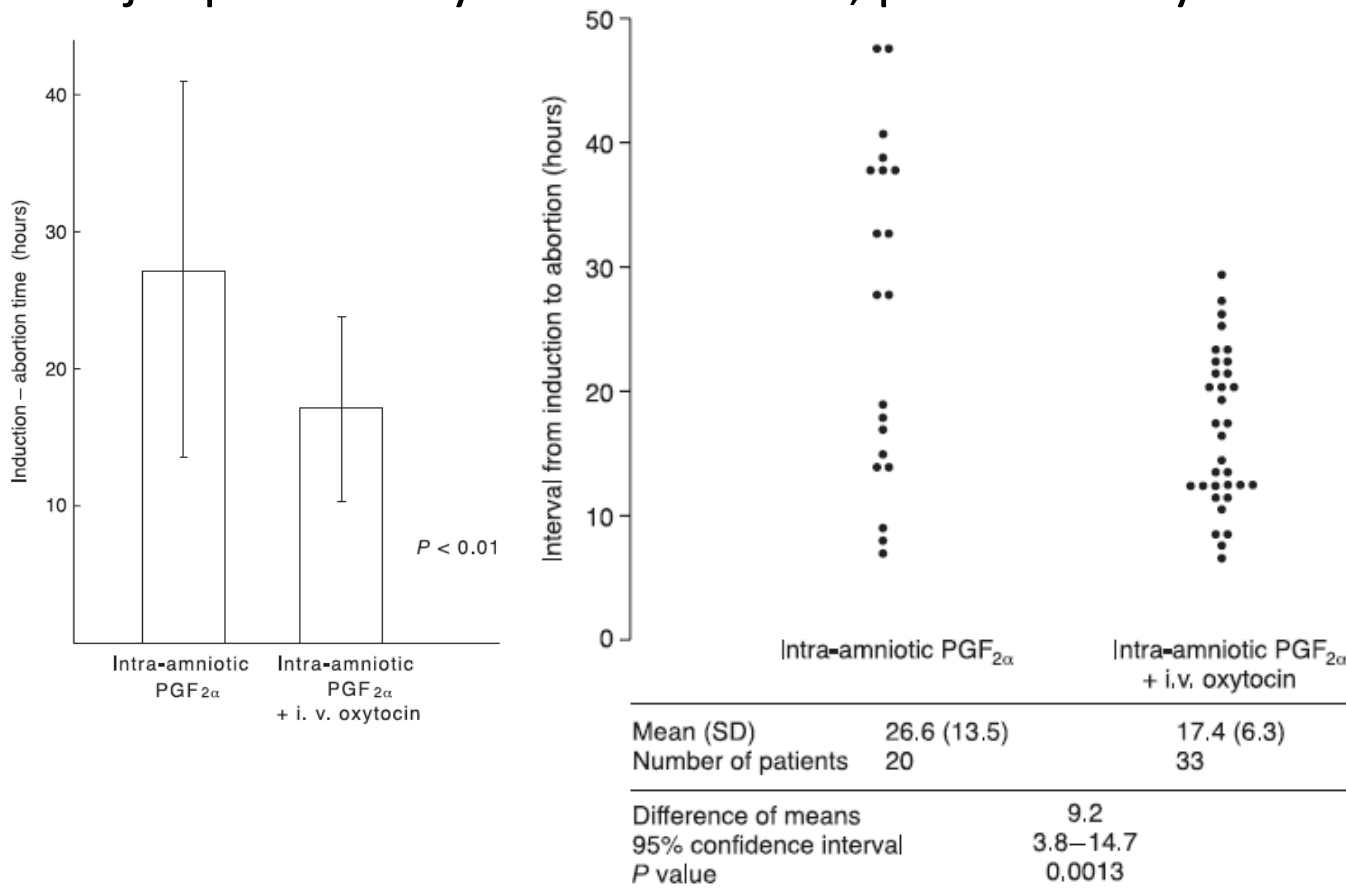
- Pueden complementarse con tablas específicas (Altman, 1995)



# Redacción de artículos científicos

## Gráficos para presentación de datos individuales

- El nuevo gráfico permite determinar si las ventajas del segundo método sobre el primero son estadísticamente significativas
  - Tiene mejor promedio y es más robusto, pero solo hay ~30 casos







## Datos resumidos vs. datos individuales

- Altman (1995) y Tufte (1983) presentan ejemplos ilustrativos de cómo los **mismos gráficos resumidos** pueden basarse en **conjuntos de datos enteramente diferentes**
- Antes de reportar los resultados, debe pensarse cuidadosamente qué es lo que se pretende reportar y en que hacer énfasis
- Diseñar esquemas en papel y elaborar gráficos preliminares son excelentes ideas para visualizar la mejor manera de presentar resultados mediante gráficos



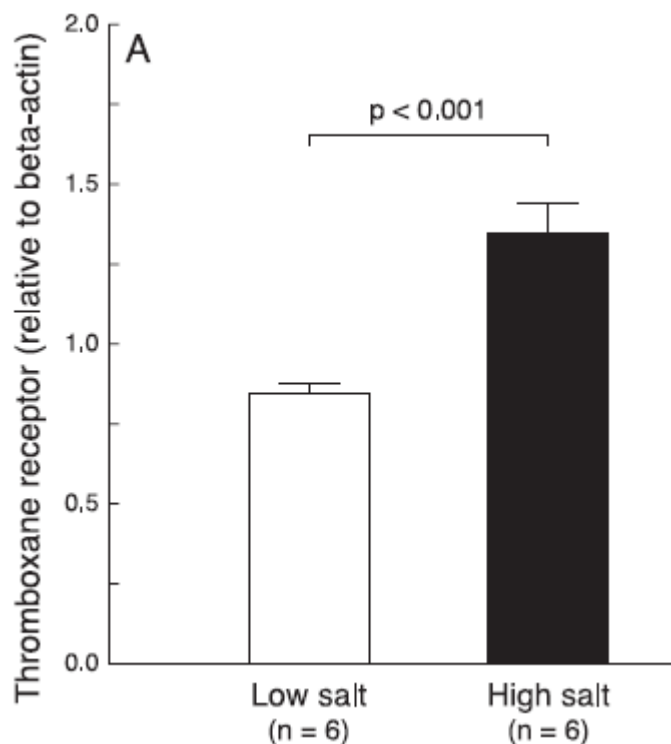
## Datos resumidos vs. datos individuales

- Altman (1995) y Tufte (1983) presentan ejemplos ilustrativos de cómo los **mismos gráficos resumidos** pueden basarse en **conjuntos de datos enteramente diferentes**
- Antes de reportar los resultados, debe pensarse cuidadosamente qué es lo que se pretende reportar y en que hacer énfasis
- Diseñar esquemas en papel y elaborar gráficos preliminares son excelentes ideas para visualizar la mejor manera de presentar resultados mediante gráficos

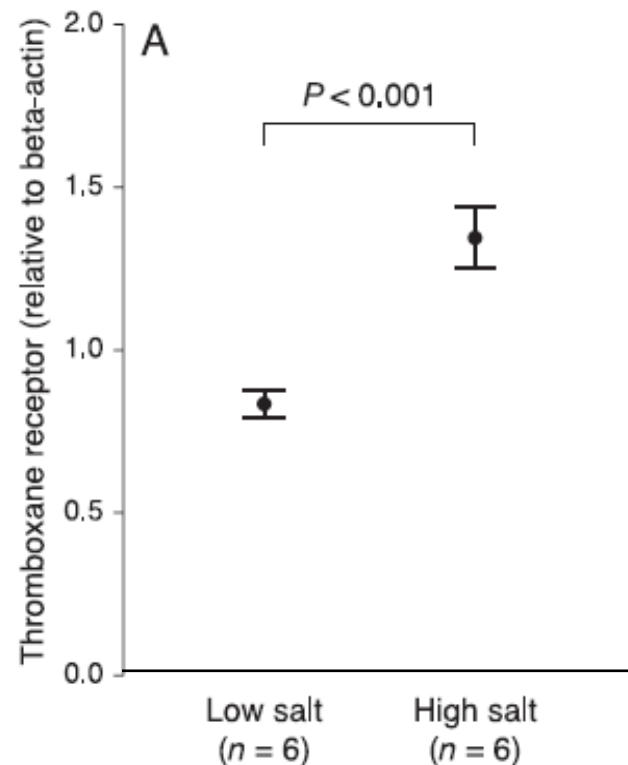
# Redacción de artículos científicos

## Sugerencias para reportar datos resumidos

### 1. Evitar gráficos de barras para reportar un resultado (y desviación)



→  
sustituir columnas  
por puntos



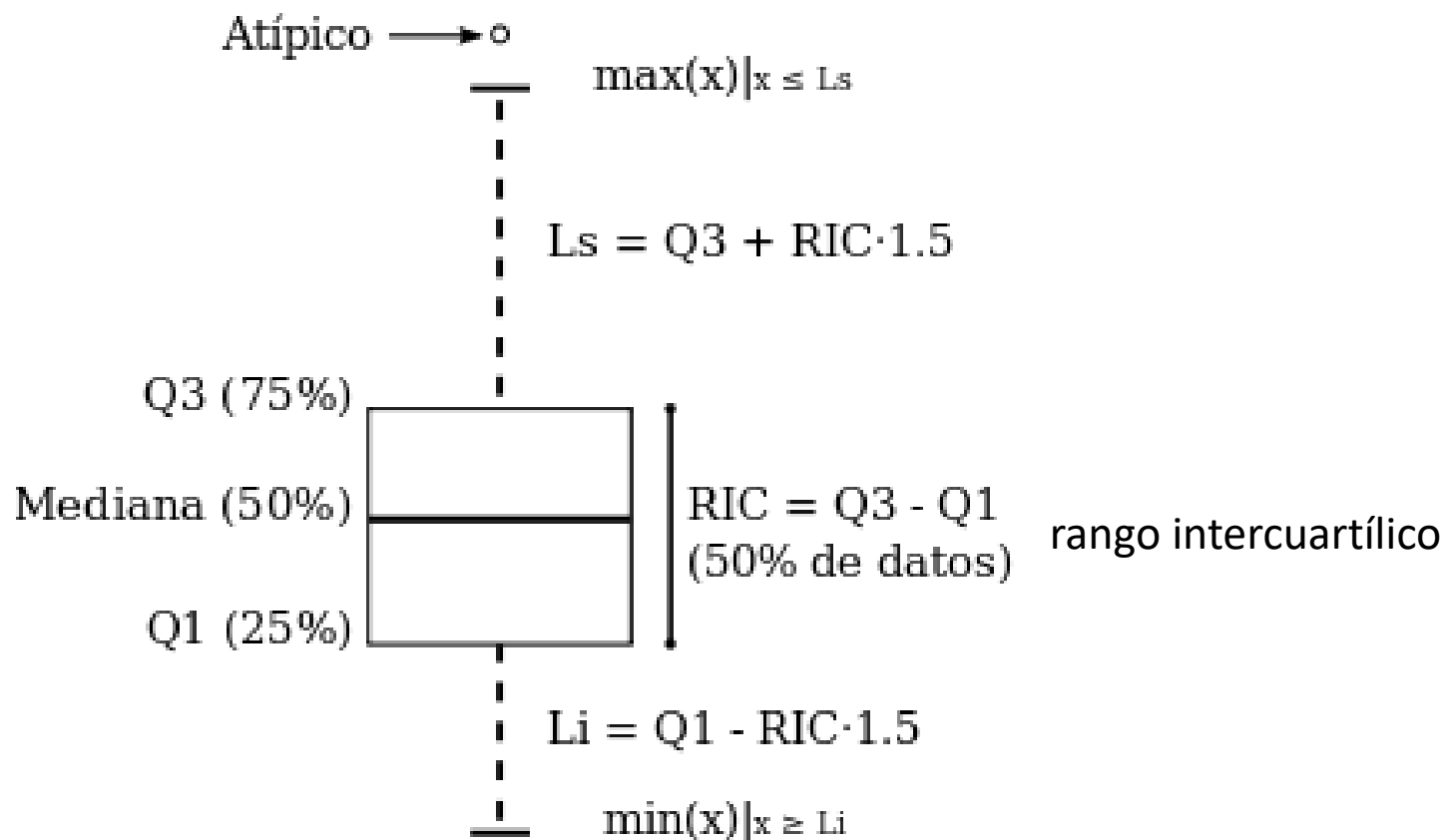
#### • Otros detalles corregidos

- Colores en las barras, cuál es su significado?
- Etiqueta del eje se extiende más del largo del eje

## Sugerencias para reportar datos resumidos

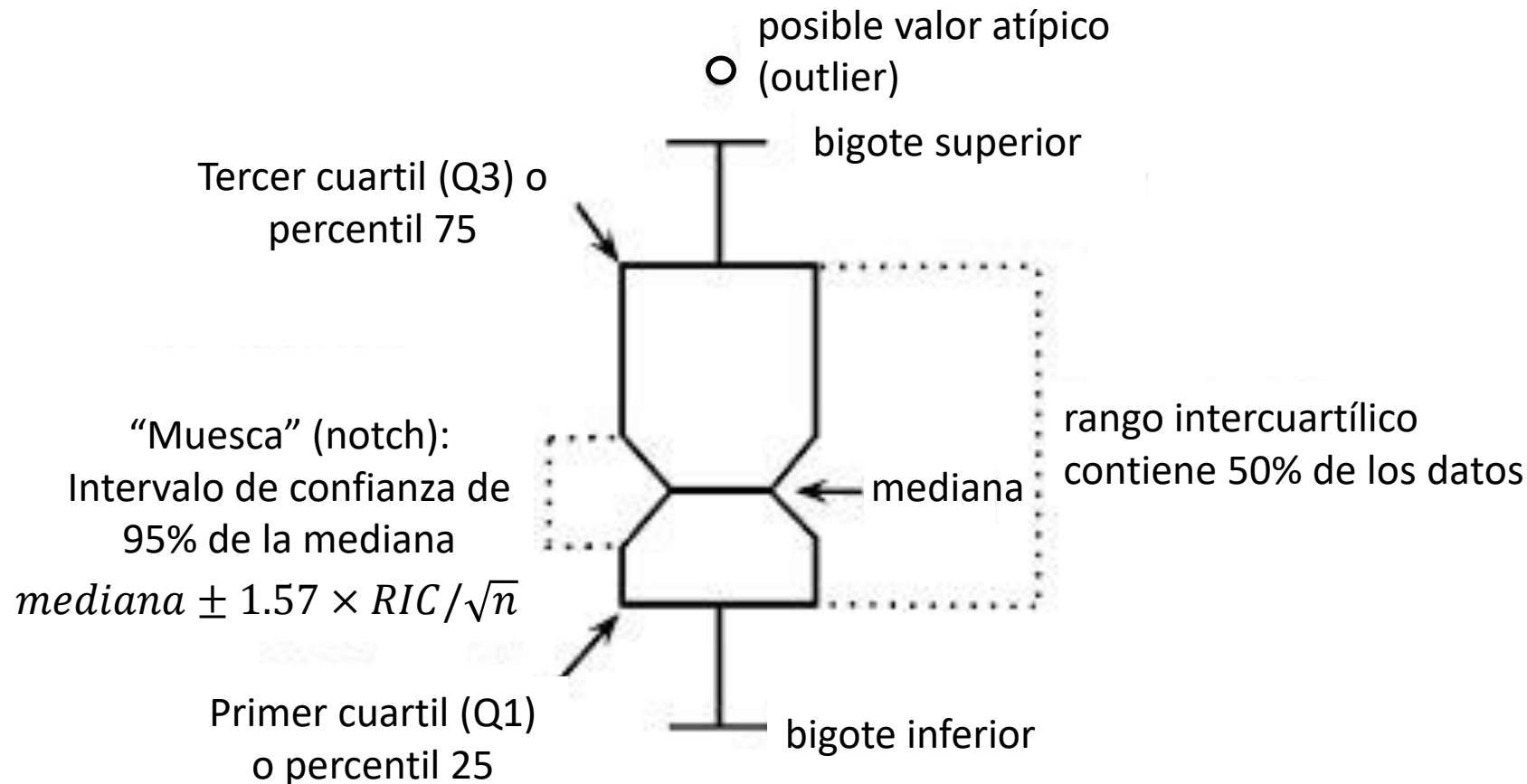
### 2. Emplear los box-plots y box-and-whisker

Gráficos que dan información sobre valores mínimo y máximo, cuartiles Q1, Q2 (mediana) y Q3, valores atípicos y simetría de la distribución



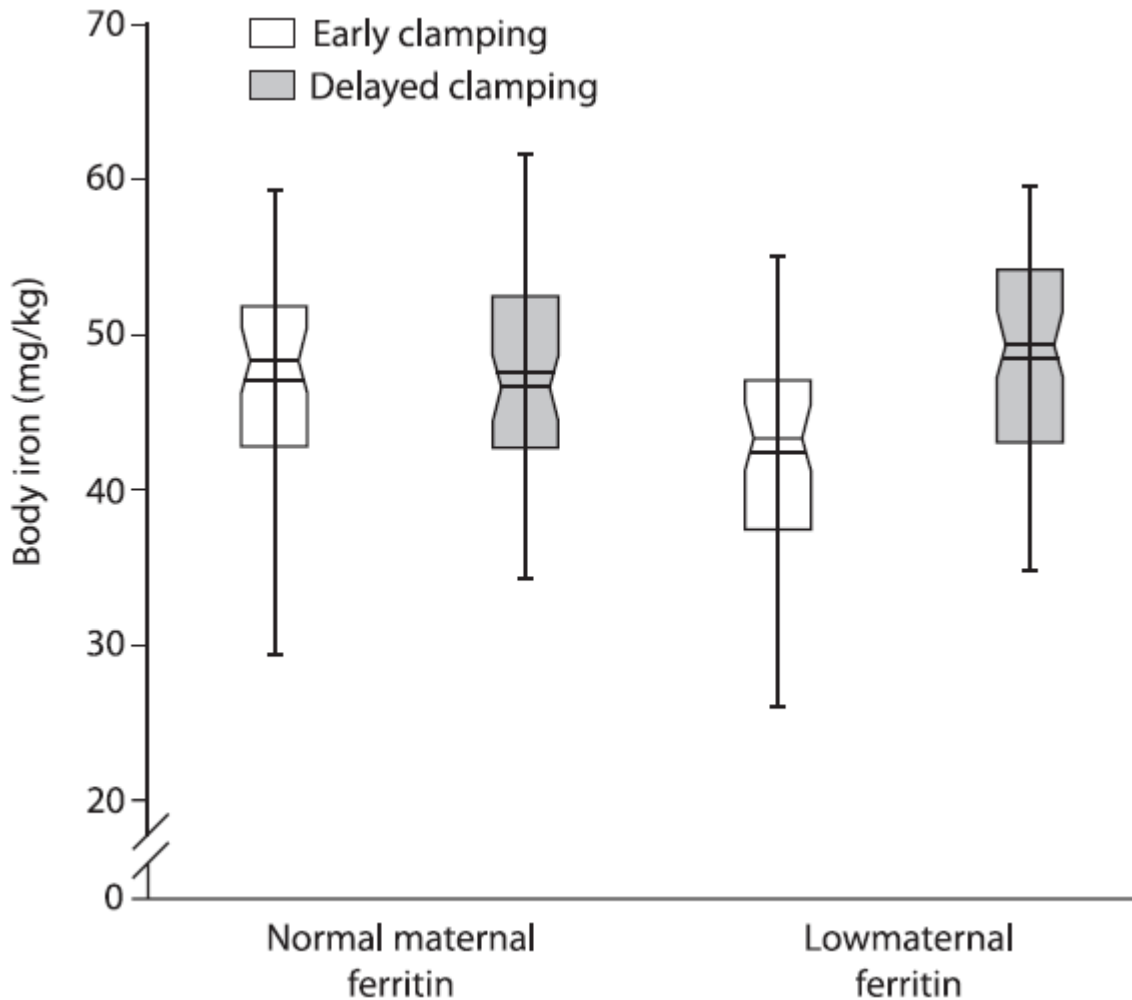
## Sugerencias para reportar datos resumidos

### 2. Notched box-and-whisker (diagrama de caja con muesca)



## Sugerencias para reportar datos resumidos

### 2. Notched box-and-whisker

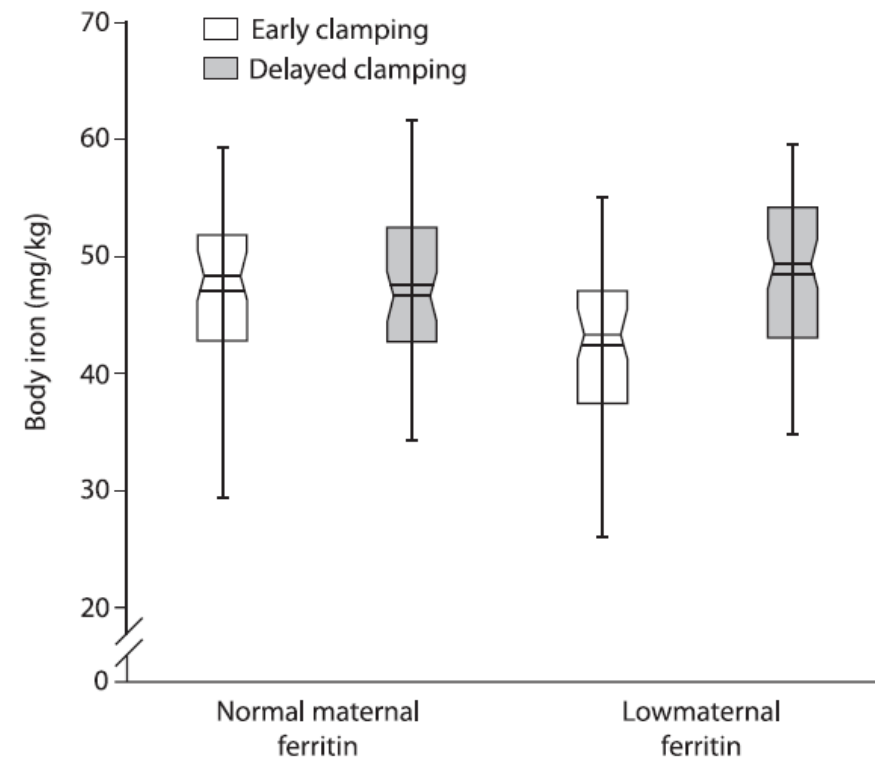


## Sugerencias para reportar datos resumidos

### 2. Emplear los box plots

- Incluir descripciones sobre el contenido del box plot (en el pie o en el texto)

Figure 5.16: Box-and-whisker plot of two-way interaction effect of treatment group and maternal ferritin on infant body iron (mg/kg) at 6 months of age. Boxes represent the inter-quartile range (25<sup>th</sup> to 75<sup>th</sup> percentile), and whiskers indicate the 5<sup>th</sup> and 95<sup>th</sup> percentiles for unadjusted data. The notch in each box represents CI about the median, represented by horizontal line at the middle of the notch. Additional horizontal line represents the mean of each subgroup. (Chaparro et al., Effect of timing of umbilical cord clamping on iron status in Mexican infants: a randomised controlled trial, *The Lancet*, 367: 1981–1989, 2006).

