

# Consejos para la confección de gráficos científicos

Manuel Feria

## Introducción

La confección de gráficos ha constituido siempre una parte importante de nuestra tarea como comunicadores de la ciencia que realizamos. En tiempos pasados, afortunadamente ya en el olvido, tal labor recaía en el “manitas” de turno (delineante o aparejador). Con el advenimiento de los ordenadores e impresoras, y de un *software* para diseño gráfico cada vez más potente y eficaz, la tarea se ha simplificado notablemente. ¿Quiere esto decir que hoy diseñamos mejores gráficos científicos? Posiblemente no. Los programas de diseño gráfico no son inteligentes (aunque algunos lo parezcan), y las decisiones relevantes en la confección de un gráfico siguen descansando en el científico que comunica. Ahora bien, ¿realmente tomamos decisiones o las dejamos en manos del *software*? Mi impresión es que, en muchas ocasiones, hemos renunciado a nuestra obligación de decidir. Una rápida inspección de los gráficos que se publican cotidianamente en nuestras revistas científicas pone de manifiesto que muchos son inapropiados, ininteligibles o simplemente ilegibles, y por último, algunos son innecesarios. Como diría el castizo: «Para este viaje no hacían falta tales alforjas».

Ahora bien, ¿quién nos enseñó a diseñar un gráfico científico? Nadie. ¿En qué facultad de ciencias se imparten tales enseñanzas? En ninguna. Aunque existen maravillosos manuales dedicados al diseño gráfico, son muy escasos aquellos que nos puedan ilustrar sobre el diseño del gráfico científico. Como en tantas otras cosas secundariamente importantes en nuestro devenir profesional, el “autodidactismo” ha sido, y es, nuestro maestro. Ahora bien, siempre es bueno aprovechar la experiencia de los que se

han equivocado antes que nosotros, y en casi 40 años de vida profesional puedo asegurar que me he equivocado como el que más, lo cual me ha proporcionado cierta experiencia y capacidad para aconsejar. Por último, para todo aquello que no aclaren las páginas que siguen, utilice su inteligencia, su sentido común y su particular sentido de la estética.

## Concepto de gráfico científico

El gráfico científico es una pieza de información que expresa en forma clara y concisa aquello que, de otra forma, requeriría cientos de palabras o tablas complejas. Representa, en forma visual, los resultados de experiencias bien diseñadas, y se nutre de resultados y análisis estadísticos consistentes. Como parte del proceso de comunicación científica debe ser preciso, ilustrativo e informativo; como gráfico debe ser claro, pulcro y acercarse a la perfección estética.

## Anatomía de un gráfico científico

Un gráfico científico consta de una serie de elementos que le confieren precisión, orden, claridad y capacidad de comunicación (Fig. 1).

Entre éstos, como más importantes, se encuentran los ejes de coordenadas (eje de datos y eje de categorías), los símbolos, la leyenda y el título.

### *Eje de datos*

Expresa en forma numérica los márgenes de fluctuación de los valores de la variable repre-

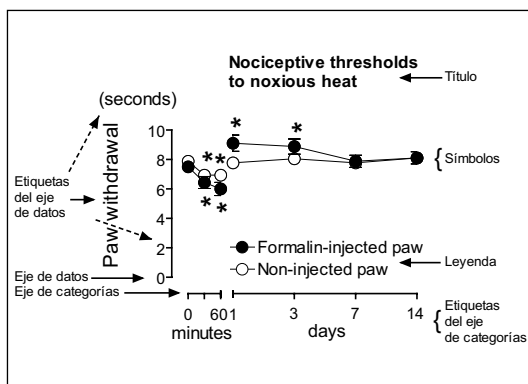


Figura 1

sentada. En general, los valores menores de la variable (el 0, en lenguaje coloquial) se sitúan en la confluencia de ambos ejes de coordenadas, aumentando gradualmente hacia al extremo del eje. Dependiendo del tipo de gráfico (por ejemplo, diagramas de columnas o de barras), los valores de la variable se sitúan en el eje de ordenadas o en el de abscisas. En ocasiones (por ejemplo, representación doble recíproca) ambos ejes de coordenadas son ejes de datos.

#### Eje de categorías

Representa una determinada cualidad atribuida a la muestra o población. En general, expresa la forma en que se agrupan los datos (grupos experimentales, dosis, años, regiones, edades, etc.) de acuerdo con el diseño del experimento. Cada categoría es, en principio, excluyente respecto a las que la acompañan en el gráfico.

#### Los símbolos

Confieren contenido físico, expresión visual o significado estadístico a los valores de la variable. Pueden ser de muy diverso tipo (barras o columnas, líneas, formas geométricas o puntos aislados, porciones de tartas, etc.). Su significado suele expresarse dentro del propio gráfico (en forma de leyenda) o, alternativamente, en el pie de figura.

#### La leyenda

Aunque, en sentido estricto, la leyenda es el texto que acompaña a un gráfico o ilustración, en este contexto el término se utiliza para designar aquella porción del gráfico en que se dan las claves para interpretar los símbolos utilizados en la representación de las variables. Su ubicación es diversa, aunque casi siempre se sitúa en conexión con el eje de categorías o dentro del espacio físico limitado por los ejes de coordenadas.

#### Las etiquetas

Se entiende por tales al conjunto de elementos numéricos o literales que confieren significados precisos a los ejes de coordenadas. Existen, pues, etiquetas *para* el eje de datos o categorías, y etiquetas *sobre* éstos. En el primer caso, las etiquetas nos informan acerca de la variable y la categoría representadas, respectivamente; en el segundo, nos precisan la escala de valores en que fluctúa la variable y las diferentes divisiones categóricas en que se agrupan los datos.

#### El título

Expresa de forma sucinta el contenido del gráfico, centrando la atención del lector. Como tal, suele situarse a modo de encabezado, presidiendo el gráfico, con una tipografía relevante.

#### ¿Cuándo no debemos utilizar un gráfico científico?

Ésta es una pregunta capital que debemos contestar antes de empezar a “destrozar” un buen trabajo. Si seguimos hasta sus últimas consecuencias el clásico aforismo de Confucio, «Una imagen vale más que mil palabras», y teniendo en cuenta que un buen trabajo de investigación puede contener entre 2000 y 5000 palabras, podemos concluir que con dos a cinco gráficos expresaríamos visualmente todo lo relevante.

