

## Sentido Gráfico y su Importancia en la Comprensión de la Información sobre la COVID

**Carmen Batanero**

[batanero@ugr.es](mailto:batanero@ugr.es)

<https://orcid.org/0000-0002-4189-7139>

*Universidad de Granada*

Granada, España.

**José Antonio Garzón-Guerrero**

[jgarzon@ugr.es](mailto:jgarzon@ugr.es)

<https://orcid.org/0000-0002-9397-3439>

*Universidad de Granada*

Granada, España.

**Silvia M. Valenzuela-Ruiz**

[svalenzuela@ugr.es](mailto:svalenzuela@ugr.es)

<https://orcid.org/0000-0001-7467-8672>

*Universidad de Granada*

Granada, España.

**Recibido:** 18 de enero de 2021 **Aceptado:** 20 de mayo de 2021

### Resumen

En este trabajo partimos de la idea de sentido estadístico, como unión de la cultura y el razonamiento estadístico, particularizándola para el caso de los gráficos estadísticos y describiendo sus componentes. Argumentamos la especial importancia del sentido gráfico en la actual etapa marcada por la pandemia del COVID-19, debido a la necesidad de interpretar información estadística presentada en gráficos de diverso tipo en los medios de comunicación y actualizada a diario, para comprender y colaborar con las decisiones de las autoridades sanitarias y políticas. Se analizan algunos ejemplos de gráficos asociados a la COVID presentados en los medios de comunicación, para clarificar las componentes del sentido gráfico, resaltando sus características dinámicas y multivariantes, no tenidas en cuenta en los gráficos incluidos en las directrices curriculares. Se concluye la necesidad de una mejor enseñanza de los gráficos y la utilidad de los gráficos estadísticos tomados de los medios de comunicación para motivar a los estudiantes y reforzar su sentido gráfico.

**Palabras clave:** Gráficos estadísticos, sentido gráfico, gráficos dinámicos y multivariantes, COVID-19.

### O sentido gráfico e sua importância na compreensão de informações sobre COVID

#### Resumo

Neste trabalho partimos da ideia de significado estatístico, como união de cultura e raciocínio estatístico, particularizando-o para o caso dos gráficos estatísticos e descrevendo seus componentes. Defendemos a especial importância do sentido gráfico no atual estágio marcado pela pandemia COVID-19, devido à necessidade de interpretar as informações estatísticas apresentadas em gráficos de diversos tipos na mídia e atualizados diariamente, para compreender e colaborar com as decisões das autoridades políticas e de saúde. Alguns exemplos de gráficos associados ao COVID apresentados na mídia são analisados para esclarecer os

componentes do sentido gráfico, destacando suas características dinâmicas e multivariadas, não levadas em consideração nos gráficos incluídos nas diretrizes curriculares. Conclui-se a necessidade de um melhor ensino dos gráficos e da utilidade dos gráficos estatísticos retirados dos meios de comunicação para motivar os alunos e reforçar o seu sentido gráfico.

**Palavras chave:** Gráficos estatísticos, sentido gráfico, gráficos dinâmicos e multivariados, COVID-19.

## Graph sense and its relevance in understanding the COVID information

### Abstract

In this paper, we start from the idea of statistical sense, as the union of statistical literacy and reasoning, and particularize this idea for the case of statistical graphs, in describing its components. We argue the special importance of the graph sense in the current situation marked by the COVID-19 pandemic, due to the need to interpret statistical information presented and updated daily in various kinds of graphs in the media, to understand and collaborate with the decisions of health and political authorities. Some examples of graphs associated with COVID presented in the media are analyzed to clarify the components of graphic sense, in highlighting their dynamic and multivariate characteristics, not taken into account in the graphs included in the curricular guidelines. The need for better teaching of graphs and the usefulness of statistical graphs taken from the media to motivate students and reinforce their graphical sense is concluded.