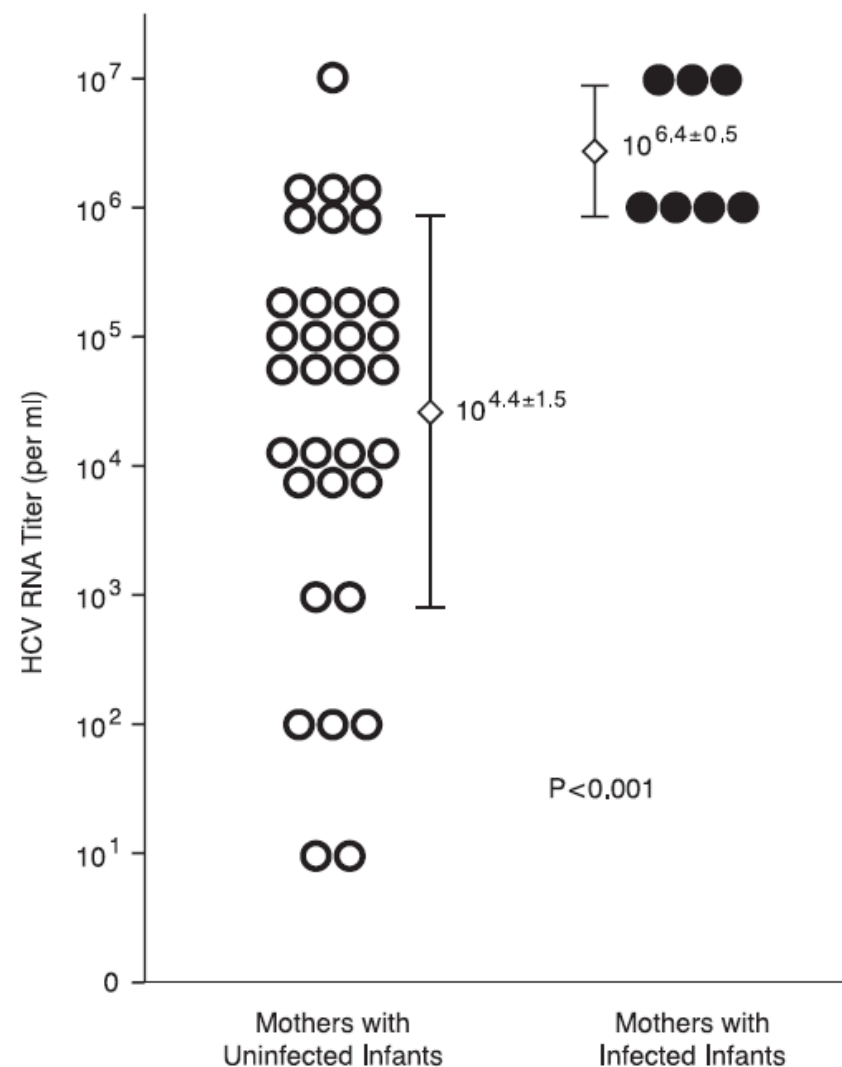


## Sugerencias para reportar datos resumidos

3. Si se tienen dudas sobre reportar datos individuales o resumidos, puede utilizarse una combinación de ambos

- Siempre que no se afecte la simplicidad y la legibilidad del gráfico
- Eventualmente, con una correcta descripción para ayudar al lector

Mean ( $\pm$ SD) serum HCV [hepatitis C virus] RNA titers in the 33 mothers with uninfected infants and the 7 mothers with HCV-infected infants. (H. Ohto et al. Transmission of hepatitis C virus from mothers to infants. *N. Engl. J. Med.* 330:744–50, 1994).

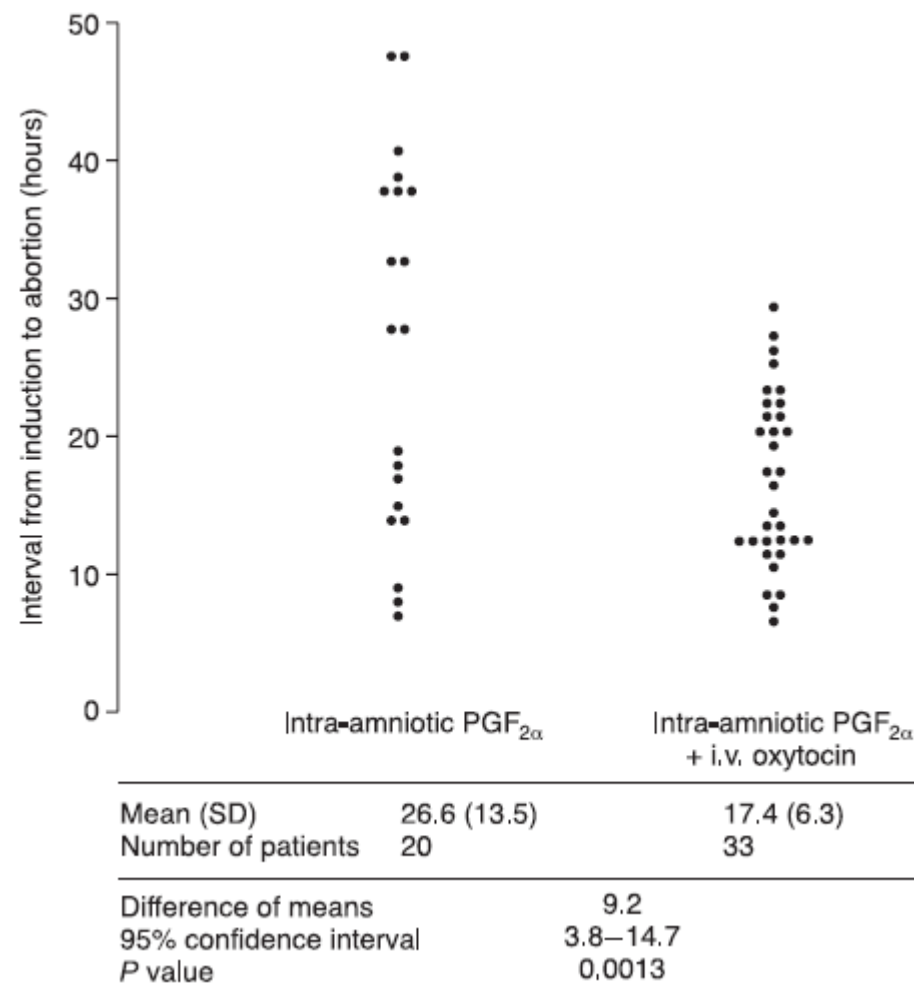




## Sugerencias para reportar datos resumidos

### 3. Utilizar en forma combinada un gráfico y una tabla

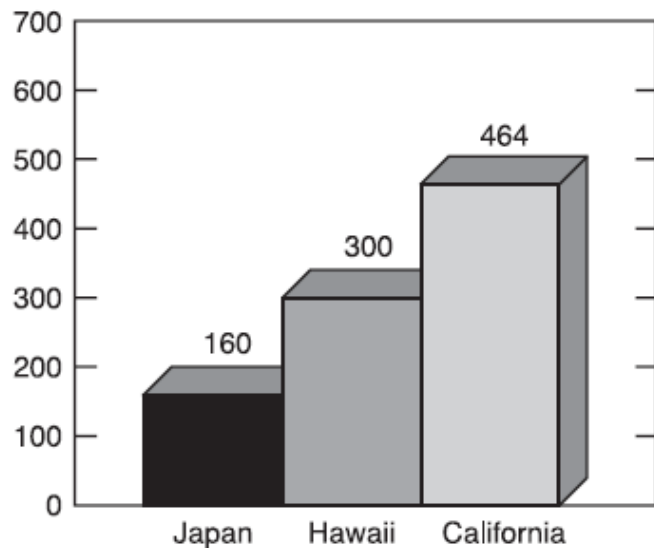
- Aprovecha las características de ambos elementos de presentación de resultados



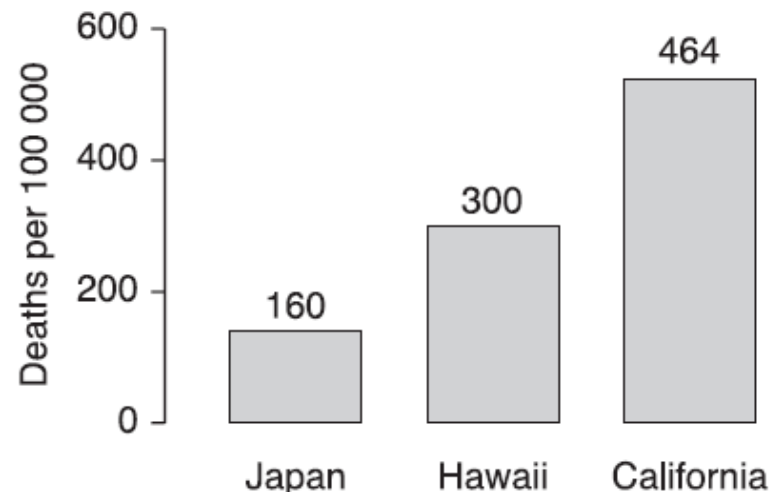
## Gráficos tridimensionales

- **No deben utilizarse** para reportar datos bidimensionales

Death Rate/100,000



datos son  
bidimensionales

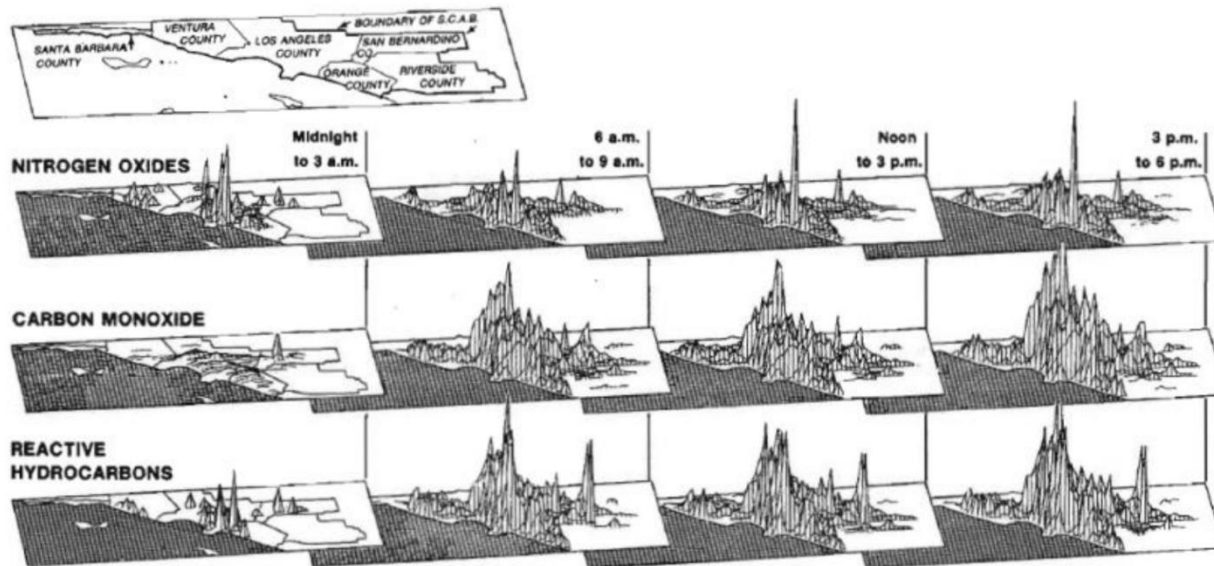


- Otras correcciones:

- Las barras se separaron y se les dió el mismo tono de gris
- Las barras son más anchas que la separación entre ellas
- El rótulo del eje vertical se colocó a lo largo del eje
- La división en la escala se redujo y las marcas se obicaron fuera del eje

## Gráficos tridimensionales

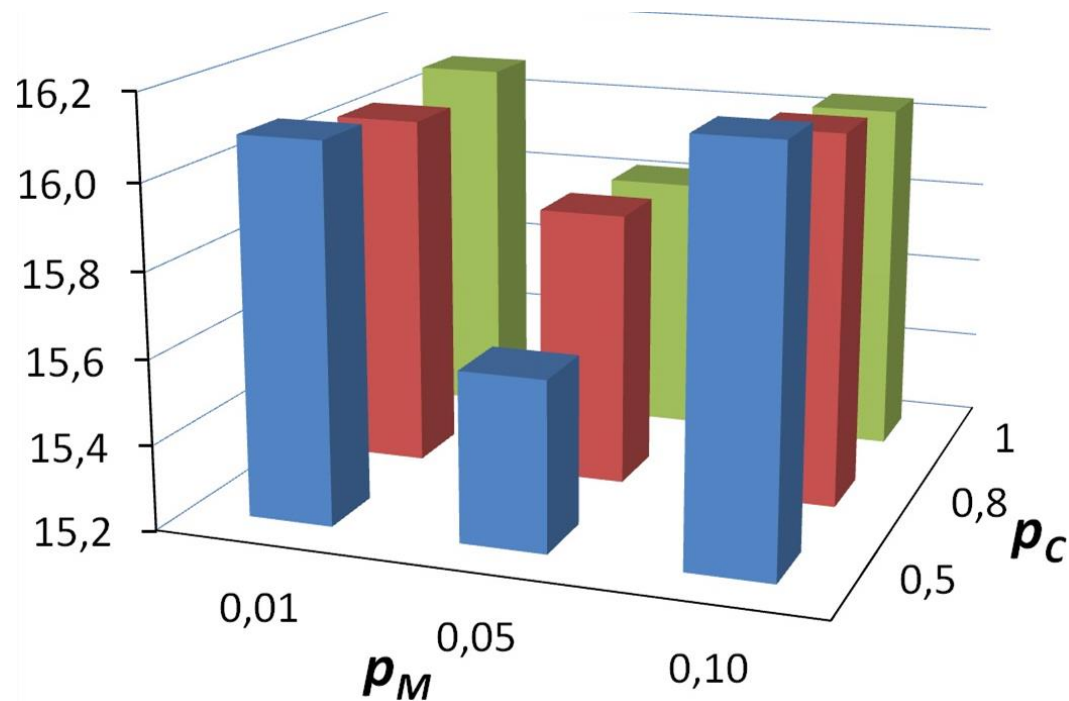
- Una verdadera tercera dimensión es muy poco frecuente en los resultados científicos
- Un excelente ejemplo es presentado en “The Visual Display of Quantitative Information” (Tufte 1983, pp. 42)
  - Polución del aire en seis condados de California



- Sin la tercera dimensión no es posible diferenciar entre el pico sobre San Bernardino [en el fondo] y el pico sobre Los Angeles

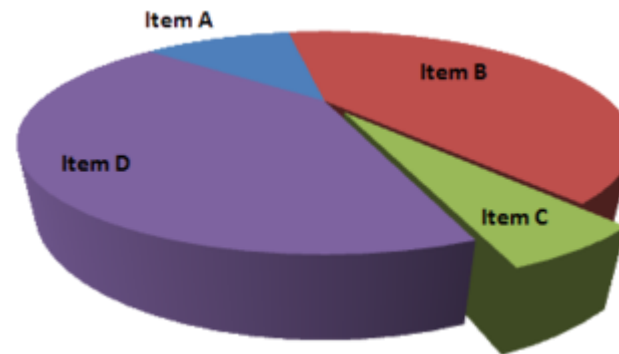
## Gráficos tridimensionales

- Otro ejemplo, para reporte de diferentes configuraciones de un algoritmo



## Gráficos de torta

- Pueden ser tridimensionales o bidimensionales
- Los gráficos de torta tridimensionales **no** son útiles [en general] para reportar resultados científicos
  - Al lector le resulta complejo comparar segmentos y sectores de gráficos, en especial cuando los gráficos tienen tamaño diferente
  - Además, en general desperdician espacio [menor cantidad de datos por área de gráfico]



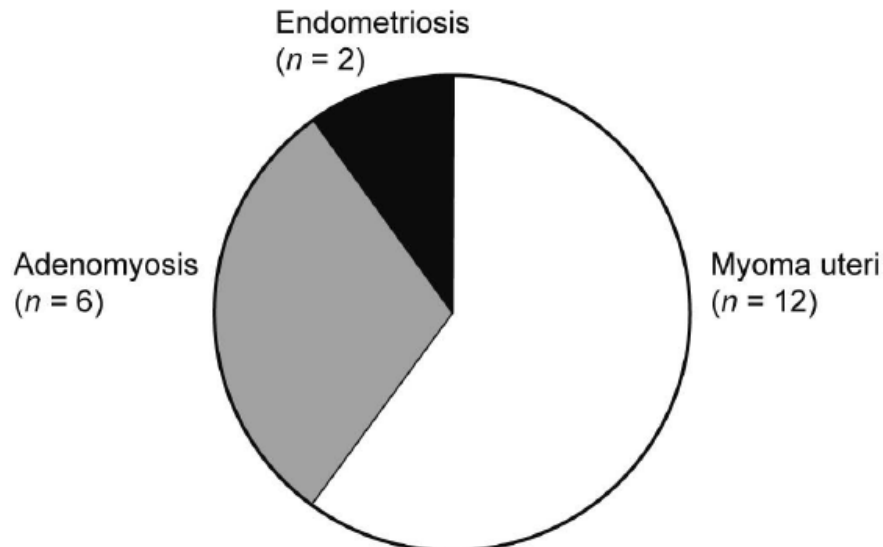
- “The only worse design than a pie chart is several of them.”  
(Tufte 1983, pp. 178)

## Gráficos de torta bidimensionales

- Es una herramienta más ilustrativa que científica, por lo cual es más apropiada para artículos de divulgación
- Un buen gráfico de torta bidimensional debe tener cuatro características:
  1. El segmento más largo debe comenzar en la vertical (12 horas)
  2. Los otros segmentos se ubican consecutivamente en orden decreciente de tamaño, según el sentido de las agujas del reloj
  3. No deben existir más de 5 segmentos
  4. Las etiquetas deben estar fuera del círculo
  5. Un sector puede separarse del resto para enfatizar su importancia

## Gráficos de torta bidimensionales

- Características:
  1. El segmento más largo debe comenzar en la vertical
  2. Segmentos consecutivos [orden decreciente sentido del reloj]
  3. No más de 5 segmentos
  4. Las etiquetas deben estar fuera del círculo



- No debe perderse de vista que resulta más simple [y ocupa menos espacio] redactar “De los 20 pacientes estudiados, 12 tuvieron myoma uteri, 6 adenomyosis; y 2 endometriosis”.