Sin embargo, un trabajo de investigación no es un cómic (al menos, no suele serlo), sino una historia narrada con precisión y sabiamente salpimentada por una serie de imágenes que realmente valgan más que mil palabras.

Volviendo a la pregunta inicial, hay ciertos supuestos en los cuales la respuesta es más evidente. No debemos representar nuestros datos mediante un gráfico científico: 1) cuando deban utilizarse mil palabras para explicarlo (todos conocemos ejemplos de farragosos pies de figura empleados para hacer comprensible un gráfico); 2) cuando una breve frase o una buena tabla comuniquen con mayor precisión y concisión una idea, resultado o método; y 3) para intentar representar lo obvio, irrelevante o no significativo.

### **Preparación de los resultados para la representación gráfica**

Al igual que una buena digestión comienza en el puchero, la confección de un buen gráfico científico comienza, ineludiblemente, con una correcta tabulación de los resultados y con la aplicación del método estadístico más adecuado. Es obvio que si no sabemos de qué resultados partimos difícilmente tendremos una idea de cómo representarlos. Pueden utilizarse los resultados crudos, sin elaborar, ya que hay programas que elaboran medidas de centralización y dispersión a partir de ellos, o bien los resultantes de una correcta estadística descriptiva. No debemos perder de vista que un gráfico científico es, básicamente, la representación visual de una tabla. Por tanto, una buena tabla nos está sugiriendo el gráfico más adecuado.

### **Tipos de gráficos científicos**

Existen innumerables formas de representación gráfica de datos, la inmensa mayoría sólo utilizables por agencias de publicidad o mentes enfermizas (como los gráficos de anillas, de radar, en 3D, etc.), comunes en los primeros programas de *software* y que parecían destinados a confundir a los accionistas en la presentación

de la memoria anual. En los programas actuales, dirigidos a la confección de gráficos científicos, se ha ajustado mucho la oferta a lo que es realmente necesario. Entre los tipos de gráficos más utilizados están los de columnas, barras, líneas, puntos, cajas, tartas, etc.; cada uno con múltiples formas expresivas, posibilidades de combinación, usos preferentes, limitaciones, ventajas y desventajas. Con una finalidad ilustrativa, que no exhaustiva, veamos algunas características de los de uso más frecuente.

#### *Gráficos de columnas*

Los gráficos de columnas son de los más usados en las presentaciones científicas. En nuestro caso, una columna es una estructura rectangular dispuesta en sentido vertical. Están especialmente indicados para ilustrar comparaciones entre grupos, poniendo el énfasis en destacar diferencias claras, fluctuaciones importantes de la variable, gran variabilidad o magnitud absoluta de los valores. Como desventajas principales se encuentran que sólo permiten la representación de un número relativamente escaso de series (generalmente menos de siete) y que imponen ciertas restricciones al etiquetado de las columnas con palabras largas. Existen muy diversos tipos de gráficos de columnas, aunque a la hora de la verdad funcionemos con sólo un par de ellos (Fig. 2).

#### *Gráficos de barras*

Los gráficos de barras no son tan comunes en presentaciones científicas. En nuestro caso, una barra es una estructura rectangular dispuesta en sentido horizontal. Su principal utilidad se presenta cuando se desea comparar entre sí los valores absolutos o relativos de diversas series de datos, ya que permiten establecer con claridad la jerarquía entre grupos. La orientación horizontal facilita el etiquetado de cada grupo con un mayor número de letras. Se invierte la posición de los ejes de datos y de categorías con respecto a los gráficos de columnas. Como en estos

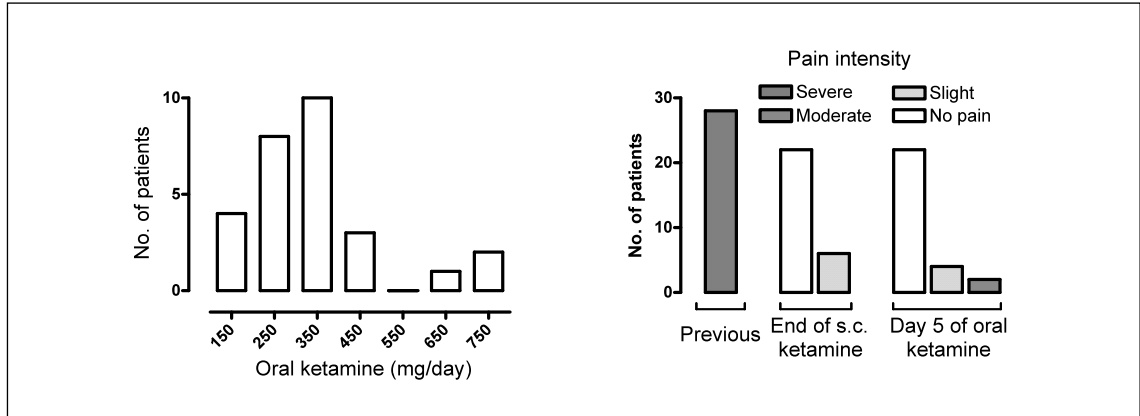


Figura 2

últimos, es aconsejable limitar el número de barras a cinco a siete.

*Gráficos de líneas*

Se utilizan para expresar relaciones cambiantes, en especial para mostrar el desarrollo y la evolución temporal de una experiencia. Son adecuados para representar series con relativamente muchos puntos. Las diferentes series de datos se identifican mediante el uso de diferentes símbolos, colores o líneas de unión (Fig. 3).

*Diagramas de puntos*

Se utilizan para ilustrar el grado de covariación de dos variables. Ambos ejes de coordenadas

son ejes de datos. La información puede completarse introduciendo el coeficiente de correlación, como una leyenda, o la recta de regresión y sus intervalos de confianza (Fig. 4).