**Keywords:** Statistical graphs, graph sense, dynamic and multivariate graphs, COVID-19

### Introducción

Diversos autores han resaltado la abundancia de información estadística disponible en Internet y en los medios de comunicación y la consecuente necesidad de aumentar la cultura estadística de los ciudadanos, para capacitarlos en su interpretación (Gal y Murray, 2011; Engel, 2017; Engel, Ridgway y Weber-Stein, 2021). Son numerosas las fuentes de datos que proporcionan diferentes tipos de evidencia, haciendo posible el planteamiento de nuevas preguntas y respuestas, que moldean la acción social, los negocios y la política (Ridgway, 2016). Un ejemplo es el *periodismo de datos*, en el que profesionales especializados analizan datos de diferentes organismos, produciendo visualizaciones resumidas, con frecuencia interactivas, que incluyen en sus artículos para hacer comprensible al público la información (Gray, Chambers y Bounegru, 2012). Se trata de un periodismo de investigación, casi siempre ayudado por la tecnología, basado en grandes volúmenes de datos (*Big data*) y apoyado en visualizaciones interactivas (Crucianelli, 2013).

Dicha abundancia de información se ha hecho más patente en la actual situación de pandemia, donde cada día, tanto la prensa como los organismos internacionales, nacionales y regionales de salud pública, actualizan datos de diversos indicadores que miden la evolución de la situación a diario y en diferentes periodos temporales, no siempre utilizando una presentación matemáticamente adecuada (Muñiz-Rodríguez, Rodríguez-Muñiz y Alsina, 2020). Mucha de esta información se transmite en forma gráfica para presentar los datos en forma resumida, mostrando sus tendencias y comparando entre regiones, países o zonas sanitarias. En esta coyuntura, los responsables políticos y de salud pública imponen a la ciudadanía diversas limitaciones de movilidad o trabajo que, por un lado, mejoran la situación sanitaria, pero, por otro afectan a la economía en forma a veces difícil de predecir. Para obtener colaboración ciudadana en el cumplimiento de estas directrices, es importante que se consiga transmitir a la sociedad su importancia.

En este trabajo analizaremos los componentes del sentido estadístico, particularizando para el caso particular de los gráficos, ya que la mayor parte de la información relativa a la COVID-19 se está entregando en forma gráfica. Su abundancia en los medios de comunicación sobre este y otros temas se debe al supuesto de que son fácilmente comprensibles al ciudadano, que captará en forma inmediata el mensaje visual que transmiten (Glazer, 2011). Sin embargo, la comprensión gráfica es una competencia sofisticada, que no debe dejarse al aprendizaje autónomo, sino que ha de ser educada, como analizaremos en este trabajo. En particular, estudiaremos las características de algunos de los gráficos que se están utilizando para transmitir información acerca de la COVID-19, que los hacen particularmente difíciles de interpretar, sin una preparación adecuada. Se concluye la necesidad de aumentar el sentido gráfico de los estudiantes desde la escuela, proponiendo como consecuencia algunas sugerencias para la enseñanza del tema.

### **Sentido gráfico**

En trabajos anteriores hemos propuesto la idea de sentido estadístico, como constructo más amplio que aborda la unión de la cultura estadística y el razonamiento estadístico (Batanero, 2019). En lo que sigue, analizamos esta idea, centrándonos en particular en los gráficos estadísticos, debido a su papel esencial en la organización, análisis y comunicación de datos, al desafío planteado por su crecimiento exponencial y la necesidad de proporcionar información

objetiva a los ciudadanos en forma visual (Aleixandre-Benavent, Castelló-Cogollos y Valderrama-Zurián, 2020).