## Antes de enviar un artículo a revisión

- Debe verificarse que todos los gráficos admitan la reducción [legible, comprensible] al formato usado por la publicación destino [si es doble columna, tener en cuenta que cada columna tiene aproximadamente 8 cm de ancho)
- En su versión final, el texto de los ejes debe tener un tamaño similar a la del texto del artículo
- Debe verificarse que los colores sean apropiados para representar lo que se está reportando
- Debe verificarse que todos los gráficos [y otras figuras] cumplan con los requisitos de calidad [dpi] de la publicación destino



## Normas generales

- Las principales recomendaciones indicadas para los gráficos son también válidas para las figuras en general
1. La figura debe ser autoexplicativa y simple de comprender
    - Explicaciones adicionales pueden incluirse en el pie de figura o en la referencia al gráfico en el cuerpo del documento
  2. Todos los elementos de la figura deben estar explicados
    - El significado de cada elemento debe estar explicado y ser simple de comprender
  3. No deben incluirse elementos superfluos
  4. Todos los elementos incluidos deben ser **distinguibles, entendibles, perfectamente visibles y legibles**

## Normas generales

- No deben incluirse elementos superfluos
- Todos los elementos incluidos deben ser **distinguibles, entendibles, perfectamente visibles y legibles**
- **Las figuras deben proveer un impacto visual importante y comunicar efectivamente lo que se desea presentar**
- Tradicionalmente, las figuras están destinadas a presentar patrones o relaciones entre elementos relevantes
- También pueden utilizarse para comunicar procesos o desplegar resultados complejos de una forma simple
- Las figuras no deben utilizarse para duplicar la información presentada en el texto o reportada en las tablas

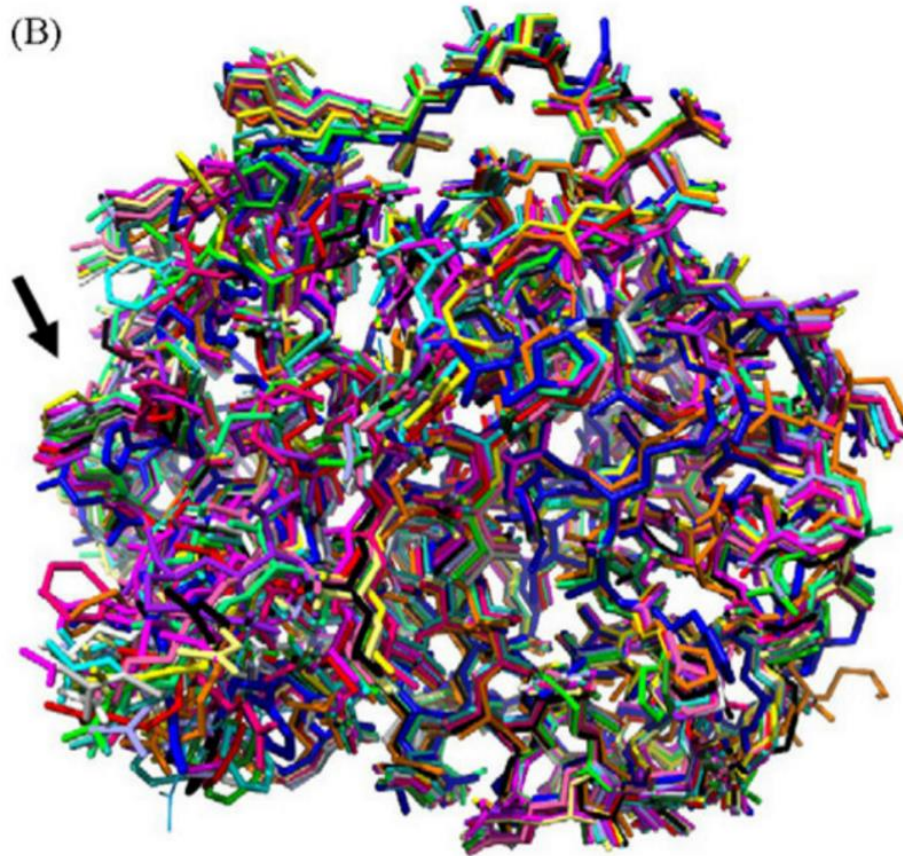
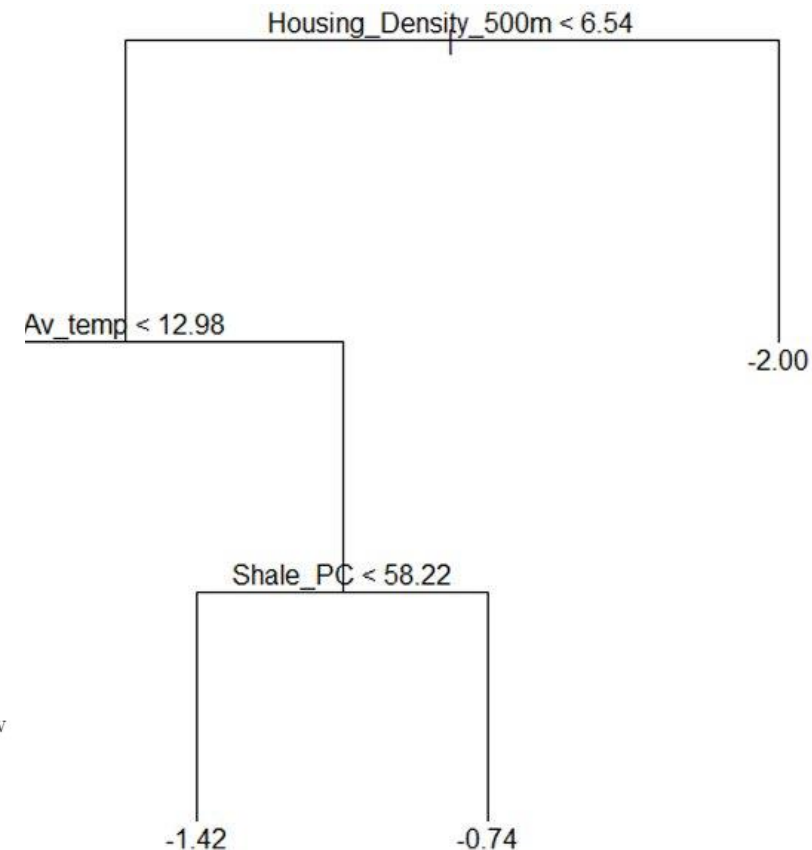


Figure 3(B).  
Superimposition of 20 models of the  $\beta$ -subunit with position  $\beta$ -42 mutation, built by computer programs. Arrow indicates the area of this mutated position.

Qi X, Chen Y, Jiang K, Zuo W, Luo Z, Wei Y, Diub L, Wei H, Huang R, Du Q (2012) Saturation-Mutagenesis in Two Positions Distant from Active Site of a *Klebsiella pneumoniae* Glycerol Dehydratase Identifies Some Highly Active Mutants. *Journal of Biotechnology*, 144(1):43-50.

Figure 5. Regression tree for foraging activity. Each split corresponds to a rule which is displayed with the variable causing the split (Condition *Threlfall CG, Law B, Banks PB (2012) Influence of Landscape Structure and Human Modifications on Insect Biomass and Bat Foraging Activity in an Urban Landscape. PLoS ONE 7(6): e38800. doi:10.1371/journal.pone.0038800*



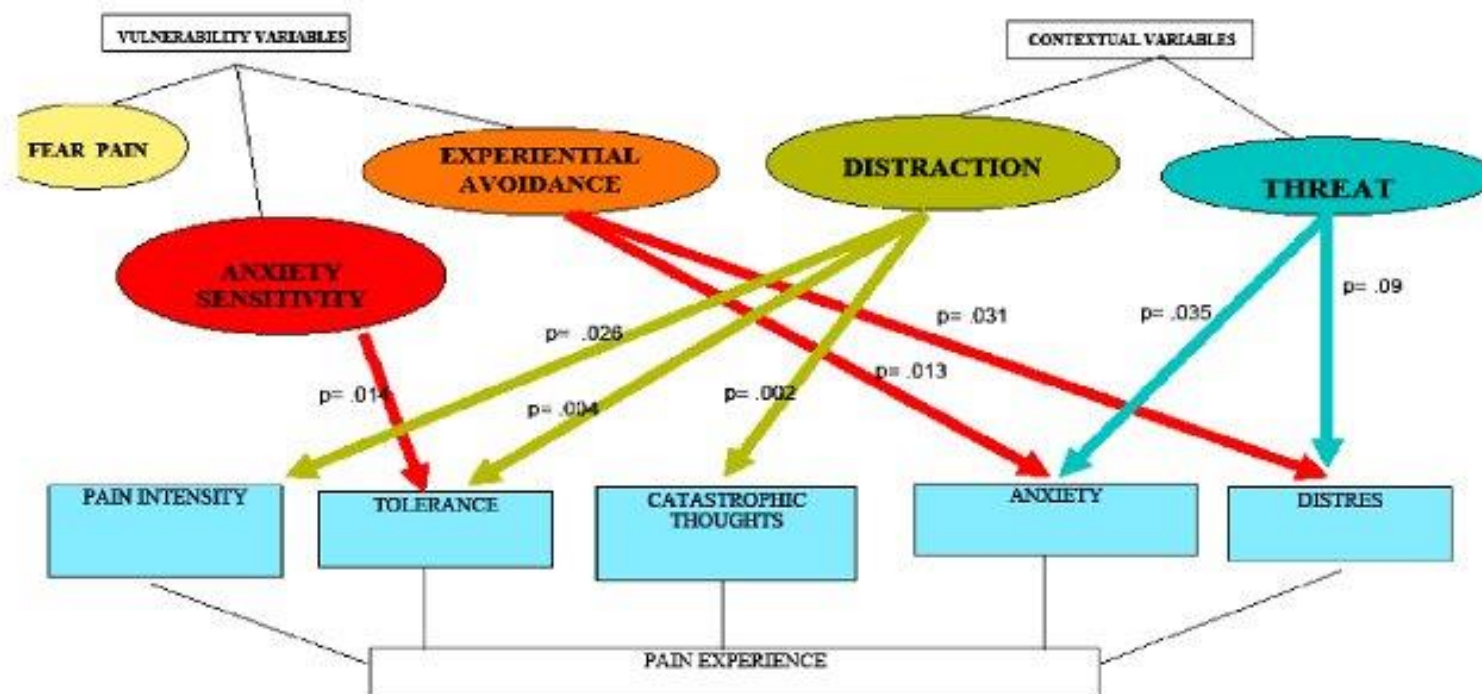
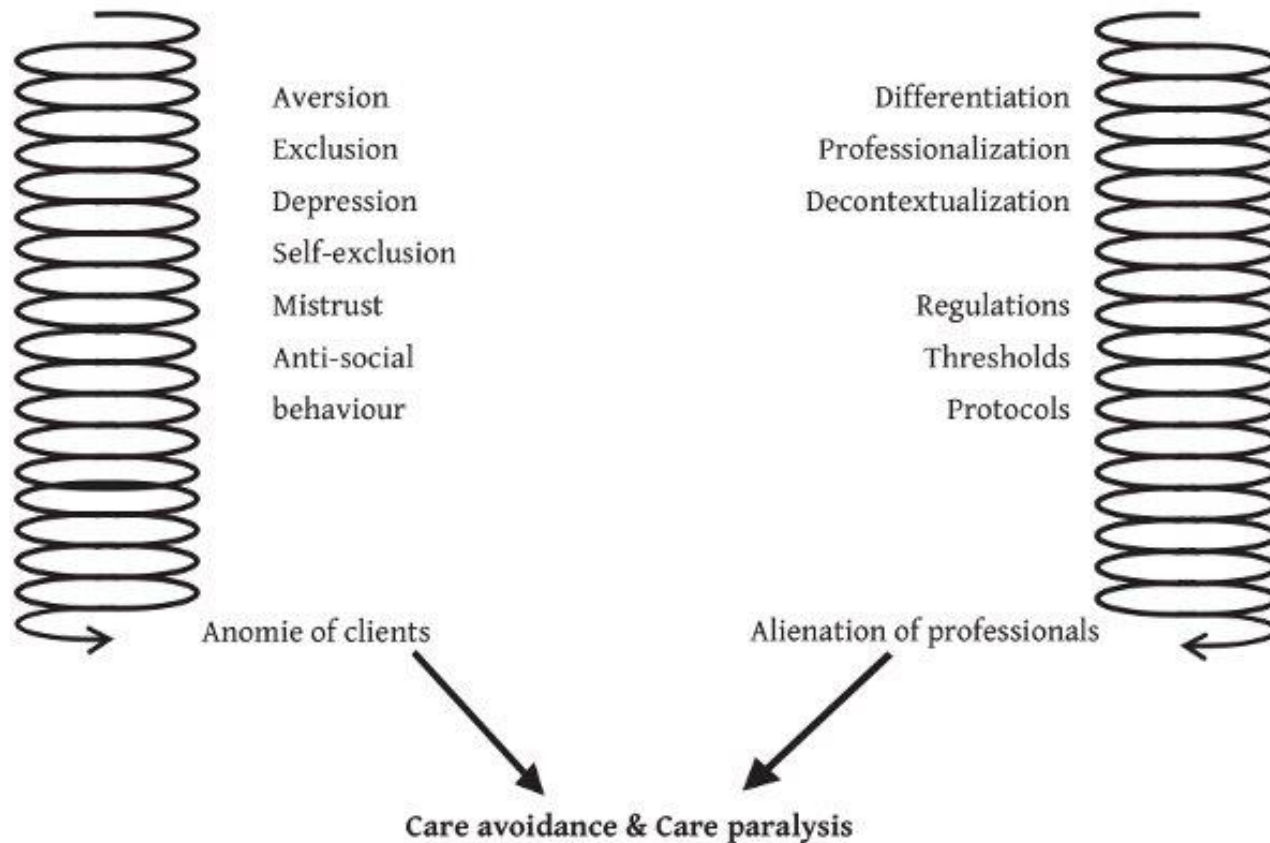


Figure 1.  
Relationships between psychosocial antecedent variables, factors and dependent variables.  
Gutiérrez AIM, Zarazaga MRE, Damme SV. (2011). *The Role of Anxiety Sensitivity, Fear of Pain and Experiential Avoidance in Experimental Pain*. Psychology. Vol.2, No.8, 817-823 doi:10.4236/psych.2011.28125



**Figure 1.** The (re)production of care avoidance and care paralysis

Schout, G., de Jong, G., Zeelen, J. (2011). *Beyond Care Avoidance and Care Paralysis: Theorizing Public Mental Health Care. Sociology. 45:665*

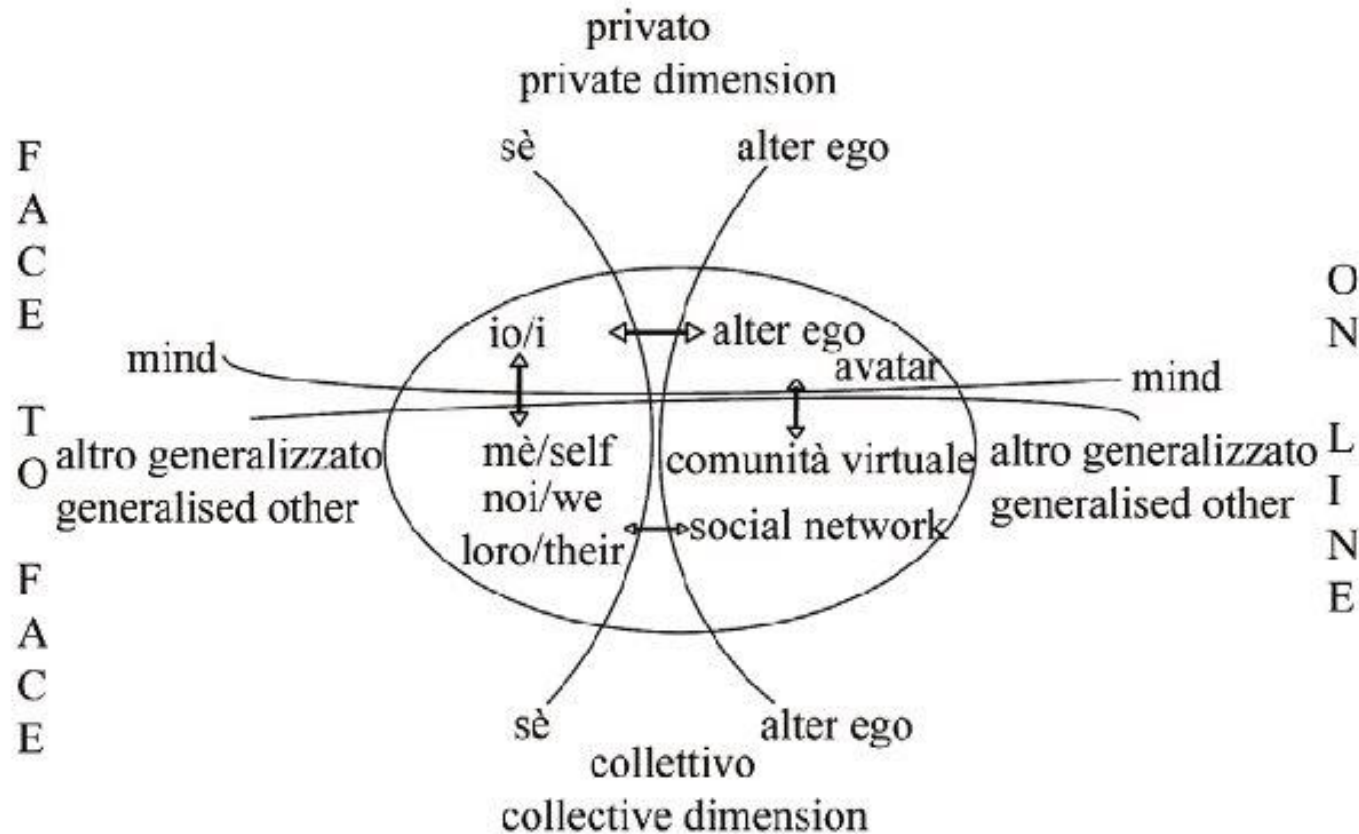


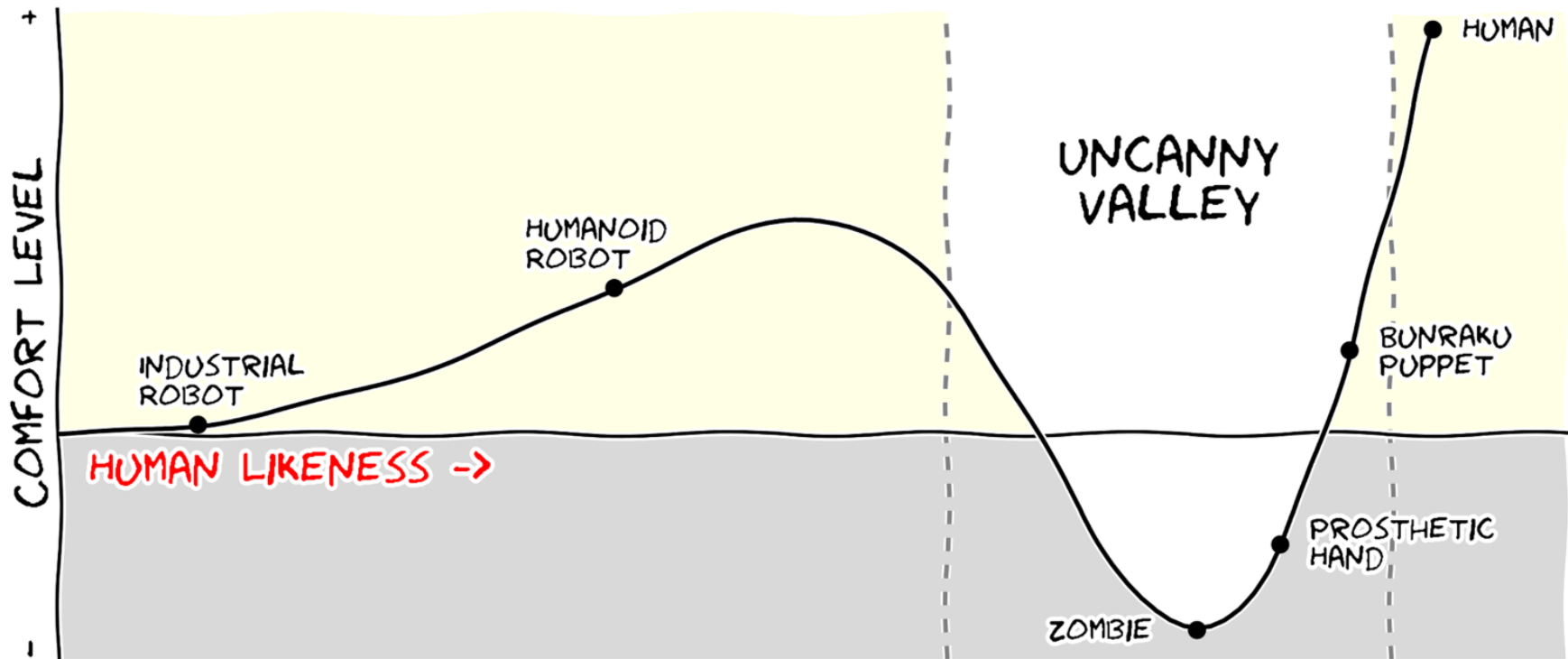
Figure 2.  
*Severino's flowchart.*

Severino, S., Messina, R. (2011). *Group Dynamics in On-Line and Face-to-Face Interactions: An Experimental Study on Learning Methods. Sociology Mind. Vol.1, No.2, 65-73*