**Decisiones relevantes en la confección de un gráfico científico**

Tras haber seleccionado el tipo de gráfico científico más adecuado, el proceso continúa con la toma de diversas decisiones relevantes que afectan a todos los elementos de un gráfico, desde el grosor de las líneas y la elección de los tipos y tamaños de los símbolos y las letras, hasta la pertinencia de los títulos y subtítulos y la definición de las leyendas y etiquetas. El amable lector puede pensar que los programas de confección de gráficos científicos deberían tomar

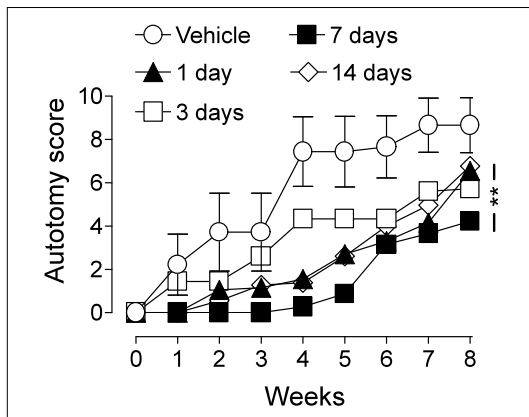


Figura 3

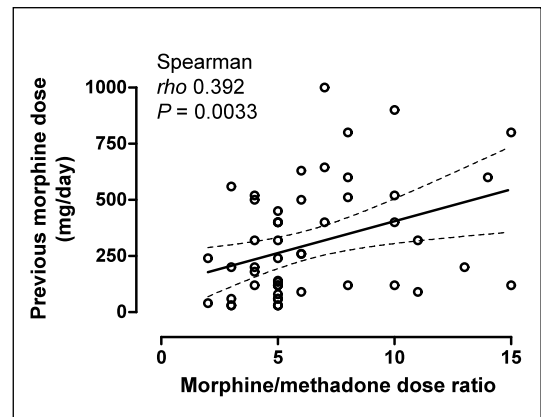


Figura 4

por su cuenta estas decisiones; efectivamente, las toman, pero no se hacen responsables de sus resultados. Es, pues, preferible aprovechar las múltiples opciones que ofrecen para que los gráficos parezcan obra humana e inteligente, antes que cibernética y gélida mecánica. Éste es un proceso que requiere algo de práctica, mucho sentido común y algo de estética. Revisemos, a continuación, cada uno de los elementos de un gráfico que pueden requerir un proceso de decisión.

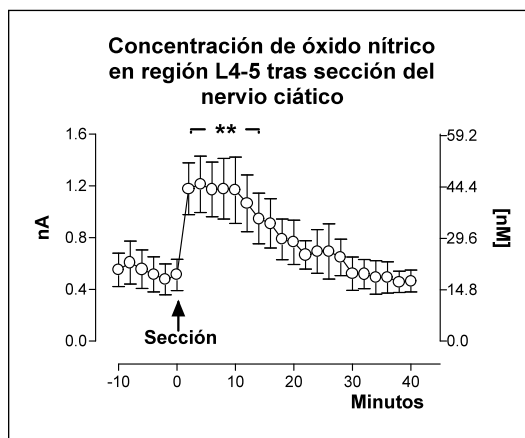
#### Los ejes de coordenadas

En los gráficos científicos más usuales (columnas, barras, líneas, puntos), los ejes de coordenadas representan los valores de la variable (eje de datos) o las categorías de ésta (eje de categorías). Aunque son necesarios para la representación gráfica, por motivos puramente estéticos pueden no ser siempre físicamente visibles como una línea. Además, en ciertos casos puede ser necesario contar con dos ejes de datos (que suelen representarse enfrentados) para expresar el comportamiento simultáneo de dos variables o la doble valoración de una variable (Fig. 5).

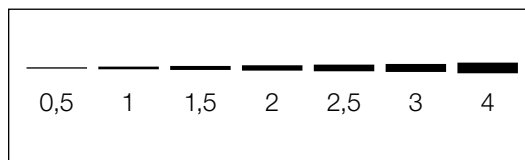
#### El grosor de las líneas de los ejes de coordenadas

Los ejes de coordenadas deben ser claramente visibles, sin dominar de forma exagerada el gráfico. En este sentido, cobra importancia la selección del grosor de las líneas que les proporcionan corporeidad. Los programas de confección de gráficos disponen de suficientes opciones, aunque suelen elegirse grosores en el rango más fino (0,5-1,5 en la Fig. 6).

La selección no es, en cualquier caso, fija, pues dependerá del soporte final del gráfico. Es decir, la selección idónea para un gráfico que deba presentarse en una tesis doctoral puede no ser la misma que si se va a presentar en cualquier otro soporte (transparencia, cañón de proyección, póster o revista científica). A tal efecto es conveniente tener en mente dicha circuns-



**Figura 5.** Doble eje de datos, para expresar el mismo dato experimental mediante dos parámetros: la corriente detectada por un electrodo (nA) y la concentración de óxido nítrico obtenida al calibrarlo (nM).



**Figura 6**

tancia y confeccionar un par de versiones con grosores de línea distintos. Ambos ejes de coordenadas deben tener, en principio, el mismo grosor (Fig. 7).

#### Las divisiones horizontales y verticales en los ejes de coordenadas

Los ejes de coordenadas, sobre todo el de datos, deben contener divisiones que ayuden a situar visualmente los valores de la variable. No conviene sobrecargar con divisiones un eje de datos, ni tampoco dejarlo desnudo. Pueden utilizarse divisiones mayores y menores. Las divisiones pueden atravesar el eje (en general son menos estéticas y, por tanto, menos recomendables) o sobresalir de éste en cualquiera de los dos sentidos (hacia el interior o el exterior del gráfico). Su longitud no debe ser exagerada más allá de lo aconsejable para permitir una cómoda interpolación visual. El grosor será igual o menor que el del eje que dividen.