### ***Cultura gráfica e ideas estadísticas fundamentales***

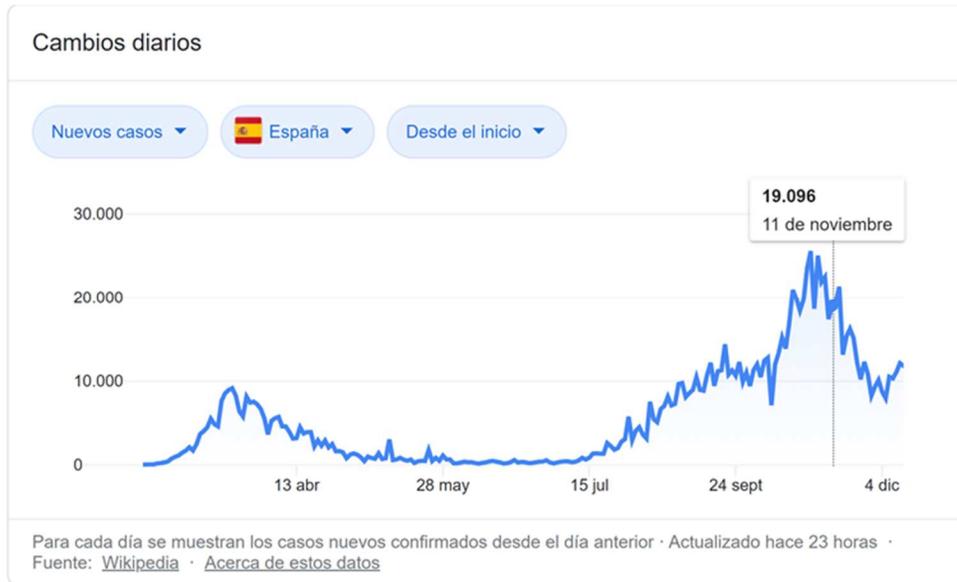
Wallman (1993) definió la *cultura estadística* como la capacidad de comprender y evaluar en forma crítica la información estadística en nuestra vida cotidiana y de valorar la contribución del razonamiento estadístico a la vida personal y profesional. Es decir, el autor, toma la idea básica de cultura y añade la comprensión de conceptos o ideas básicas en estadística. Gal (2002) incluye el conocimiento de los términos estadísticos y los conceptos que subyacen a los mismos, la comprensión de la lógica básica de la estadística y una actitud positiva hacia la materia. Por extensión, la *cultura gráfica* incluiría la capacidad de comprender e interpretar críticamente los gráficos que se nos presentan en los medios de comunicación y comprensión de los términos y conceptos estadísticos relacionados con los gráficos, valorando su contribución para el análisis de la información en contextos personales y sociales.

Esta comprensión incluye la discriminación de los elementos estructurales de un gráfico y el papel que juegan en el mismo (Kosslyn, 1985), es decir, el plano que le sirve de soporte, su estructura o conjunto de variables representadas y sus relaciones, que pueden representarse en ejes cartesianos, lineales o polares y los elementos gráficos usados para representar los datos, por ejemplo, puntos en un diagrama de dispersión o círculos en un diagrama de burbujas. La información presentada en un gráfico debe ser interpretada por el lector mediante un proceso de *percepción gráfica* (Cleveland y McGill, 1984), en el que interviene la comprensión de cada elemento del gráfico, en relación con la escala empleada y del gráfico en su conjunto. Dicha interpretación según Kosslyn (1985) se realiza a tres niveles: *sintáctico* (interpretación de las propiedades de los elementos del gráfico, por ejemplo, si se guarda proporcionalidad); *semántico* (interpretación de su significado, para comprender qué representa cada variable) y *pragmático* (interpretar la finalidad del gráfico, es decir, si su propósito es resumir información, predecir información futura o comparar conjuntos de datos).

Respecto a los conceptos relacionados con el gráfico que se deben conocer (así como los términos que se emplean para denotarlos), nos podemos basar en las ideas fundamentales definidas por Burrill y Biehler (2001). La cultura estadística (y gráfica) implicaría la comprensión básica de las ideas matemáticas básicas que aparecen con mucha frecuencia en

contextos estadísticos y que pueden enseñarse en la escuela. Entre dichas ideas, los autores citan las siguientes que serían requeridas para la interpretación y comprensión de los gráficos estadísticos. Utilizaremos el ejemplo mostrado en la Figura 1 para analizarlas.

Figura 1. Casos diarios de coronavirus en España



Fuente, Wikipedia, recuperado el 19 de diciembre, 2020.