## Consejos para diseñar buenas figuras

- Identificar el mensaje
- No saturar al lector con elementos y objetos innecesarios
- Utilizar adecuadamente los colores
- Incluir textos apropiados
- No confiar en los valores y formas por defecto
- No guiar incorrectamente al lector
- El mensaje debe primar sobre la belleza

## El mensaje debe primar sobre la belleza



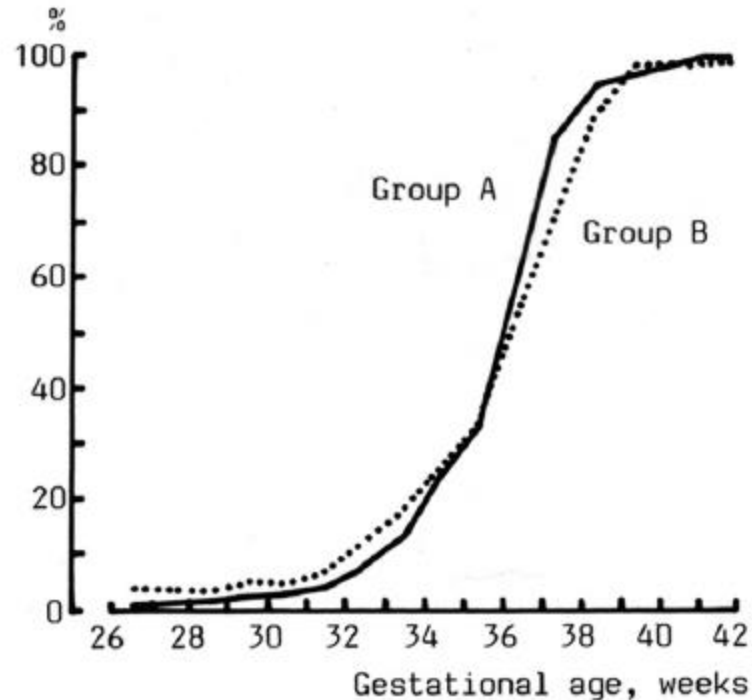


## Leyendas

- La leyenda de un gráfico o figura (*caption*) se ubica al pie del elemento gráfico correspondiente.
- La leyenda puede tener dos partes:
  1. el **título**, que determina el tópico de la figura
  2. el **mensaje**, que explica el contenido de la figura
- En ciertos casos, el mensaje es suficiente para explicar la figura
  - El mensaje podría encontrarse en el texto, en un párrafo específico de descripción de contenido de la figura
- Sin embargo, es muy común encontrar leyendas sin mensaje

## Leyendas

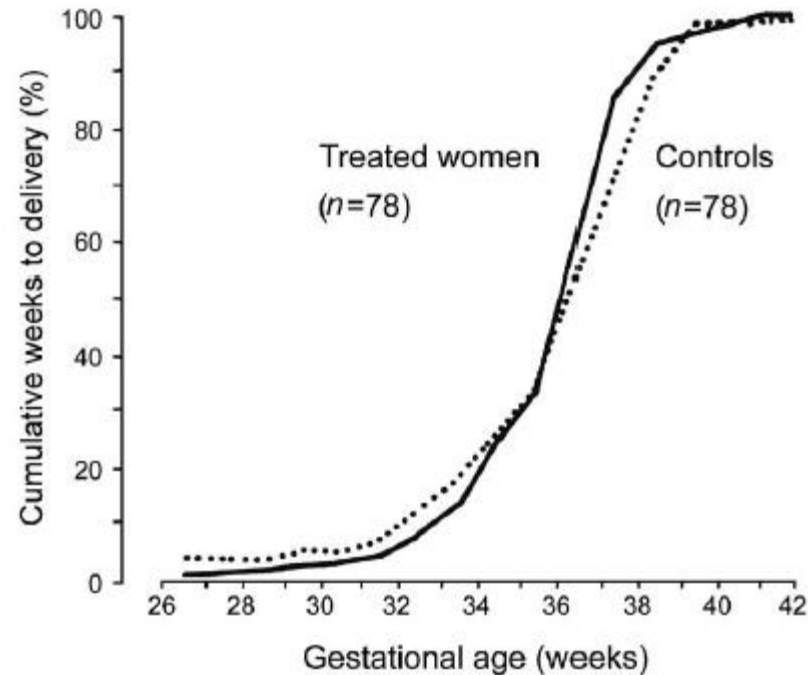
- Leyendas sin mensaje



**Figure 7.1 Cumulative weeks to delivery of women in group A (n = 78) and group B (n = 78).** (Acta Obstetricia et Gynecologica Scandinavica 1988; 67:81-4;)

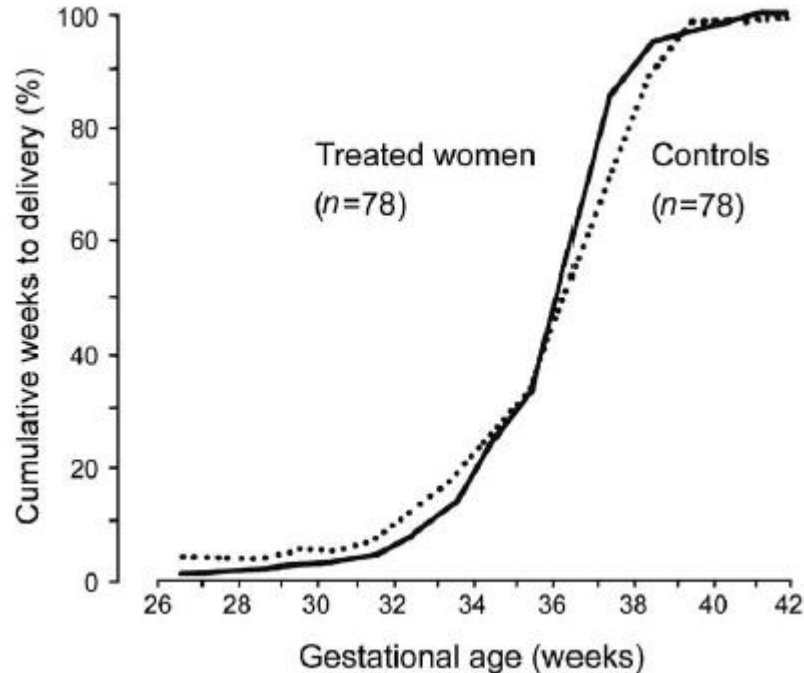
## Leyendas

- Una mejor versión: el mensaje queda explicado



**Figure 7.1 Outcome of twin pregnancy in women prescribed either prophylactic leave of absence from work (treated) or not (controls). Gestational duration did not differ between the groups.**

## Leyendas



**Figure 7.1 Outcome of twin pregnancy in women prescribed either prophylactic leave of absence from work (treated) or not (controls). Gestational duration did not differ between the groups.**

### Cambios:

1. Group A → Treated women, Group B → Controls; el lector no tiene que buscar en el texto qué significa cada grupo
2. Marcas del eje horizontal se movieron al exterior, no se superponen con la curva entre 0 y 30
3. La leyenda incluye una explicación del principal resultado

## Malos gráficos y buenos gráficos

- Un mal gráfico puede condicionar la calidad de un trabajo
- Tres características principales de malos gráficos:
  1. Ambigüedad de datos
  2. Distorsión de datos
  3. Distracción de datos

## Malos gráficos: ambigüedad de datos

- Imprecisión en la definición de lo que representan los datos.
- Cada elemento (punto, barra, etc.) debe **representar un número**
- El diseño y los elementos (gráficos y textos) del gráfico deben explicar **qué representa cada número**
- Leyenda, etiquetas de eje, valores, colores, tamaño, etc.
- Dado “33.3” permiten determinar la respuesta a “33.3 qué?”
  
- **En un gráfico con ambigüedad de datos, los elementos no están correctamente seleccionados o determinados para definir con exactitud qué representa un determinado valor**

## Malos gráficos: distorsión de datos

- Típico al emplear gráficos-dibujo, que utiliza objetos 2D o 3D para representar la magnitudes de los puntos de datos
- En estos gráficos, tanto la altura como el ancho de un dibujo representan magnitudes que se incrementan proporcionalmente con los valores de los puntos de datos
- El efecto exagera las diferencias entre magnitudes, porque los lectores humanos tienden a percibir el área de las figuras en lugar de la altura/ancho como representantes de la magnitud.
- Ejemplo clásico: el increíble “shrinking family doctor” (Tufte, 1983, p. 69)

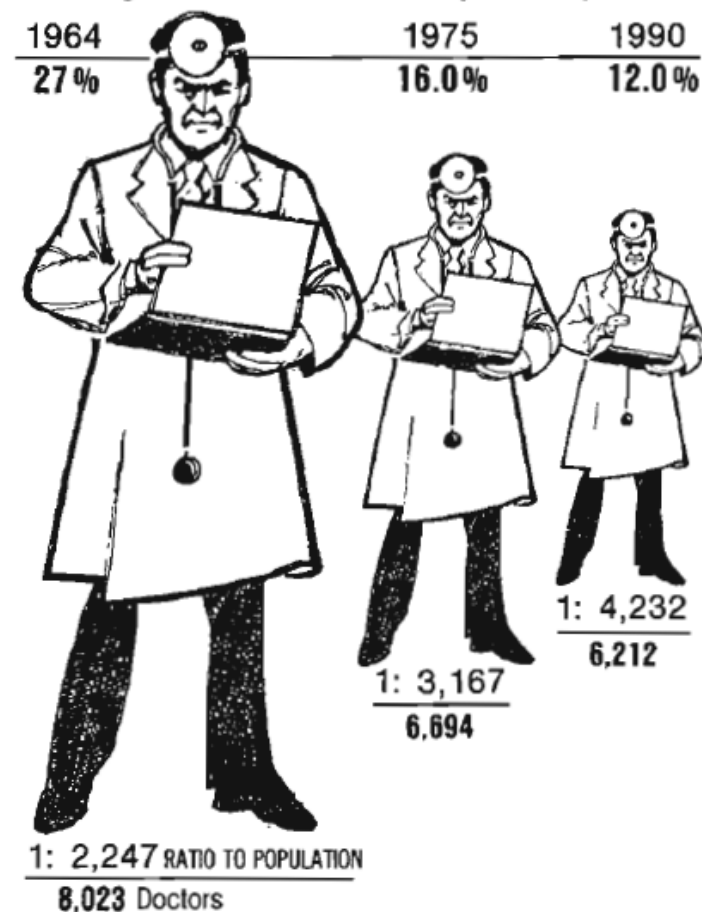
## Malos gráficos: distorsión de datos

- Los Angeles Times, 5 de agosto de 1979 página 3
- El doctor de 1990 tiene un poco menos de la mitad de altura que el doctor de 1964
- Cada doctor tiene la misma forma relativa
- Si el doctor de 1990 pesara 40 kg., cuánto pesaría el doctor de 1964?
- Seguramente muchísimo más que 80 kg !! (no es realista)

### THE SHRINKING FAMILY DOCTOR In California

Percentage of Doctors Devoted Solely to Family Practice

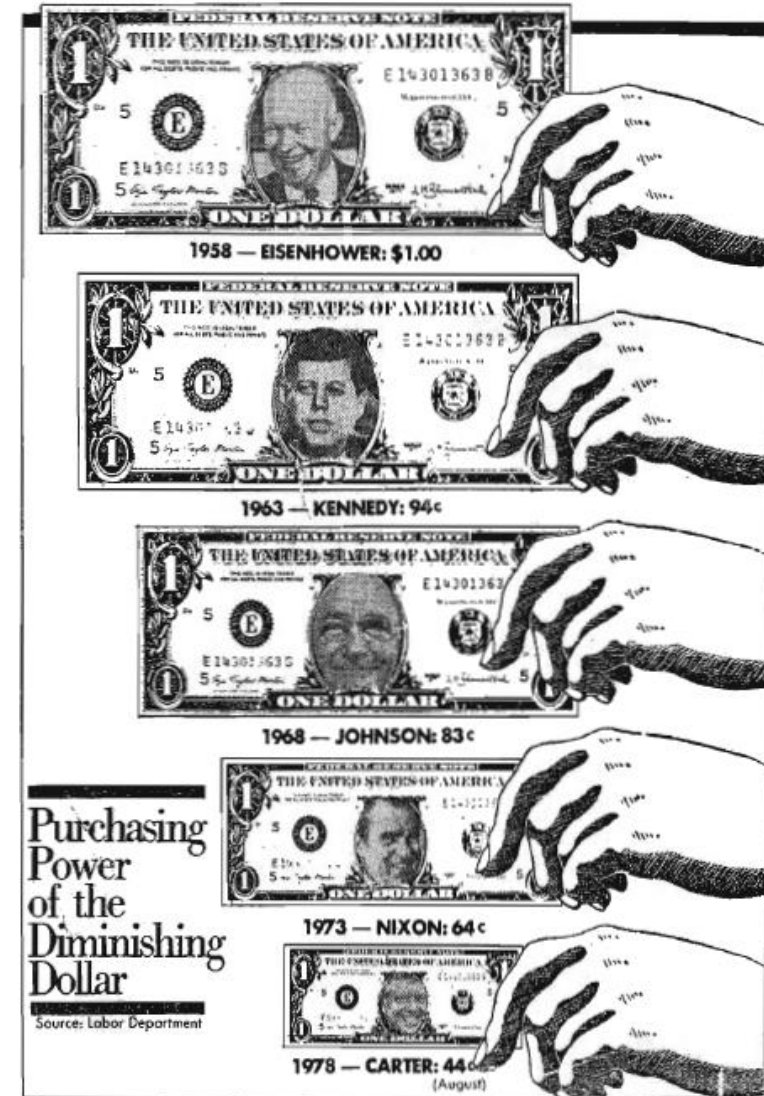
1964	1975	1990
27%	16.0%	12.0%





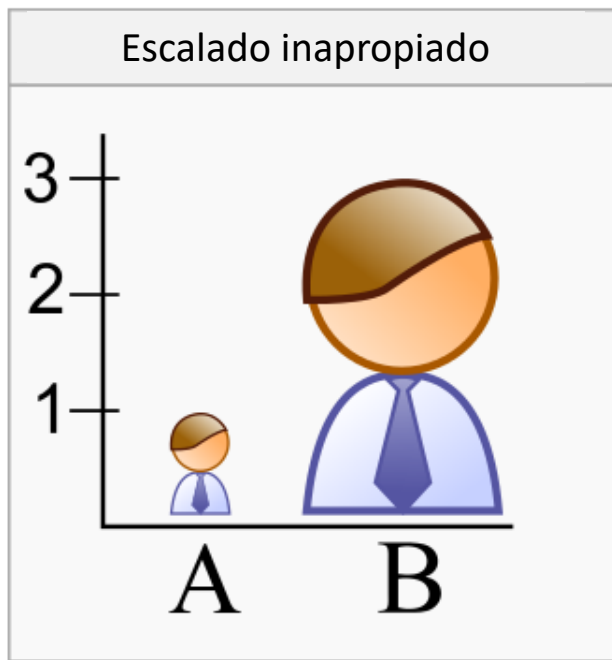
## Malos gráficos: distorsión de datos

- Otros ejemplos similares: utilizan áreas (de objetos bidimensionales) para reportar valores unidimensionales
- Ejemplo clásico: el dólar se encoge (Washington Post, 25 de octubre de 1978, página 1)
- El objetivo es mostrar la devaluación o la reducción en el poder de compra de la moneda
- Sin embargo, el dolar de 1978 ...



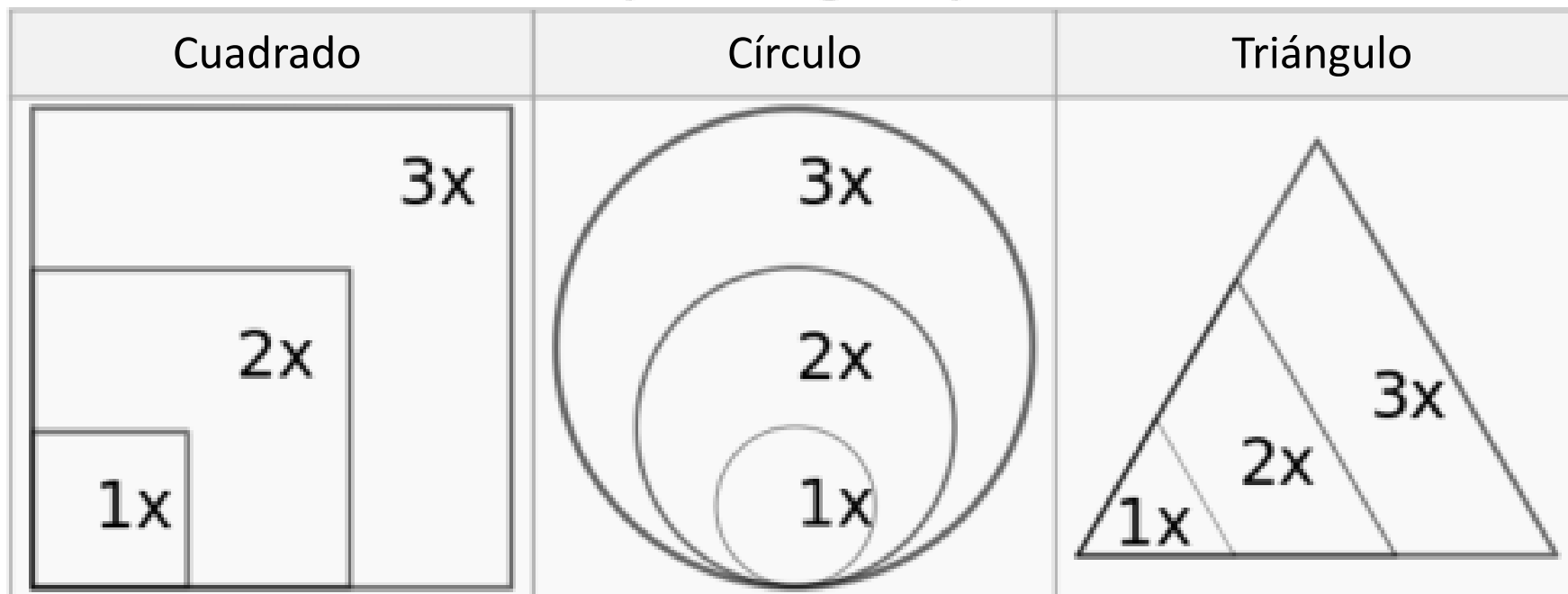
## Malos gráficos: distorsión de datos

- Otros ejemplos similares: utilizan áreas (de objetos bidimensionales) para reportar valores unidimensionales



## Malos gráficos: distorsión de datos

- Al escalar, los tamaños percibidos se incrementan según el área

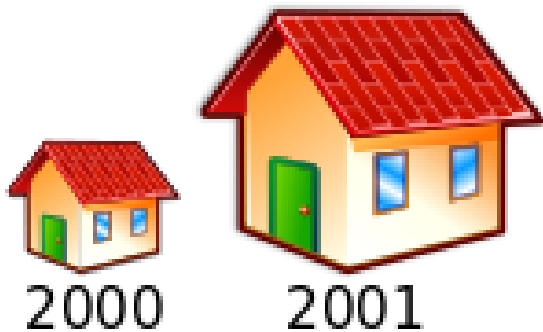


- En tres dimensiones el efecto se amplifica, ya que los tamaños percibidos se incrementan según el volumen

## Malos gráficos: distorsión de datos

- En tres dimensiones el efecto se amplifica, ya que los tamaños percibidos se incrementan según el volumen