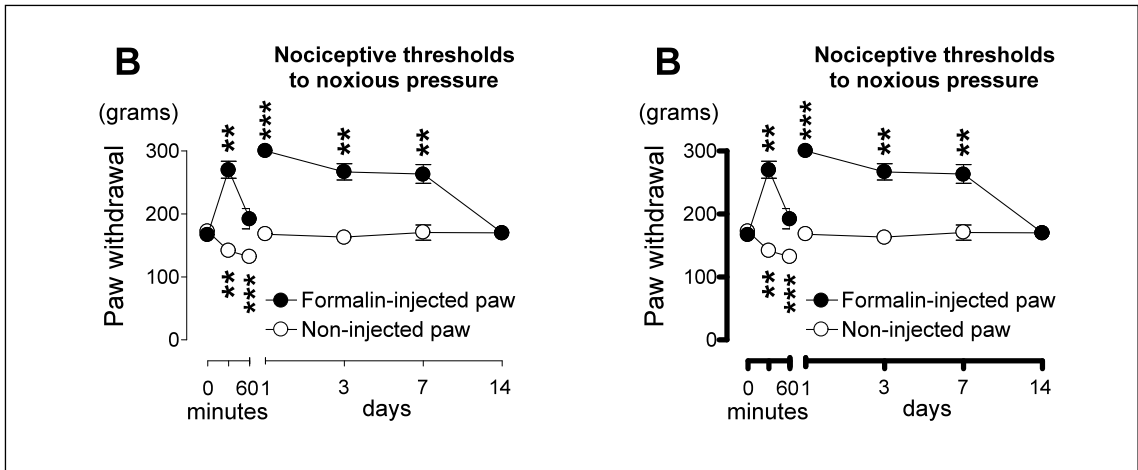


Figura 7. Es mejor el gráfico de la izquierda. Los ejes de coordenadas excesivamente gruesos del gráfico de la derecha captan la atención en demasia y además resulta poco estético.

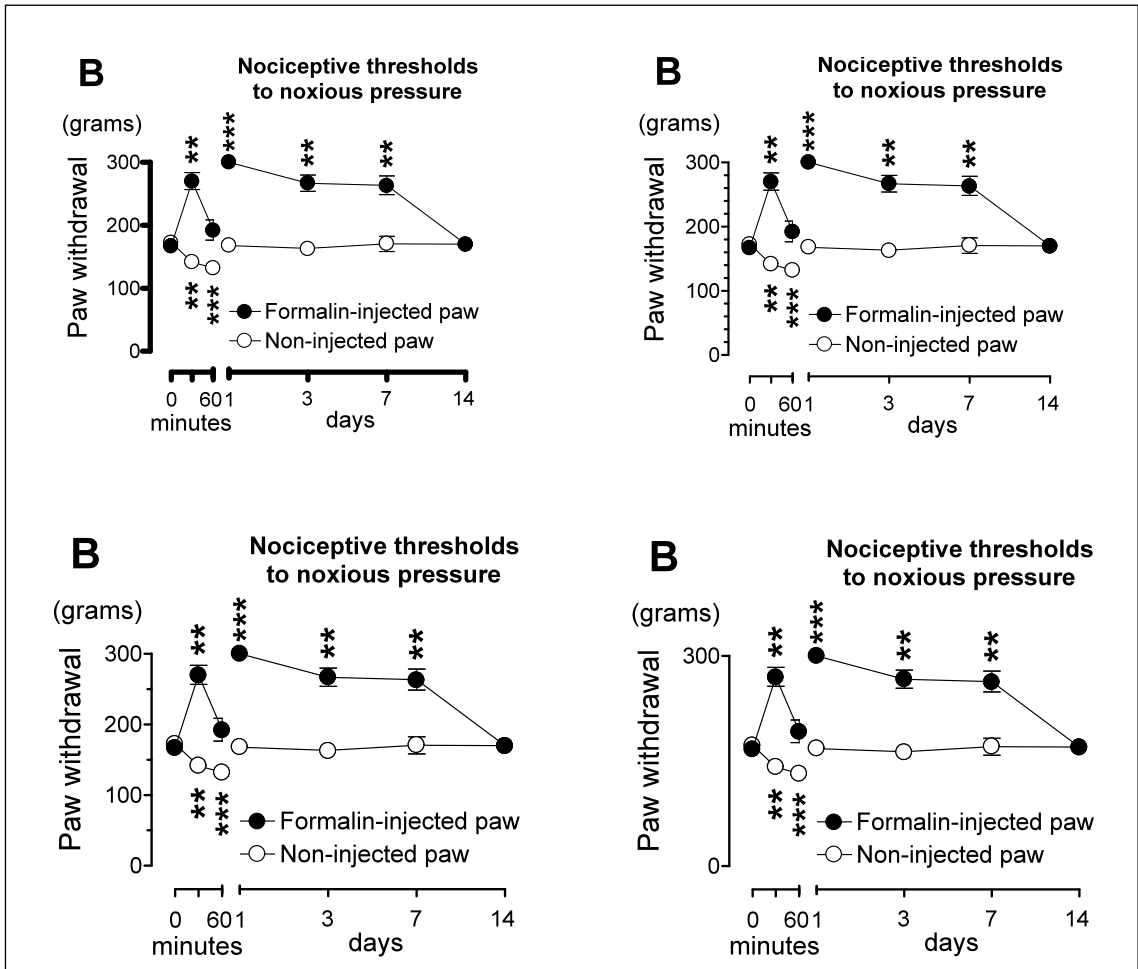


Figura 8. Entre dos y cinco divisiones menores en el eje de datos sería correcto. Por exceso (derecha, arriba), las divisiones se perciben mal, y por defecto (derecha, abajo) no cumplen su función.

Por otro lado, no todas las divisiones de un eje necesitan ser señalizadas con etiquetas. En este sentido, es recomendable colocar etiquetas sólo sobre las divisiones mayores (Fig. 8).

#### Particiones de los ejes de coordenadas

En ocasiones, la representación gráfica obliga a introducir en los ejes de coordenadas una solución de continuidad. En el eje de datos, esta estrategia puede ser necesaria para representar los valores de una variable que fluctúa, exclusivamente, en un extremo del rango de variación, o cuando los valores de una variable fluctúan, en dos grupos experimentales, alrededor de los valores mínimos y máximos, respectivamente. El eje de categorías muestra una partición para expresar, de forma gráfica, que en ese eje se representa una escala temporal en la cual conviven minutos con días, algo que linealmente es imposible. Por tanto, se ha llegado a una solución de compromiso. Los segmentos no representan unidades de tiempo relacionadas con su longitud, sino una impresión visual de un curso temporal amplio, mediante una partición, de la diferente longitud de los segmentos y del etiquetado apropiado. Si se introduce una solución de continuidad en un eje se debe reflejar en las líneas que conectan las variables (Fig. 9).