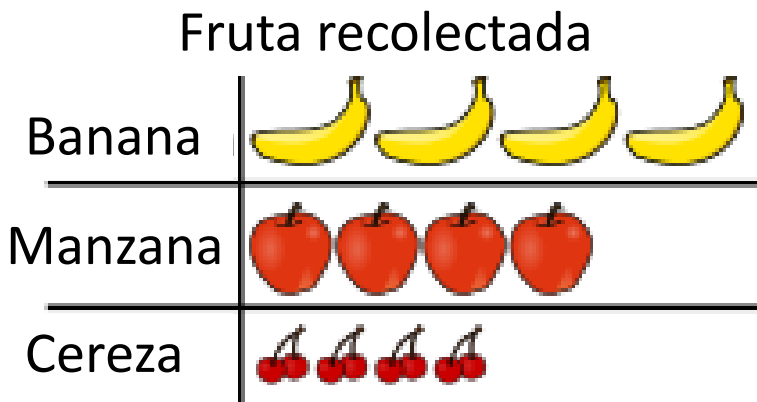
Venta de casas



- Cuánto creció la venta de casas en 2001 ?
- No se presenta un eje, ni valores: el lector no puede comparar correctamente
- Escala: 2x, el cambio parece ser mucho mayor

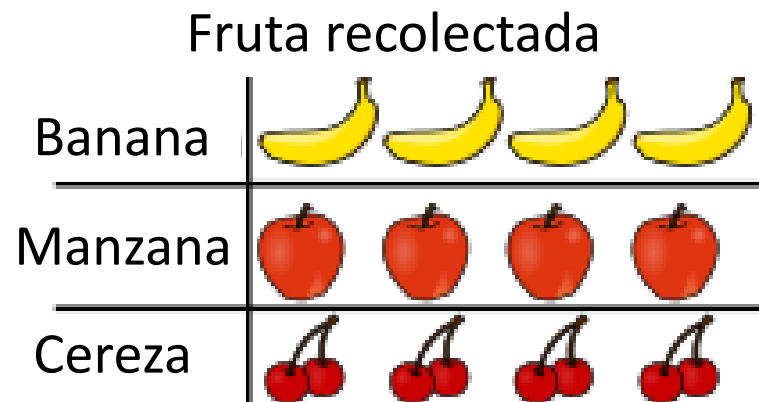
## Malos gráficos: distorsión de datos

- El uso de elementos de diferente tamaño puede sugerir valores incorrectos



- Parece que se recolectó más banana [solo porque el elemento utilizado tiene mayor tamaño]

- Versión correcta:

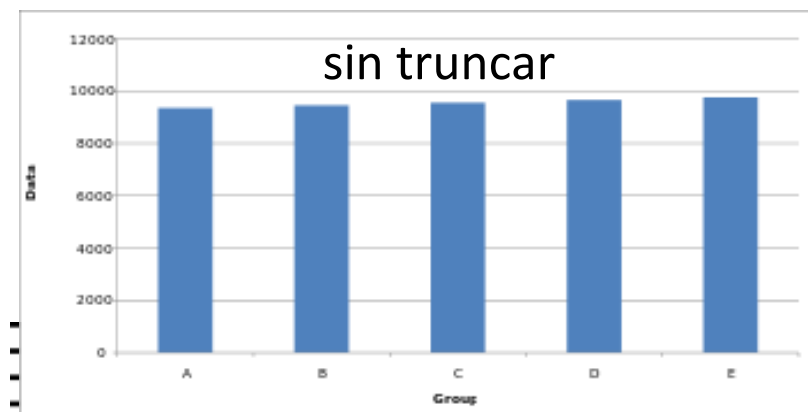
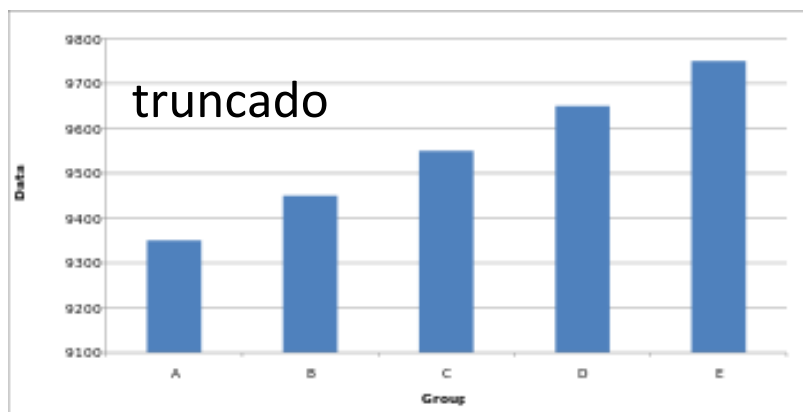


## Malos gráficos: escala logarítmica

- Puede ser confuso para lectores no especializados
  - Valores muy diferentes pueden aparecer muy “cercanos” visualmente (por ejemplo, 10 y 10.000, en una escala logarítmica de base 10 serán "1" y "4" )
  - Valores pequeños (menores que la base) pueden aparecer como negativos
- Debe etiquetarse y mencionarse explícitamente en el pie del gráfico
- La base debe ser claramente especificada: **e** o **10**?
- Un uso inapropiado de la escala logarítmica puede afectar la percepción de las relaciones entre variables, en especial para leyes exponenciales o de potencia que crecen muy rápidamente.
- **“Anything looks linear on a log-log plot with thick marker pen”**

## Malos gráficos: gráficos truncados

- El eje y no comienza en cero
  - Puede crear la impresión de grandes cambios, cuando en realidad las diferencias son pequeñas
- Son útiles para ilustrar pequeñas diferencias
- Software comercial (e.g., MS Excel) tienden a truncar

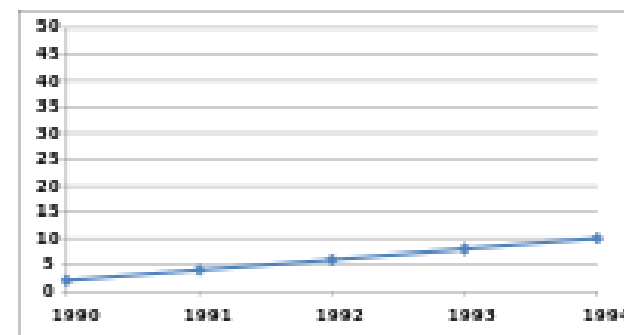
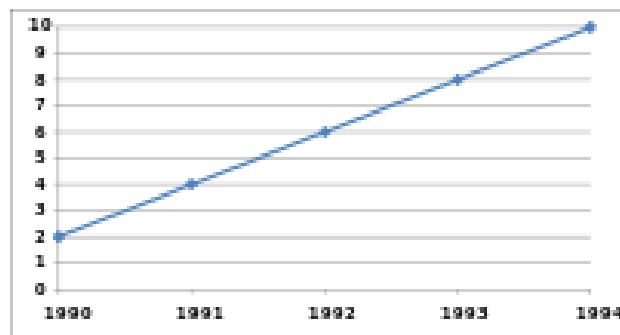
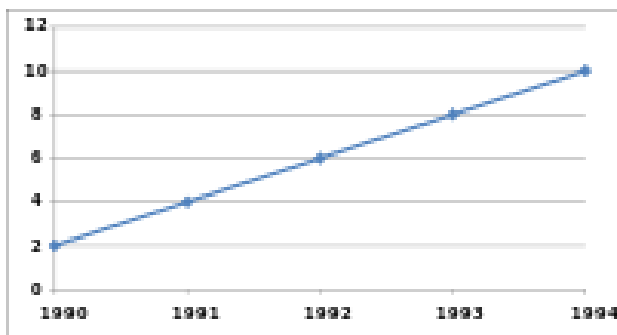


- Debe indicarse el eje truncado

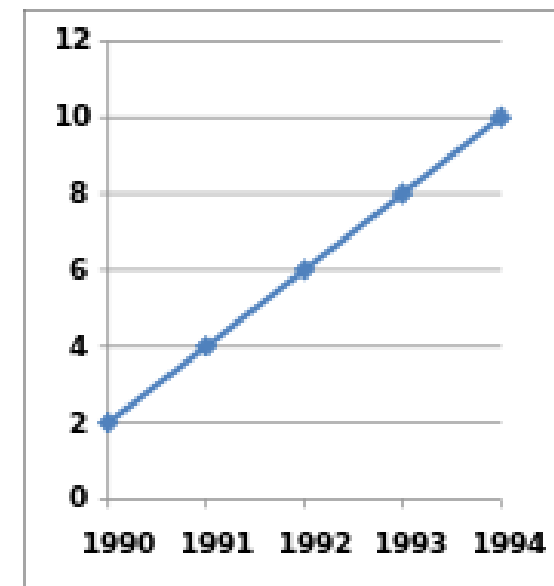
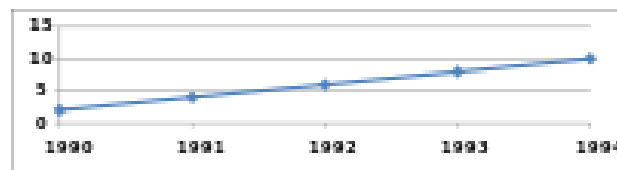
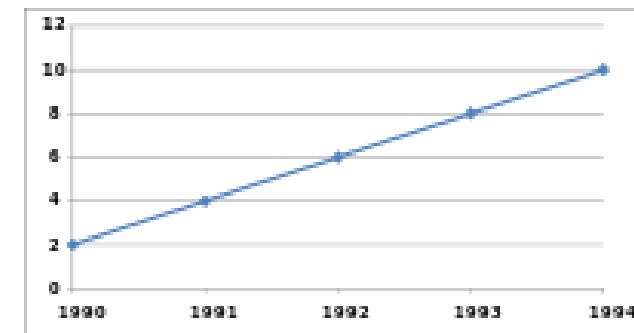


## Malos gráficos: cambios en los ejes

- Cambio de escala (valor máximo del eje y)



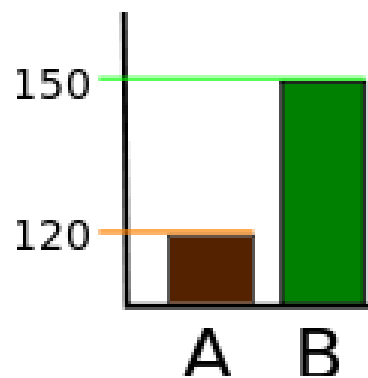
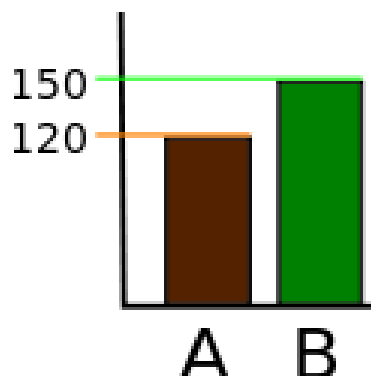
- Cambio de escala (dimensión del eje x)



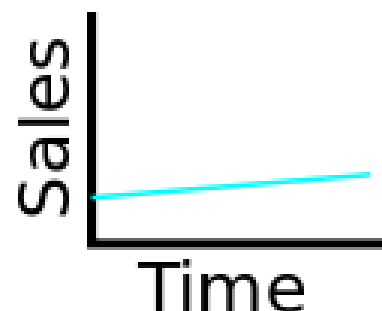
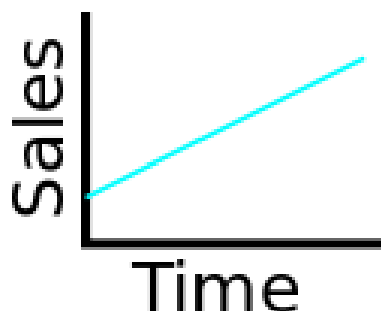
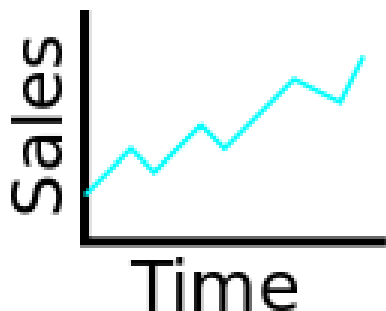


## Malos gráficos: escalas distorsionadas

- Ausencia de valor inicial, no se sabe si el gráfico está truncado o no
- Ausencia de marcas de escala, la representación visual es poco clara

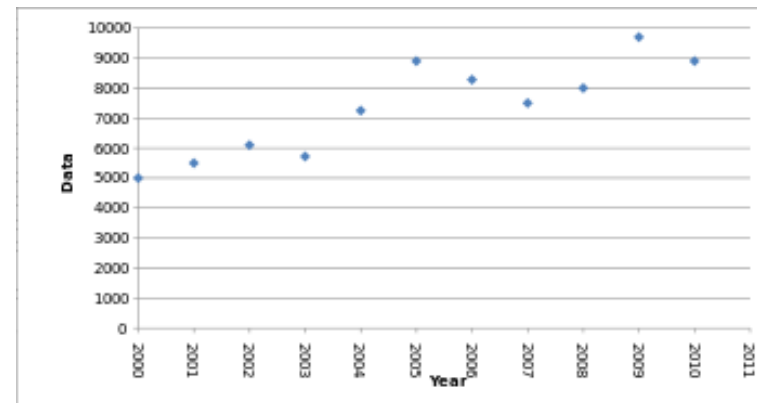
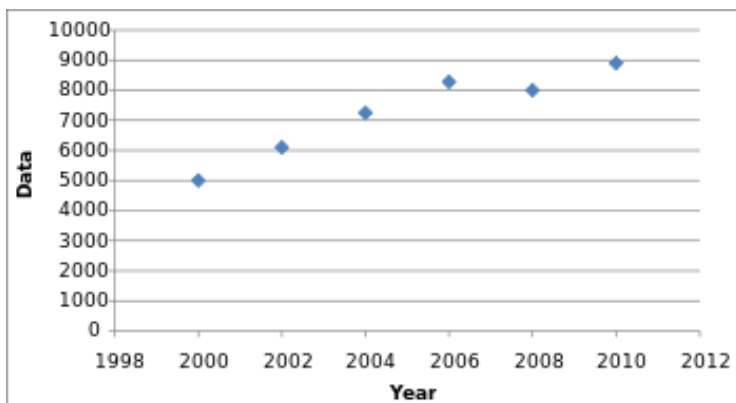


- Cambio de escalas (dimensión de eje x y de eje y)

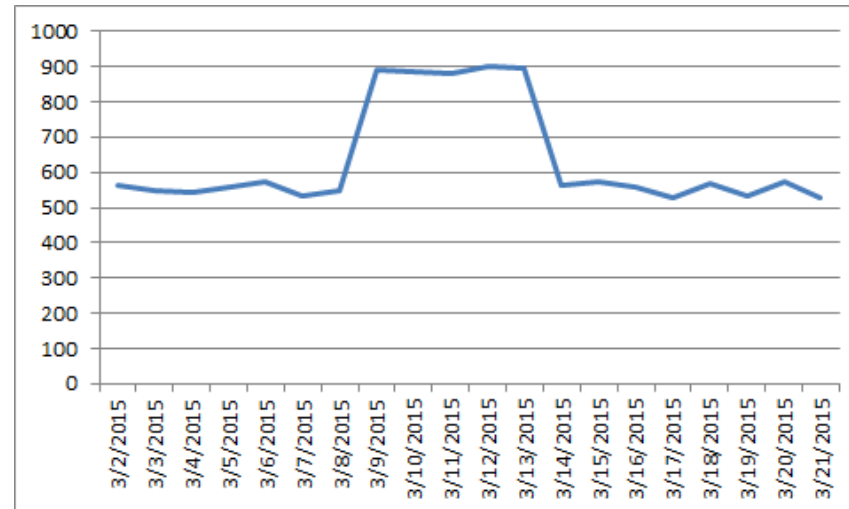
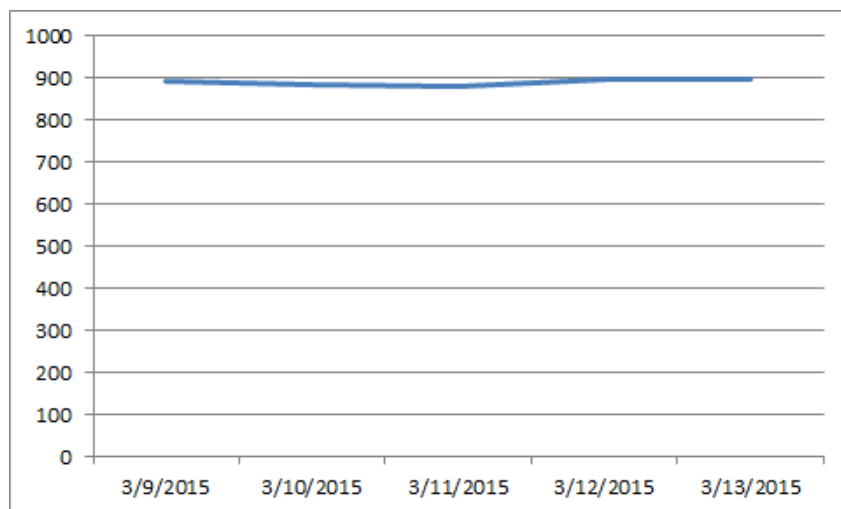


## Malos gráficos: omitir datos

- Se omite información importante para extraer conclusiones



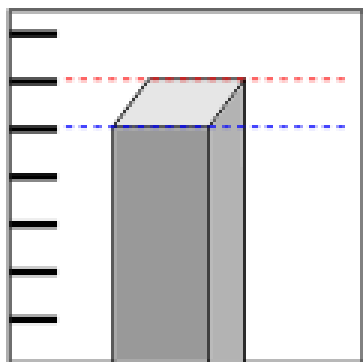
- Extracción impropia de resultados no representativos



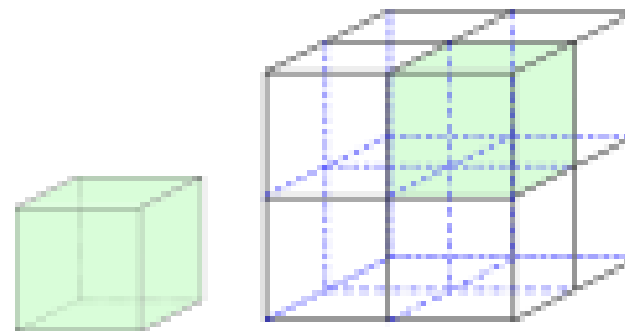
## Malos gráficos: tridimensionalidad superflua

- Una tercer dimensión superflua, que no contiene información, puede confundir al lector

1. Qué valor se representa ?

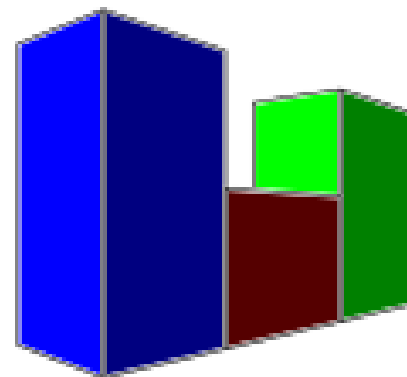


2. Qué representa la escala ?



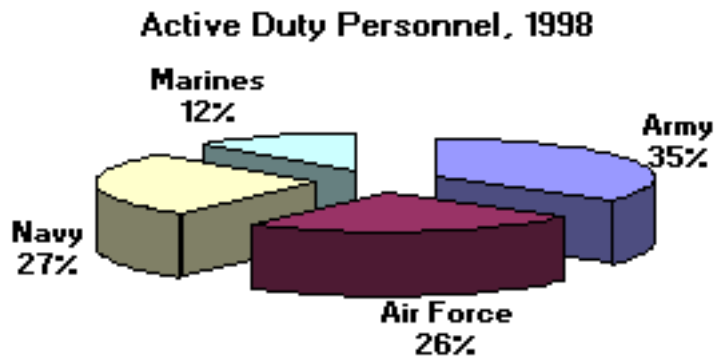
3. Las perspectivas pueden sugerir valores erróneos