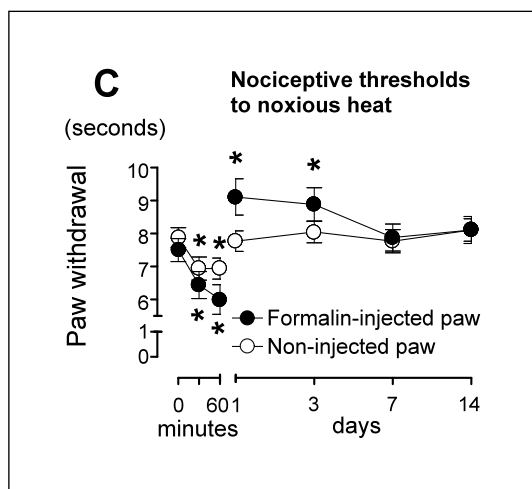


Figura 9

#### Definición y ubicación de las etiquetas de los ejes

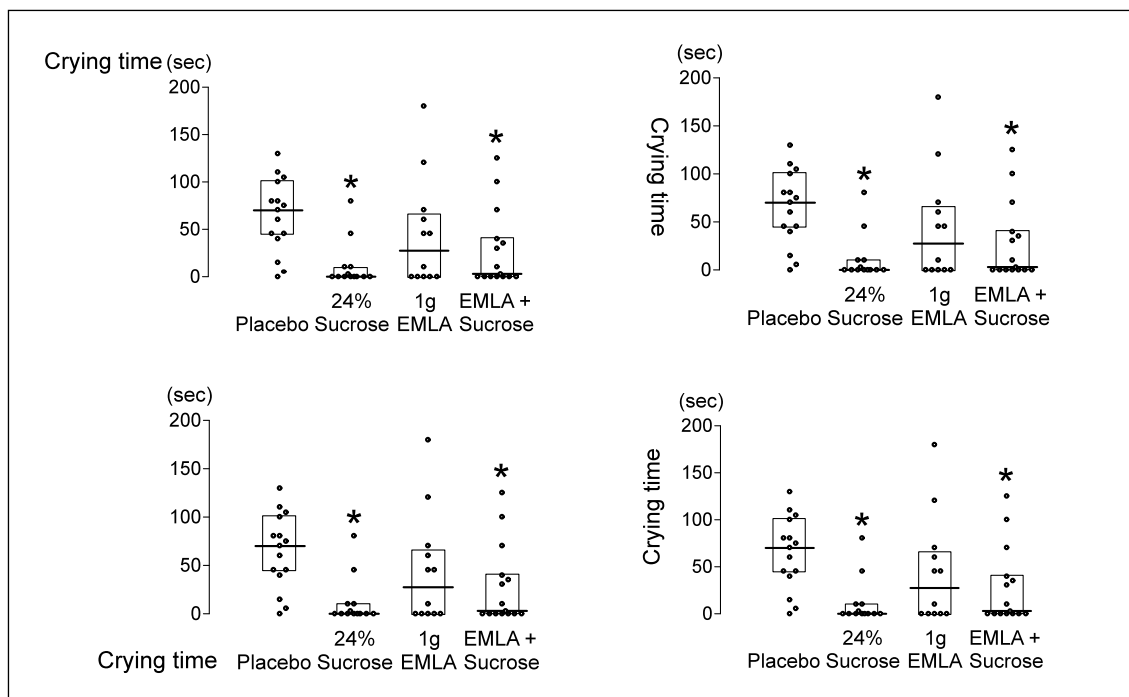
Aunque el pie de figura nos informe, casi siempre, acerca de lo que se representa en el gráfico, éste debería entenderse por sí mismo. Ello nos obliga a definir con precisión, mediante la colocación de las oportunas etiquetas, diversos aspectos de los ejes de coordenadas. Los ejes de datos expresan valores de una variable, que hay que definir, y a veces no es fácil definir con dos o tres palabras algunas variables. En muchos casos es necesario hacer un ejercicio de síntesis notable, ya que no se dispone de un espacio infinito para ubicar etiquetas que definan un eje. Las etiquetas deben situarse centradas en el eje que definen, con la orientación que mejor permita su lectura y ocupe menos espacio (Fig. 10).

#### Las unidades en los ejes de coordenadas

Las unidades deben respetar las convenciones internacionalmente aceptadas. No debemos, pues, inventarnos una unidad, o su forma abreviada, por desconocimiento del Sistema Internacional de Unidades de Medida. Sin embargo, en las ciencias de la vida se observa una cierta resistencia a aceptar nuevas unidades que choquen frontalmente contra la costumbre establecida, como la sustitución de los mmHg por los pascales en referencia a la presión arterial. En este sentido, se debería estar a lo que se acepte en cada momento o establezcan los comités editoriales de las revistas científicas de prestigio. En cuanto a su ubicación, debe quedar claro a qué eje afectan y, por tanto, deberían guardar cierta distancia con la intersección entre éstos. Generalmente no se sitúan ocupando el espacio interior del gráfico. Pueden ir a continuación de las etiquetas de los ejes o en el extremo de éstos (Fig. 11).

#### La selección del tipo de letra

Aunque los programas de confección de gráficos proporcionan una amplia variedad de tipos



**Figura 10.** En la gráfica superior izquierda, la etiqueta “Crying time”, situada en la parte superior izquierda del eje de datos, aparte de ocupar un espacio innecesario contribuye a dotar al gráfico de una asimetría incómoda a la vista. En la gráfica inferior izquierda, si la situamos a la izquierda y bajo el eje, ocupa demasiado espacio fuera del gráfico y tiende a confundirse con las etiquetas del eje de categorías. En la gráfica superior derecha, correcta en otros aspectos, la etiqueta se lee con dificultad al estar orientada hacia el exterior del gráfico. La gráfica inferior derecha es la mejor solución.

de letras, no todos ellos son apropiados para un gráfico científico. Debe elegirse entre los tipos más legibles, que resistan mejor una posible reducción de tamaño o una rotación, con mayúsculas correctas y elegantes, siempre sin unión entre letras (*sans serif*) ni efectos especiales. En general, los tipos Arial, Times New Roman o Book Antigua, son preferidos sobre la Courier u otros (Fig. 12). Además, dentro de un gráfico debe utilizarse un solo tipo de letra o, como mucho, dos visualmente compatibles.

#### *La selección del tamaño de la letra*

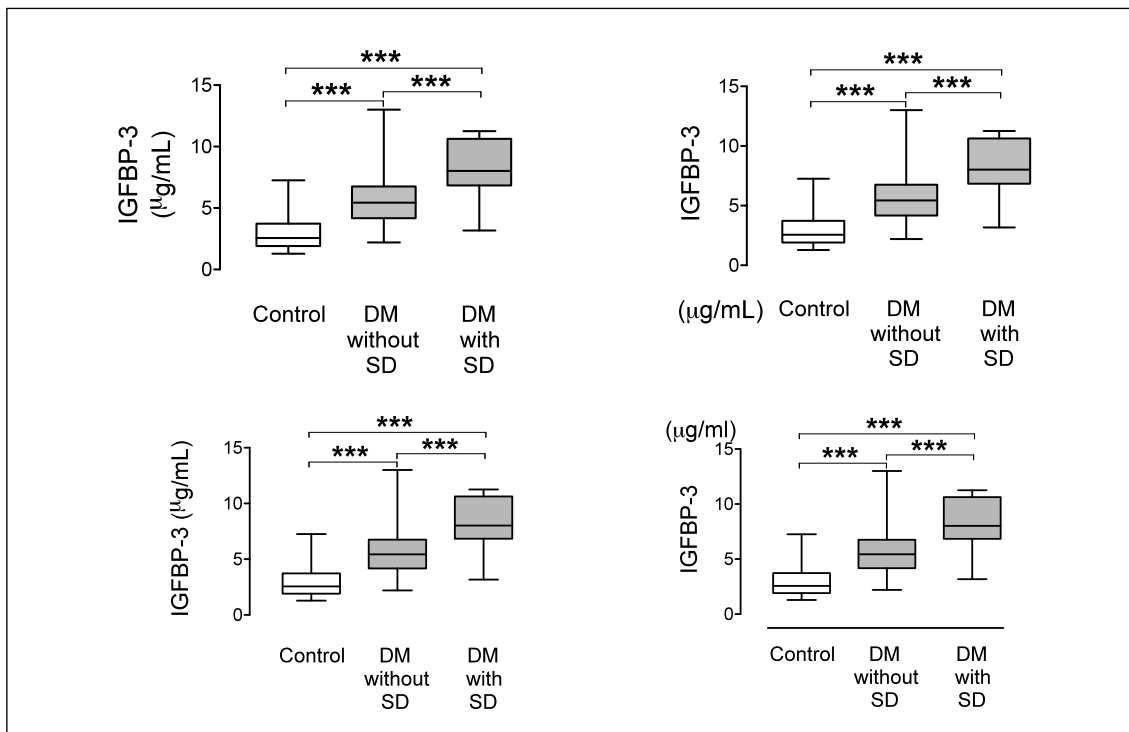
El tamaño de la letra va en función de la relevancia que deba darse a cada parte del gráfico. En sentido decreciente, el tamaño de las letras utilizadas en el gráfico debería seguir este orden aproximado: título (si tiene), etiquetas de los ejes y leyendas, y etiquetas sobre los ejes. El tamaño de la letra suele oscilar entre 13 y 18, aunque esto depende del tipo de letra seleccionado y

viene impuesto, en general, por la política editorial de cada revista. Tenga presente siempre que cualquier letra en el gráfico final no debería ser inferior a 1,5-2 mm. Los revisores de un trabajo científico pueden sufrir, por su edad, problemas de presbicia, y sentirse tentados de rechazar algo que no logran siquiera visualizar. En caso de aceptación de su trabajo en cualquier revista científica, los gráficos sufren una reducción del 25% al 50%, para economizar espacio o, simplemente, para adaptarlos a una estructura columnar de 7,5 cm de ancho. Por último, dependiendo del destino final del gráfico, puede ser necesario hipertrofiar los tipos en el original, para que continúen siendo legibles tras sufrir una reducción.

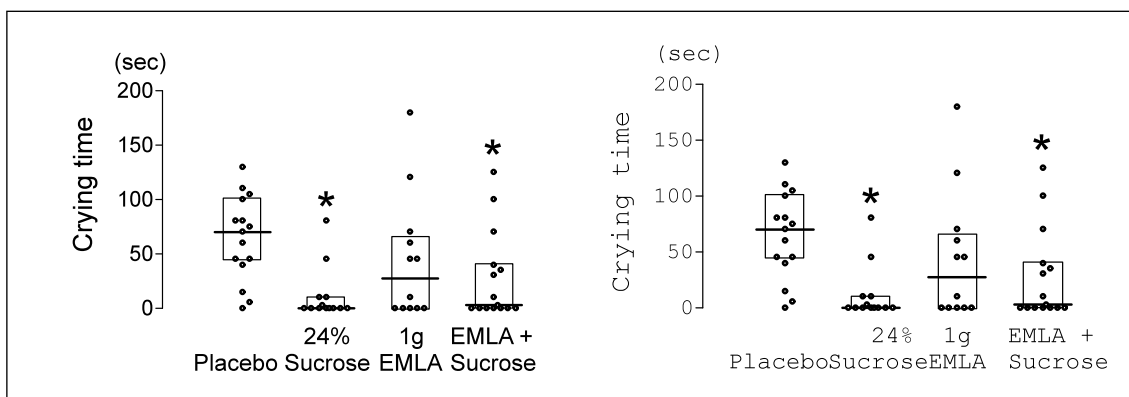
#### *La utilización de la cursiva, la negrita, las mayúsculas y las minúsculas*

En muchas ocasiones se sentirá tentado a utilizar todas las posibilidades expresivas que le





**Figura 11.** Los dos gráficos de la izquierda son correctos, aunque en el superior la etiqueta del eje de datos con sus unidades ocupa algo más de volumen que en el inferior. En el gráfico superior derecho, la ubicación de la etiqueta de unidades (mL) en la intersección de los ejes produce cierta confusión acerca de qué eje estamos etiquetando. El gráfico inferior derecho es correcto, pues etiqueta claramente al eje de datos. Existe una incorrección en este etiquetado, ya que la unidad de volumen (mililitros) no se escribe ml sino mL, que además evita la confusión del número 1 con la letra l. En este gráfico, la representación física del eje de categorías le confiere más peso y resulta menos elegante que el resto.