- La barra azul parece más grande que la verde

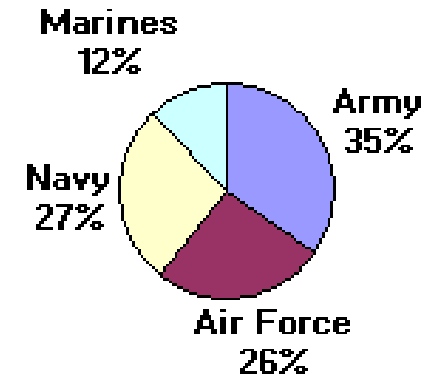


## Malos gráficos: tridimensionalidad superflua

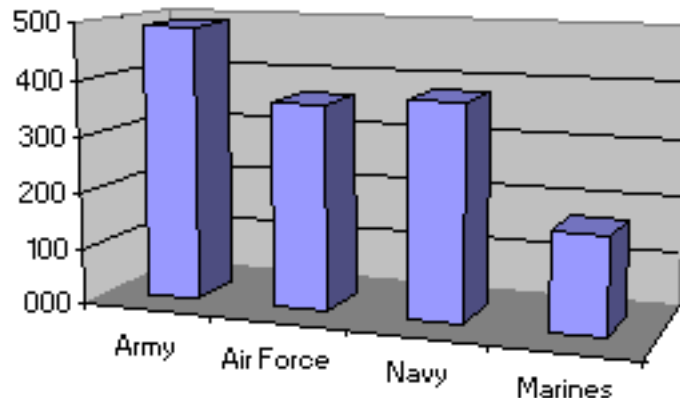
- Una tercer dimensión superflua, que no contiene información, puede confundir al lector



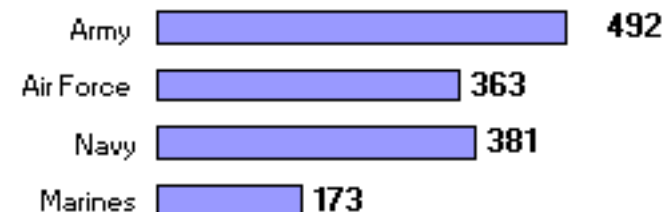
Active Duty Personnel, 1998



Active Duty Personnel, 1998  
(millions)



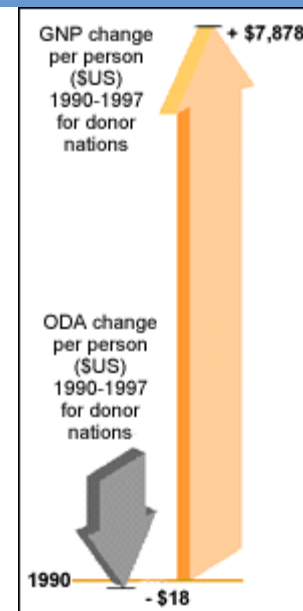
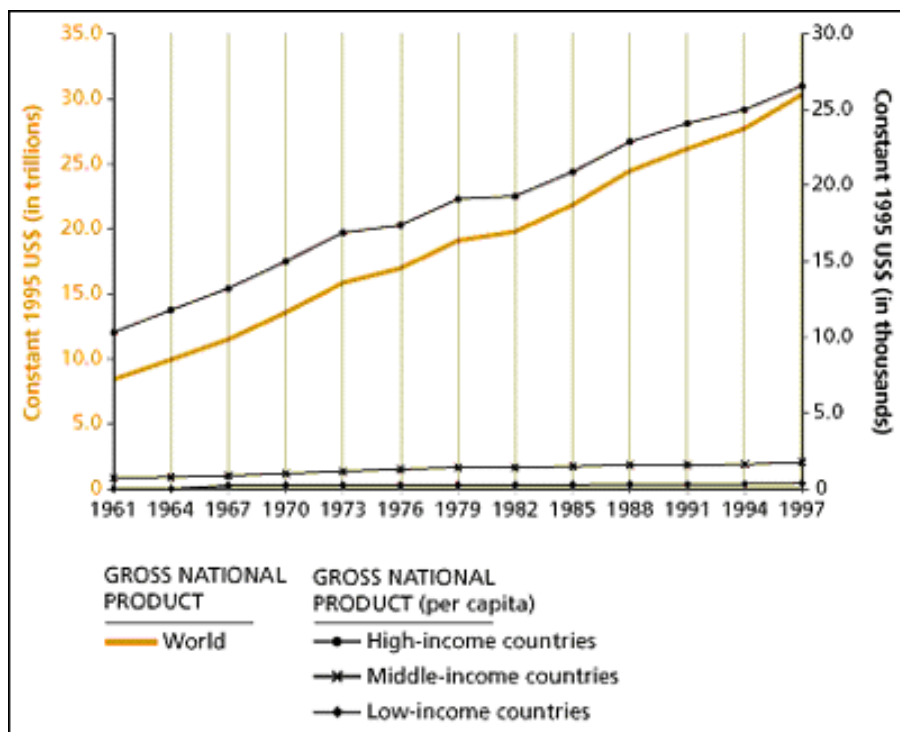
Active Duty Personnel, 1998  
(millions)



# Gráficos

## Malos gráficos: distorsión de datos

- La manera de reportar los datos es relevante
- Brecha entre países ricos y países pobres



UNICEF, *The Progress of Nations, Human Development Report 1999*

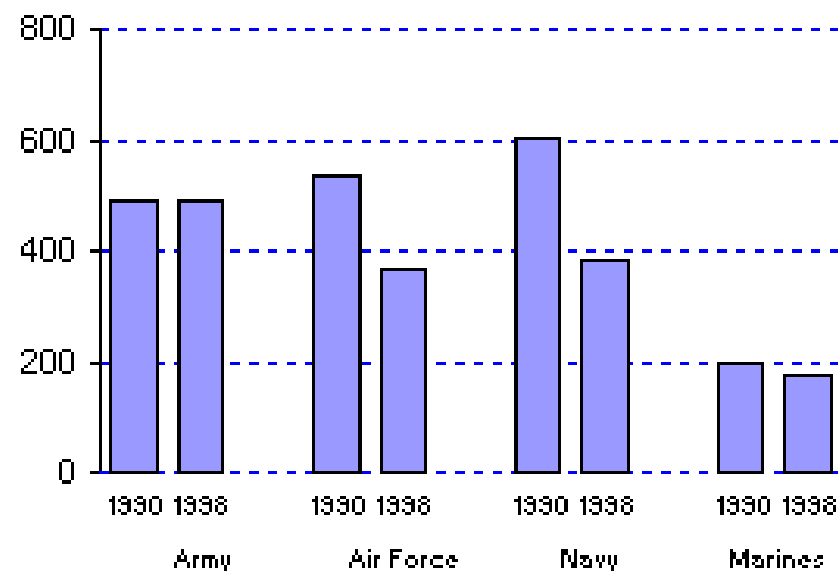
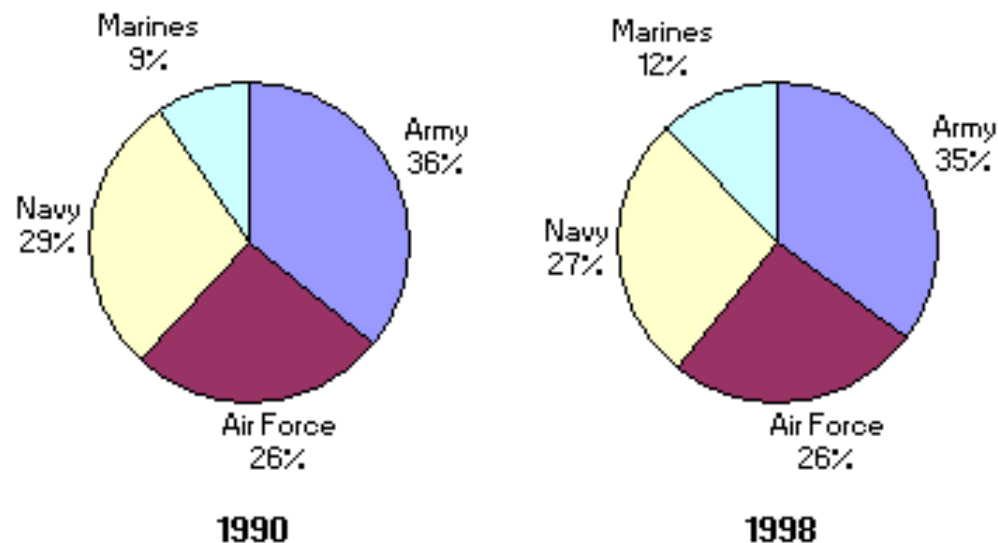
El tamaño de las flechas no significa nada!  
El cambio **NEGATIVO** de \$18 está representado por una pequeña línea

World Bank, *World Development Indicators 1999*

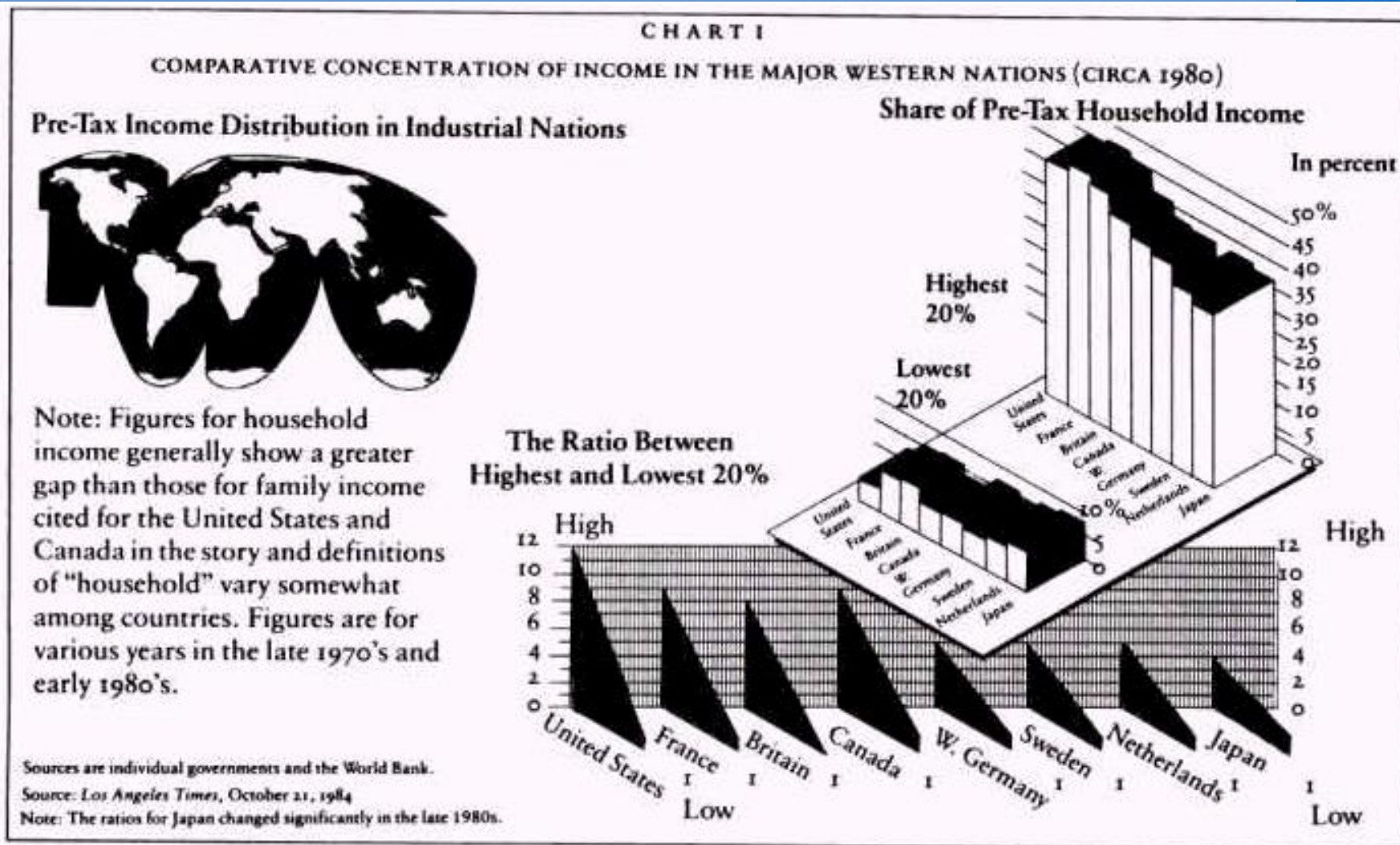
PBI de países ricos se triplicó (de \$12.000 a \$32.000),  
pero no se ve qué pasó con países pobres

## Malos gráficos: gráficos de torta para comparaciones

- No permiten establecer la comparación



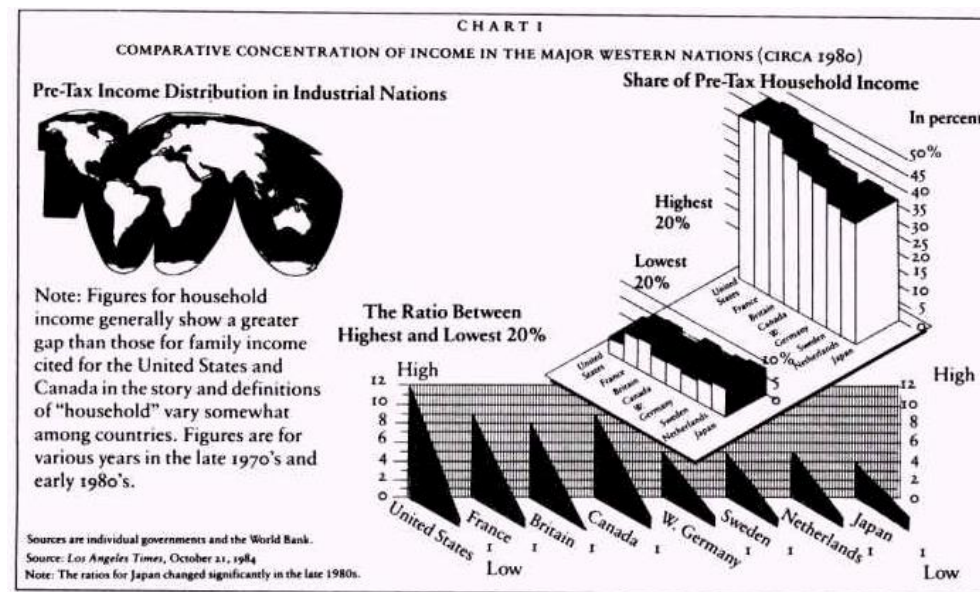
## Malos gráficos: ejemplo (1)



Kevin Phillips, *The Politics of Rich and Poor*, Harper Perennial, 1991

## Malos gráficos: ejemplo (1)

- Un mapa del mundo irrelevante
- Dos tipos diferentes de gráficos 3D, desde diferentes perspectivas
- Los nombres de los países se repiten tres veces
- Se despliegan 24 valores numéricos y se usan 28 números para definir las escalas
- El orden de los países no es distinguible).
- La letra “I” se usa para separar países en el gráfico inferior !!





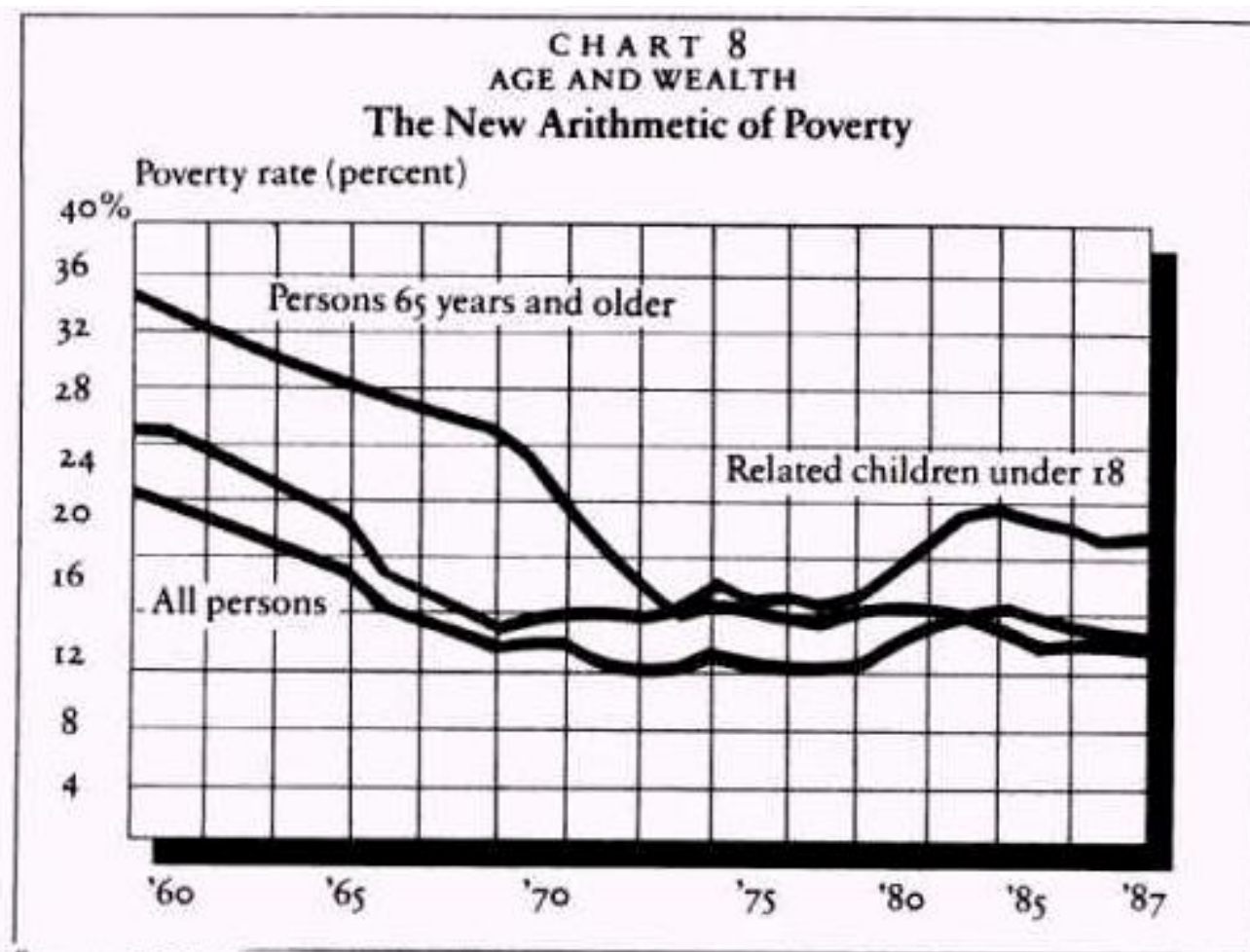
## Malos gráficos: ejemplo (2)

- Cómo reportar los datos ?

	<b>Pre-Tax income Distribution in Industrial Nations</b>		
	Share of Pre-tax Household Income		Ratio:
	Top income quintile	Bottom income quintile	Top to bottom shares
United States	45	4	12
Canada	42	4	9
France	47	5	9
Britain	45	6	8
W. Germany	39	8	5
Sweden	38	8	5
Netherlands	37	7	5
Japan	36	9	4

## Malos gráficos: ejemplo (2)

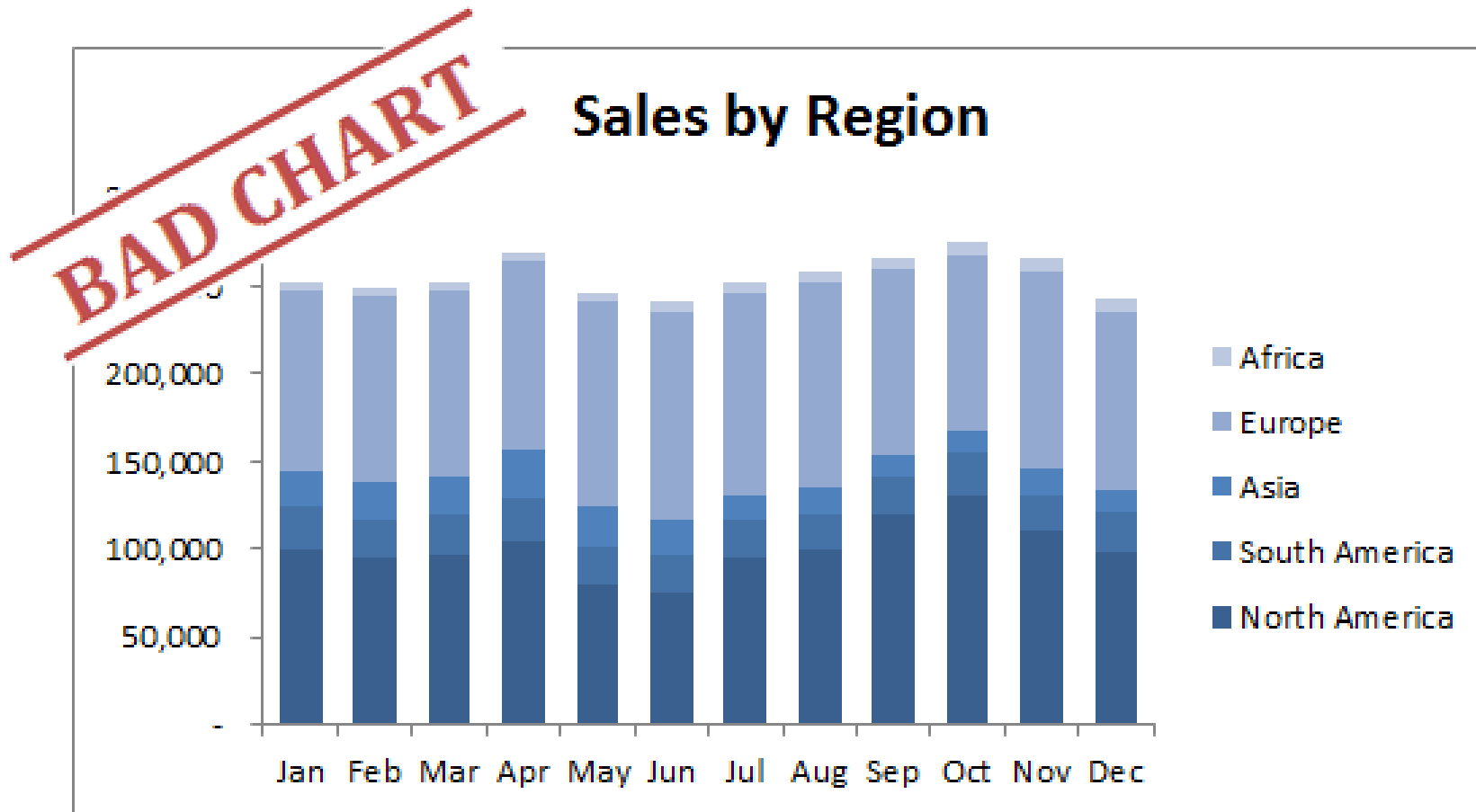
- Dónde se cruzan las series?