**Figura 12.** Todas las etiquetas del gráfico de la izquierda se han realizado con letra Arial, de tres tamaños. Obsérvese que, a pesar de utilizar un solo tipo, el tamaño de las letras y su orientación las hace parecer diferentes. En el gráfico de la derecha se ha utilizado la letra Courier, que desmerece el resultado.

ofrece su programa de confección de gráficos. A fin de cuentas, pensará usted, si están implementadas será por algo. Estamos, pues, ante un nuevo proceso de decisión. Para empezar, la

cursiva se utiliza realmente poco en los gráficos científicos. Además, se lee con más dificultad que su correspondiente expresión regular, sobre todo al sufrir una reducción importante o cuan-

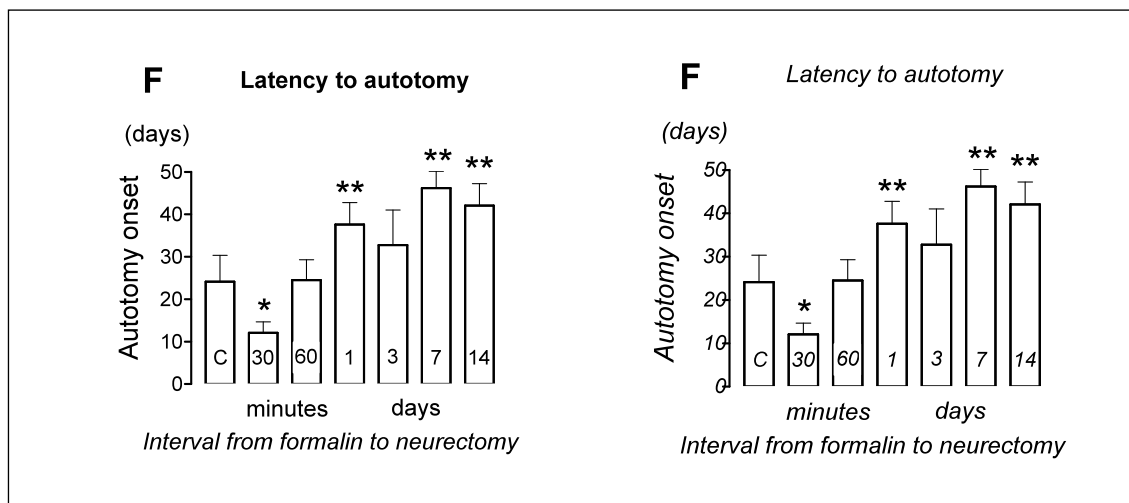


Figura 13

do la etiqueta se dispone en vertical. Por último, serán muy escasos los supuestos en que, dentro de un gráfico estándar, necesite enfatizar una determinada etiqueta (Fig. 13).

La incorporación de la negrita presenta los mismos problemas que la cursiva, e incluso con determinados tipos de letra se acentúan aquellos originados por una reducción. Por tanto, se deben utilizar sabiamente ambas opciones para enfatizar sólo lo necesario (un título, una determinada etiqueta, una determinada serie experimental, etc.), y comprobar el resultado final tras la reducción. Mi consejo sería realizar dos gráficos, uno con y otro sin negritas o cursivas, a su tamaño definitivo, y comprobar cuál se lee mejor (como en el oculista).

Con relación a las mayúsculas y minúsculas nos atenderíamos, en primer lugar, a las reglas gramaticales. Podríamos utilizar las mayúsculas como primera letra de una etiqueta que contuviera una frase. Sin embargo, no sería obligatorio usarla en una etiqueta que conste sólo de una palabra. En cualquier caso, en un gráfico científico, como en la poesía, puede aceptarse un cierto grado de transgresión gramatical en aras de la calidad expresiva.

#### *Tipos, tamaños y usos de los símbolos*

Pueden ser de muy diverso tipo (barras o columnas, líneas, formas geométricas o puntos aislados,

porciones de tartas, etc.). Su significado generalmente se expresa dentro del propio gráfico (en forma de leyenda), o en el pie de figura.

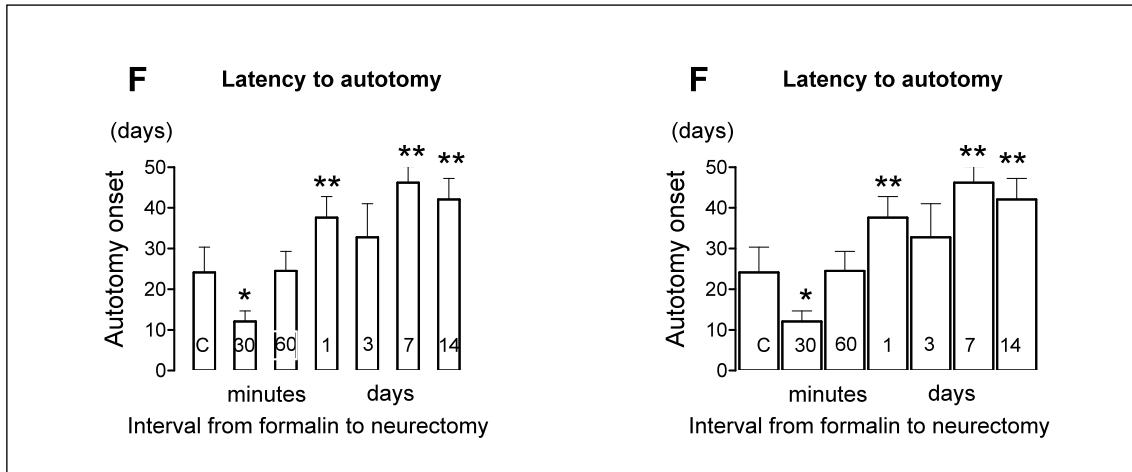
#### GRÁFICOS DE COLUMNAS O BARRAS

Cuando los símbolos son columnas o barras, la primera decisión es elegir el ancho más adecuado en función del número de series experimentales (no más de cinco a siete en cualquier caso) y de la posible necesidad de introducir etiquetas o rellenos dentro de las columnas, que no se perciben de igual forma al cambiar el ancho de las columnas (Fig. 14).