Source: U.S. Bureau of the Census

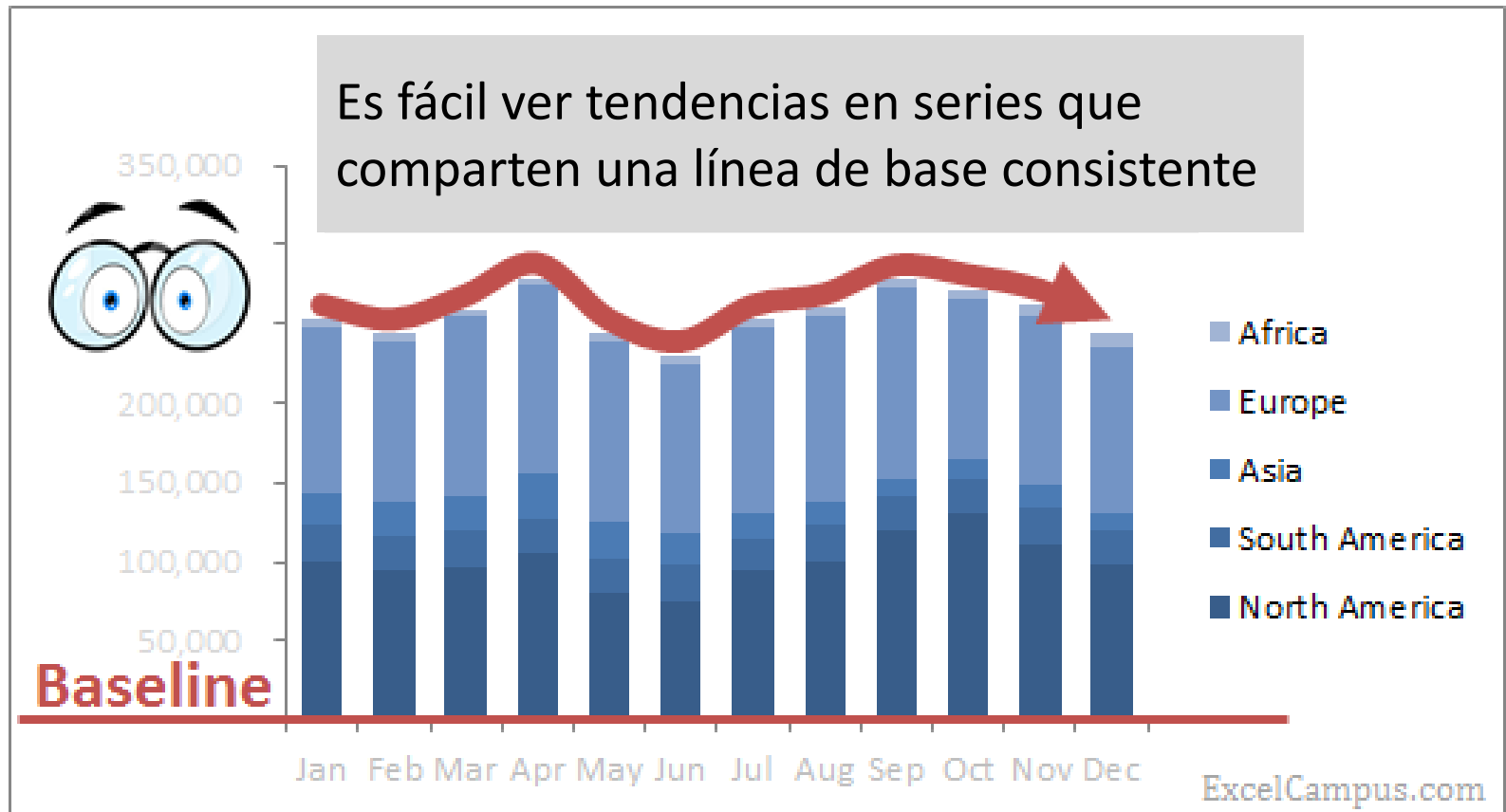
## Malos gráficos: ejemplo (3)

- Gráficos de barras apiladas



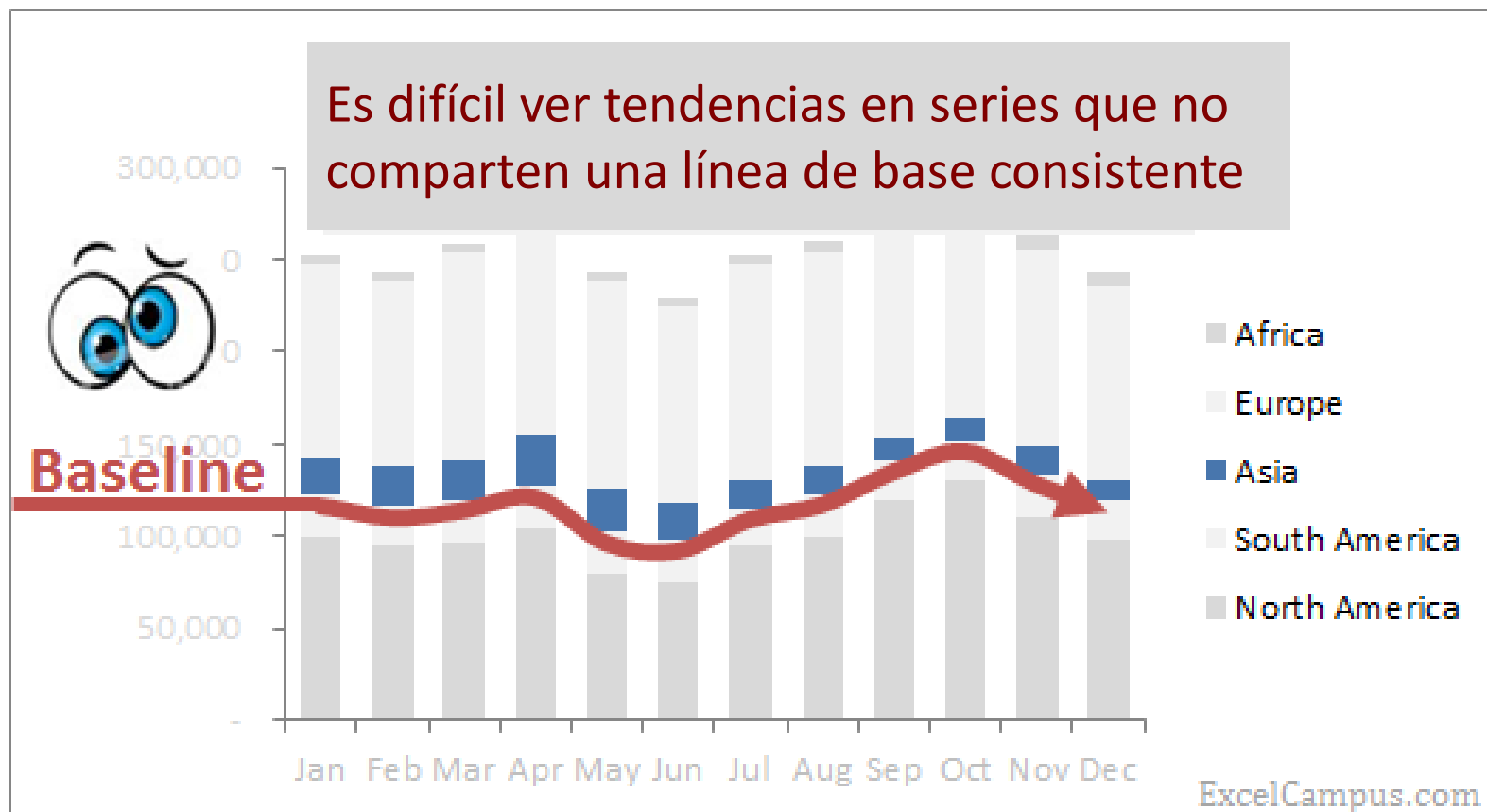
## Malos gráficos: ejemplo (3)

- Gráficos de barras apiladas

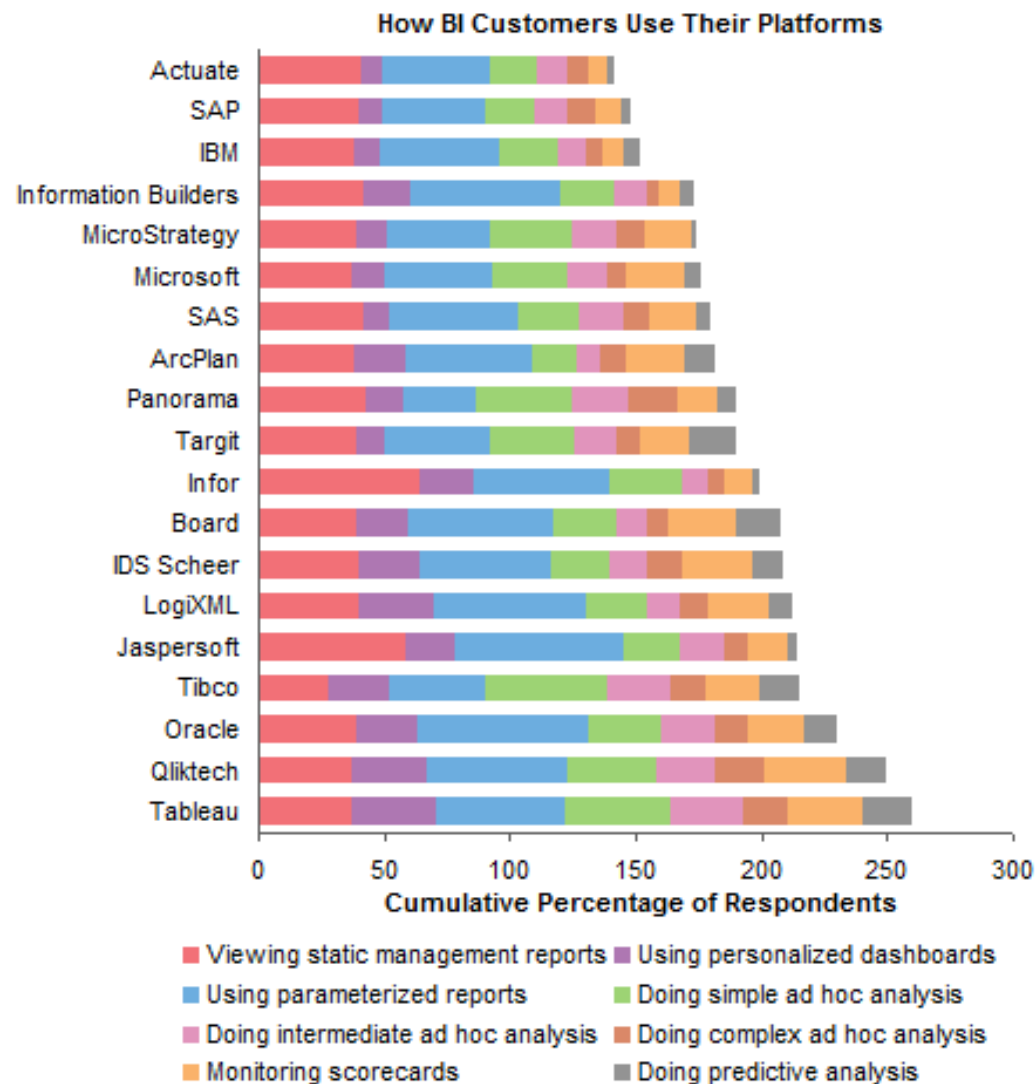


## Malos gráficos: ejemplo (3)

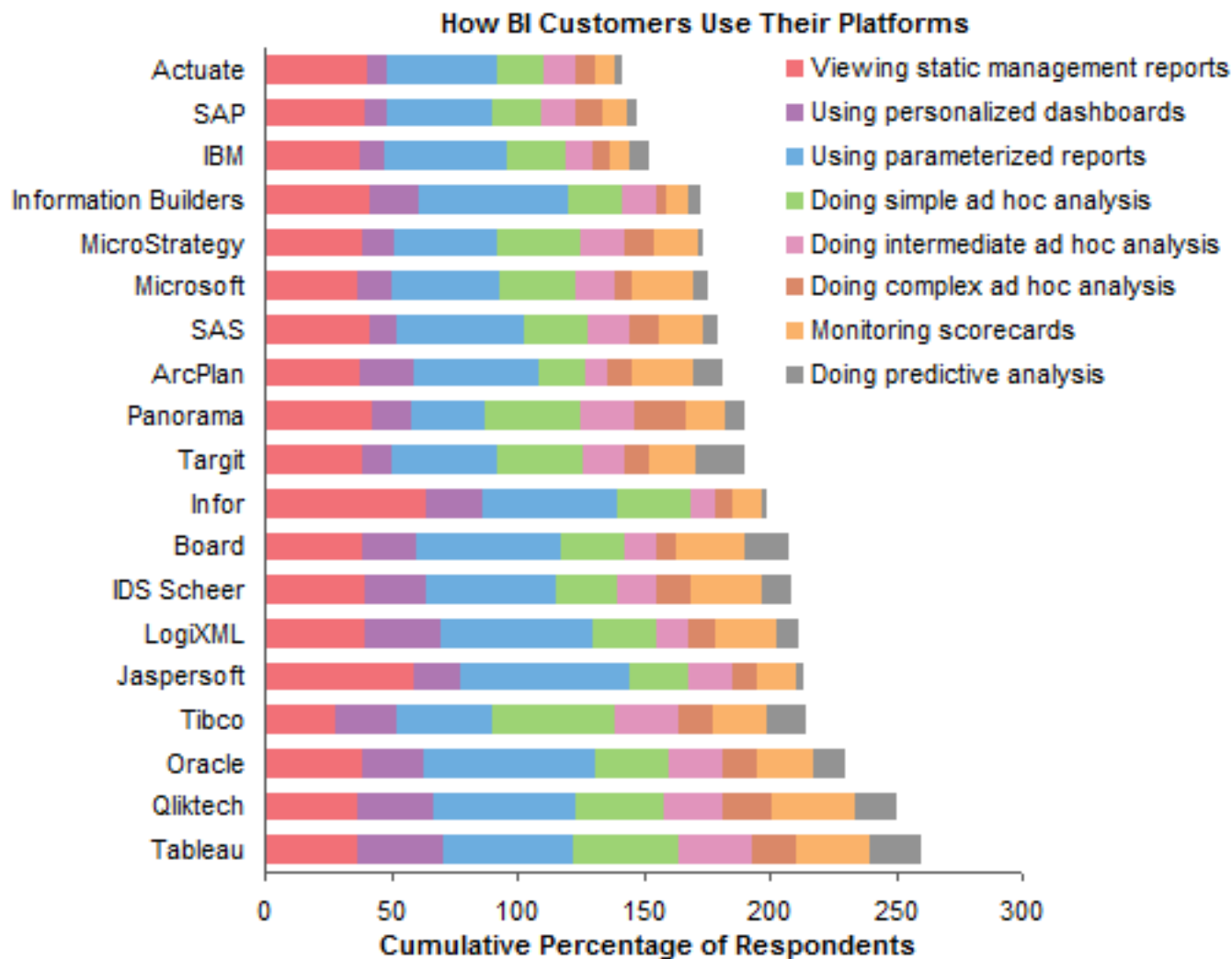
- Gráficos de barras apiladas



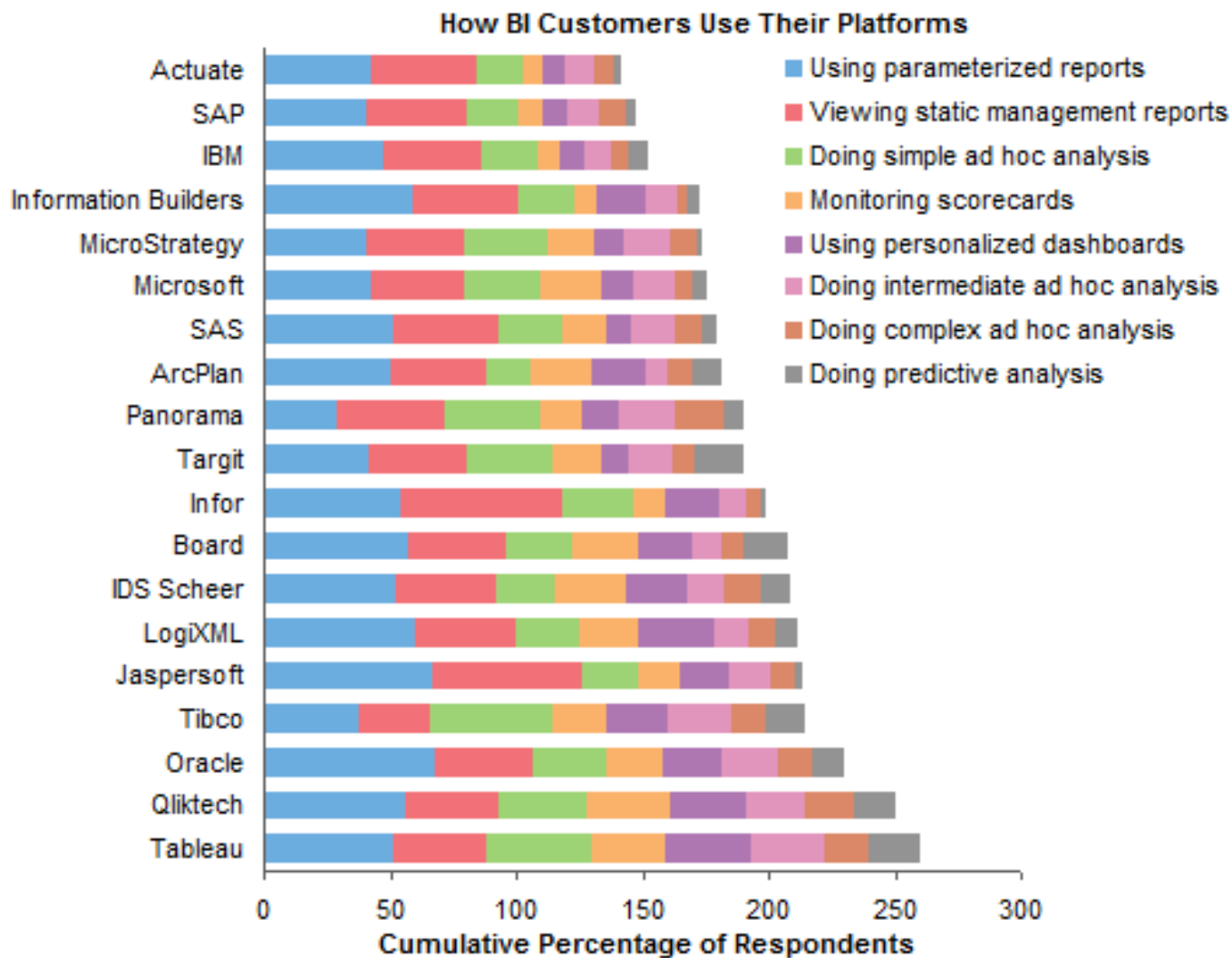
## Malos gráficos: ejemplo (4)



## Malos gráficos: ejemplo (4), intentemos mejorarlo

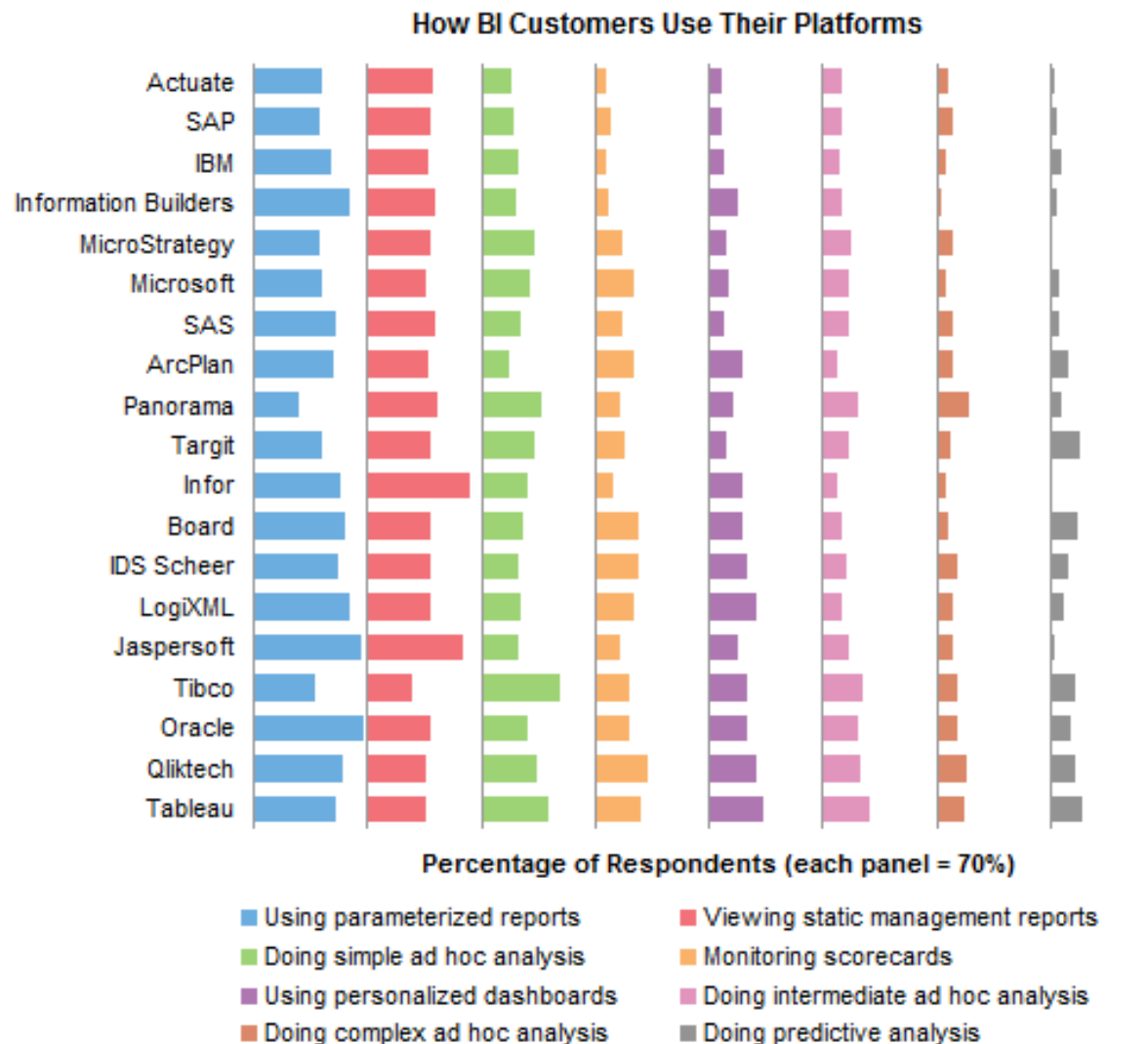


## Malos gráficos: ejemplo (4), intentemos mejorarlo

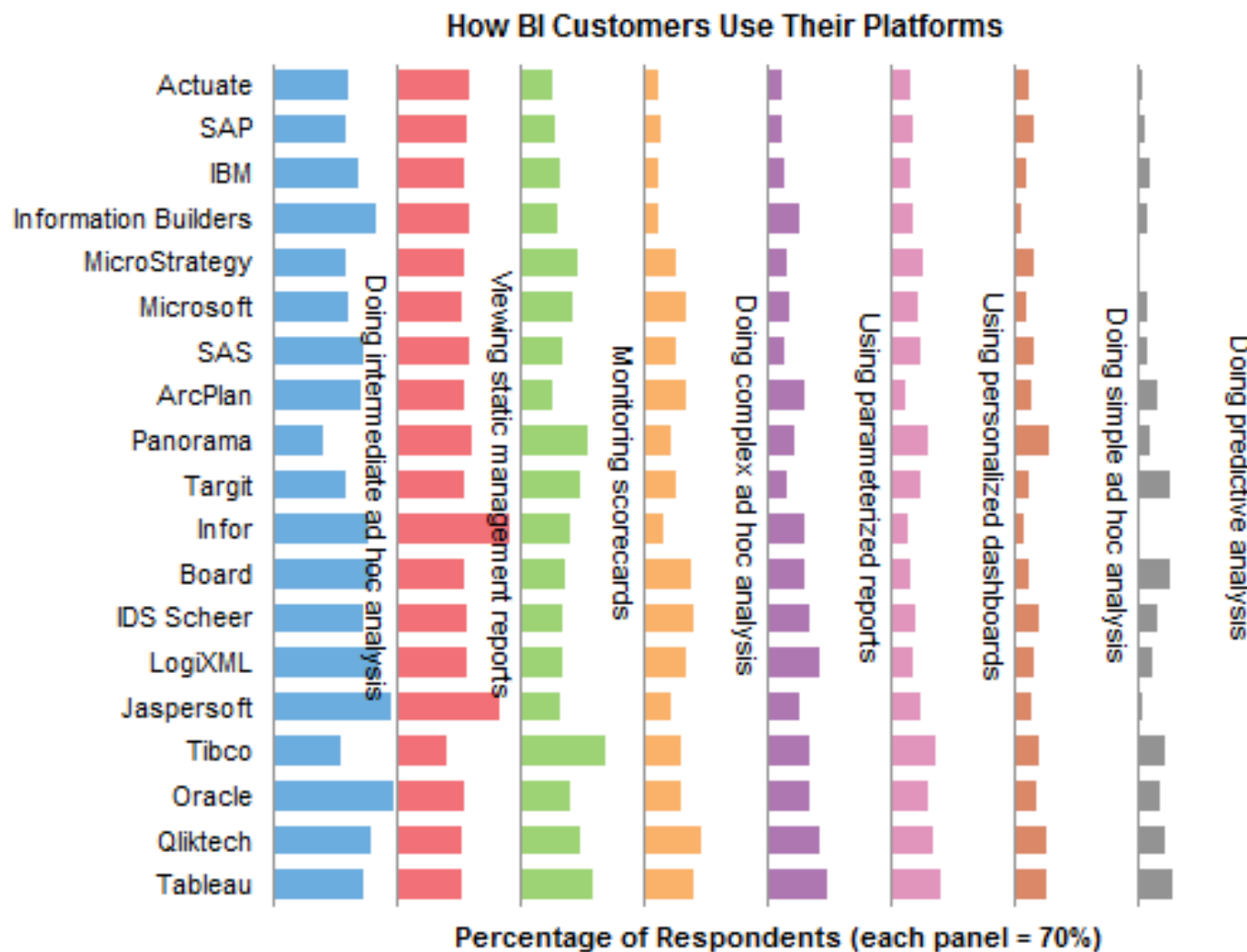




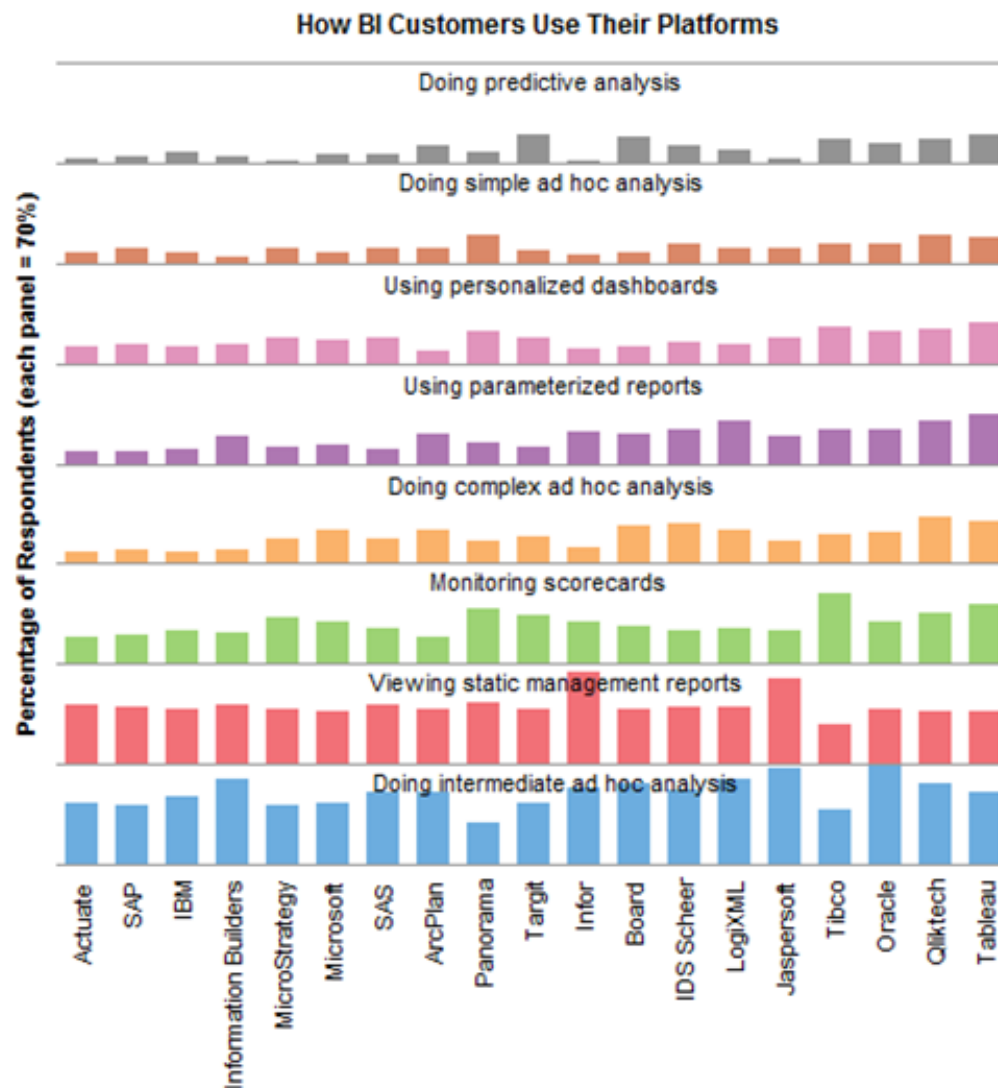
## Malos gráficos: ejemplo (4), intentemos mejorarlo



## Malos gráficos: ejemplo (4), intentemos mejorarlo



## Malos gráficos: ejemplo (4), intentemos mejorarlo



## Malos gráficos: ejemplo (4), intentemos mejorarlo

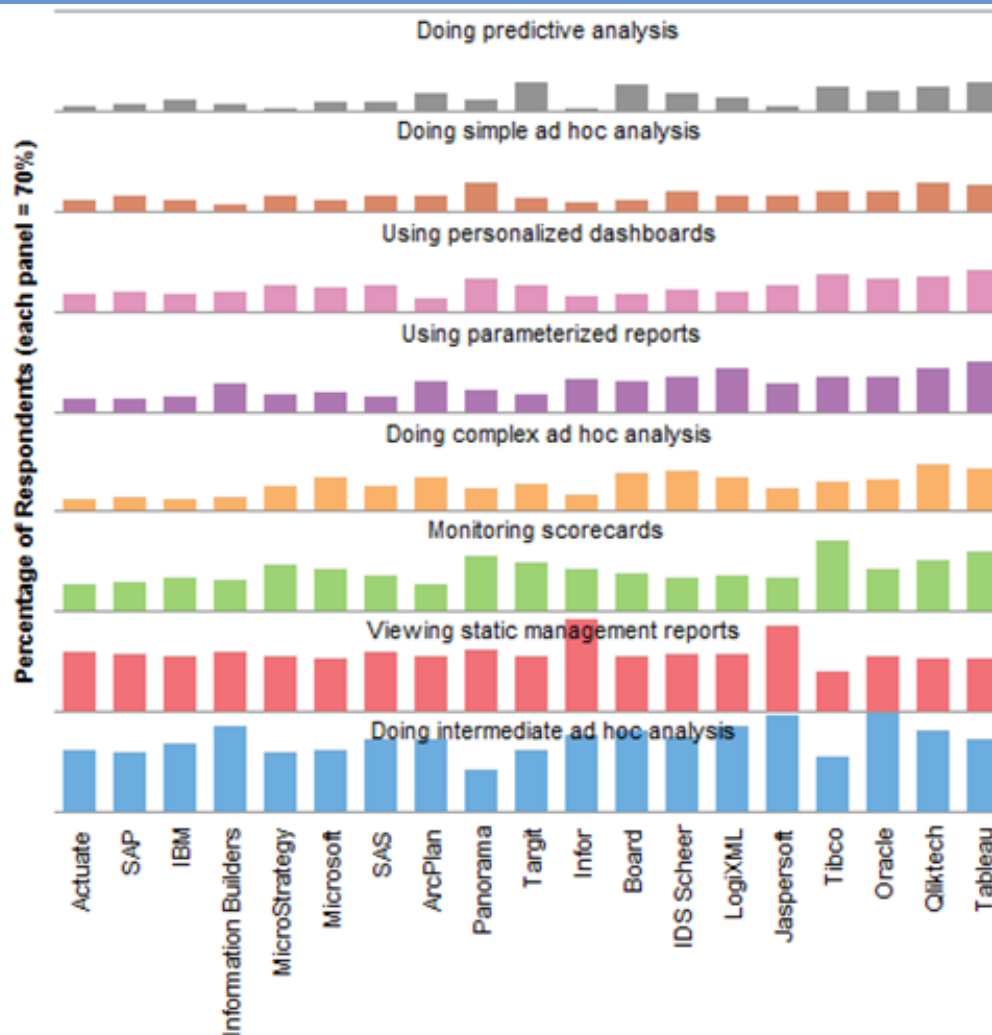


Figure 1. How BI customers use their platforms.

## Malos gráficos: ejemplo (4), comparemos

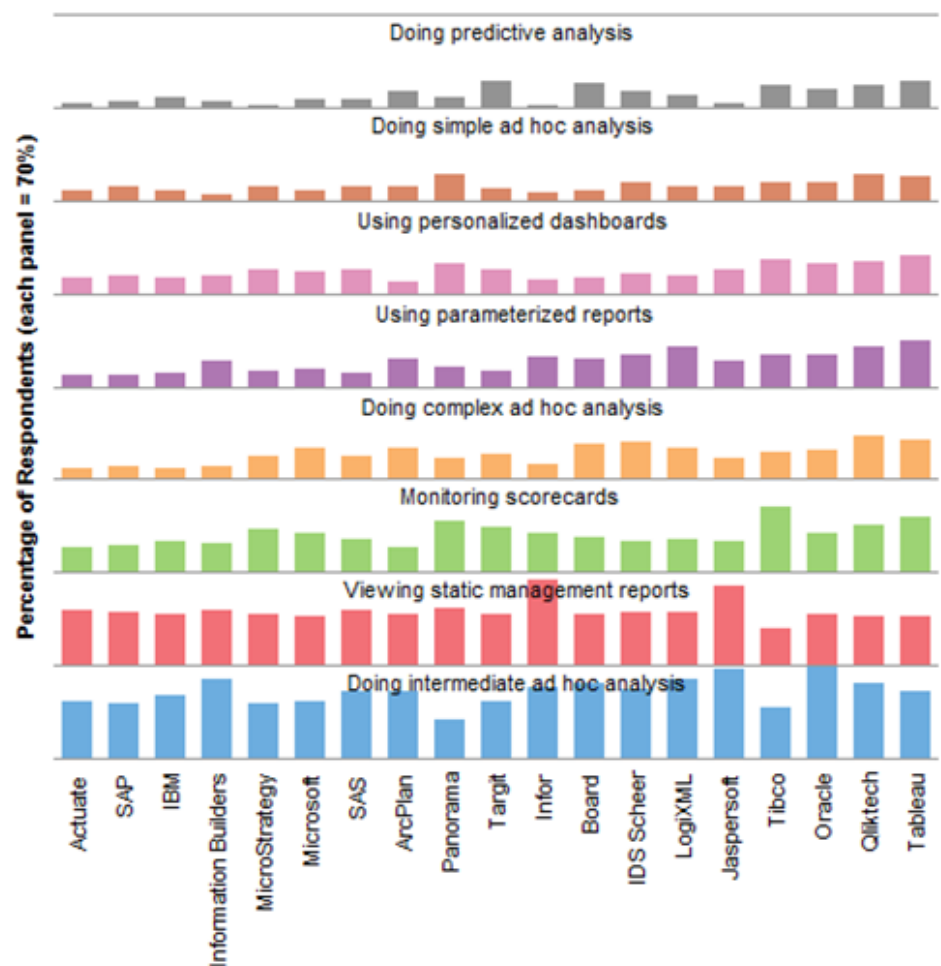
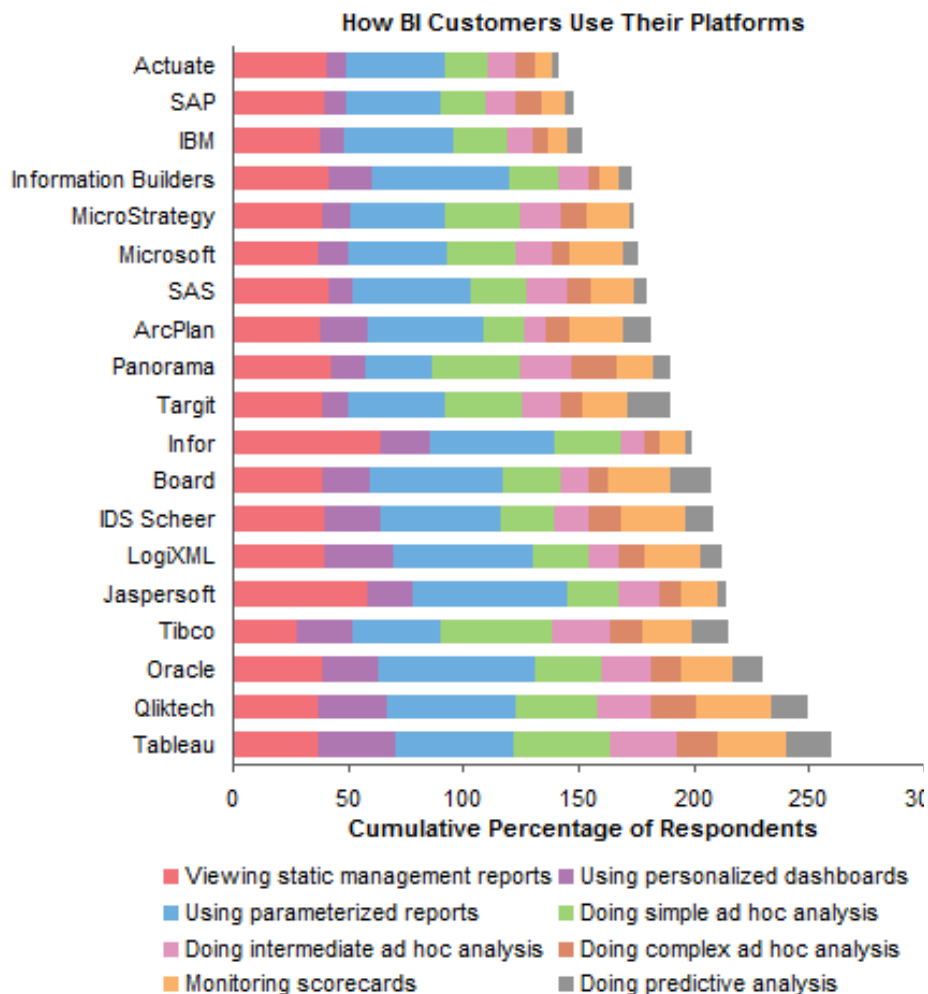


Figure 1. How BI customers use their platforms.

Finally, don't accept all my suggestions, because there is no ultimate truth regarding how to write a paper – as I mistakenly believed when I was a bit younger. Good luck, my friend.  
Björn Gustavii