Obsérvese que en ninguno de los gráficos de las últimas figuras hemos reflejado que el animal de experimentación ha sido la rata. Esta precisión aparece en el título de un trabajo, en material y métodos, e incluso en el pie de figura, pero no es necesario que se incluya en el gráfico, salvo que comparemos las respuestas de diversas especies de animales.

#### GRÁFICOS DE LÍNEAS O PUNTOS

Al enfrentarnos a un gráfico de líneas o puntos, el problema es algo diferente. Debemos caracterizar cada serie experimental por medio de figuras geométricas (situación más habitual) o de líneas de unión diferentes. ¿Qué símbolos podemos elegir? Todos los programas proporcionan



**Figura 14.** Aumentando el espacio entre las columnas (izquierda) se puede incorporar alguna serie más, pero es más difícil ubicar las etiquetas dentro de ellas. Reduciendo a su mínima expresión la distancia entre columnas (derecha) se reduce la posibilidad de incorporar un número mayor de series, resultando un gráfico muy denso y poco elegante.

al menos cinco formas geométricas básicas (círculos, cuadrados, rombos y triángulos normales e invertidos), con sus correspondientes rellenos blanco o negro. La oferta es suficiente, pues nunca tendremos necesidad de representar diez series experimentales diferentes en un mismo gráfico. En realidad, lo más común es representar entre dos y cinco series. Una vez seleccionados los símbolos a utilizar, debemos considerar el tamaño idóneo, que viene condicionado, como en el caso de la letra de las etiquetas, por la capacidad discriminativa tras su reducción. Lo mejor es hipertrofiar el tamaño de los símbolos y comprobar que tras su reducción se mantienen las diferencias entre ellos (Fig. 3). Por tanto, en la selección del tipo y el tamaño de los símbolos de cualquier gráfico hay que tener en mente el presumible resultado en el soporte final (diapositiva, póster, trabajo científico, etc.), no su apariencia en el original.

#### GRÁFICOS CIRCULARES O DE TARTA

Permiten representar a un tiempo el conjunto y sus partes. Éstas pueden ir referidas como porcentajes o en números absolutos. Para que sean eficaces debe limitarse el número de divisiones (máximo seis o siete) y utilizar etiquetas sucintas. Son mucho más útiles, y habituales, en una presentación oral o en póster que en un trabajo

para una revista científica. Aunque muy utilizada, la representación en 3D no suele añadir más que confusión a este tipo de gráficos.

#### LOS SÍMBOLOS DE DISPERSIÓN

Si bien existe bastante consenso en relación con las medidas de centralización de una muestra (media o mediana), la elección de ciertas medidas de dispersión atiende, en ocasiones, más a un propósito visual o estético que a una auténtica comunicación visual de una estadística descriptiva correcta. Así, aunque lo más correcto al describir la dispersión de los valores de una variable respecto a su media es el uso de la desviación típica, suele representarse más frecuentemente el error estándar. El motivo obvio es que éste se obtiene de dividir la desviación típica por la raíz cuadrada del número de datos que componen la serie experimental. De este modo resultan medidas de dispersión más ajustadas a la media y visualmente menos "llamativas". Suelen representarse por segmentos, que se suman o sustraen a la media. En el caso de las medianas, se representan por rangos o intervalos (por ejemplo, cuartílicos 25-75% o decílicos 10-90%). En muchos gráficos científicos, la representación de las medidas de dispersión supone un considerable porcentaje de la "densidad" expresiva, que puede atenuarse repre-

sentando, por ejemplo, sólo el sentido positivo o negativo de ésta (especialmente válido en los gráficos de columnas o barras).

#### LA SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA

Aunque prácticamente obligada en cualquier gráfico científico, la significación estadística es uno de los símbolos con mayor tendencia a la exageración. Debe intentarse que exprese un nivel mínimo y aceptable de significación estadística (sea éste el 0,05% o el 0,001%), compatible con los valores de la variable y la auténtica significación de los resultados. En general se usan asteriscos (\*, \*\*, \*\*\*) para indicar significaciones estadísticas, aunque las normas editoriales permiten también otros símbolos (#, §). Usémoslos con moderación e intentemos agruparlos consistentemente, evitando siempre que nuestro gráfico recuerde a una guía de hoteles. A tal fin, nada mejor que seguir el consejo de don Quijote: «Templanza, amigo Sancho, que toda afectación es mala».

#### El gráfico científico en las presentaciones orales

Aun cuando todo lo anteriormente expuesto es válido para la confección de cualquier gráfico científico, para las presentaciones orales cabría hacer algunas precisiones.

En los gráficos para este tipo de presentaciones debe llevarse al límite el binomio claridad-

conciencia. El tiempo que los gráficos se exponen a la consideración de los oyentes no suele ser superior a 30-60 segundos y, por lo tanto, deben aligerarse de cualquier complejidad para permitir su comprensión casi al primer golpe de vista. Los títulos y los textos deben ser aún más telegráficos. El número de series debe reducirse al mínimo (por ejemplo, cuatro a seis), con símbolos grandes y bien diferentes. Las columnas o barras deberían disponerse en un orden lógico, por ejemplo de la mayor a la menor respuesta. Hay que elegir un tipo de letra preferentemente *sans serif* y en minúscula. El tamaño mínimo de letra debe ser superior a 24 puntos, preferentemente entre 40 y 50 puntos, aunque esto depende del tamaño de la sala. Por último, hemos de ser muy prudentes con el uso de los colores. Lo ideal es que un gráfico sea en blanco y negro, pues así evitaremos un problema al 10% de los hombres y al 0,5% de las mujeres de origen caucásico que no distinguen el rojo del verde.

#### Bibliografía

- Bourne PE. Ten simple rules for making good oral presentations. *Plos Comput Biol.* 2007;3:593-4.
- Briscoe MH. Preparing scientific illustrations. A guide to better posters, presentations and publications. 2nd ed. New York: Springer-Verlag; 1995.
- Collins J. Education techniques for lifelong learning. Making a PowerPoint presentation. *RadioGraphics.* 2004;24:1177-83.