*Datos:* En primer lugar, hay que tener una comprensión suficiente de qué son los datos y del tipo de datos utilizados en cada gráfico. La estadística ha sido definida como ciencias de los datos por Moore (1991) y en la actual situación de la pandemia cobra especial relevancia el conocimiento básico sobre los datos y su interpretación para obtener de ellos la información necesaria en la toma de decisiones o en la comprensión de las decisiones de los responsables políticos. Asistimos al movimiento en pro de los datos abiertos, en el sentido de hacerlos disponibles a los ciudadanos (Ridgway, 2016), que sería ineficiente si no se acompaña de una mejor educación para interpretar y hacer uso de esta información. El crecimiento de las ciencias de los datos de hecho es una oportunidad para establecer vínculos sólidos entre la estadística y la tecnología de la información y promover el crecimiento de ambas disciplinas (Diggle, 2015).

Schild (2004) defendió la necesidad de alfabetización sobre los datos y esta necesidad es más urgente actualmente por la abundancia de todo tipo de datos disponibles para el ciudadano. En los gráficos estadísticos podemos encontrar una gran variedad, en especial,

cuando se considera el contexto como parte constitutiva del dato. Una característica importante de los gráficos utilizados en la pandemia es su naturaleza multivariante y dinámica. Así, en el ejemplo mostrado en la Figura 1 se representan el tiempo y el número de nuevos casos confirmados desde el día anterior en España. Cambiando las pestañas que aparecen en la parte superior izquierda del gráfico podríamos mostrar el número de fallecidos, cambiar el país o cambiar el periodo temporal en que se muestran los datos.

*Distribución:* Cada dato aislado es difícilmente interpretable, debido a la aleatoriedad e incertidumbre implícita en los estudios estadísticos. Pero la distribución de una cierta variable permite calcular las probabilidades de que la variable tome ciertos rangos de valores y predecir su comportamiento futuro. Por ello, el método estadístico trabaja con distribuciones de datos, muchas veces utilizando modelos matemáticos, como la curva normal o exponencial, diferenciando los valores esperados y los valores atípicos en cada variable. Por ejemplo, en la Figura 1, es difícil predecir cada día la oscilación (crecimiento o disminución) de cada variable, pues hay pequeñas fluctuaciones aleatorias. Pero suavizando la serie se observan los movimientos a gran escala de subida o bajada que las autoridades sanitarias han denominado *olas*. La importancia del concepto de distribución de datos es que su comprensión es necesaria para posteriormente adquirir las ideas de distribución de probabilidad y distribución muestral (Lem, Onghena, Verschaffel y Van Dooren, 2013), necesarias en el estudio de la inferencia.

*Promedio:* En la distribución se pueden observar ciertos valores más frecuentes, que señalan la tendencia y permiten comparar la misma variable en diversos contextos o situaciones temporales. Estos valores, como la media, mediana o moda permiten también representar a la distribución. Así, en la Figura 1, es posible dividir el periodo observado en temporadas de mayor y menor incidencia, analizando el valor medio de las fluctuaciones y comparar los máximos en las olas consecutivas, observando un crecimiento notable de la incidencia en el segundo periodo.

*Variabilidad.* La distribución varía alrededor del promedio, pero distribuciones con igual promedio pueden tener diferente variabilidad. Es por eso que la gráfica mostrada en la Figura 1, presenta oscilaciones alrededor de la tendencia general. La variabilidad presente en los gráficos estadísticos puede ser simplemente natural en la variable, es decir, una variabilidad aleatoria (pequeñas oscilaciones de la gráfica en torno a la tendencia) o bien deberse al muestreo que se ha realizado para obtener el gráfico o el instrumento de medida utilizado para medir la magnitud representada. La cultura estadística implica el saber diferenciar estos tipos de variabilidad e

interpretarla. Si es posible, separar las fuentes de variabilidad debida a diferentes factores (por ejemplo, la variabilidad en la incidencia a lo largo del tiempo, la causada por el método usado para contabilizar los casos o la variabilidad de la incidencia en diferentes países de la variabilidad aleatoria).

*Probabilidad:* La probabilidad está íntimamente unida a la estadística, es inseparable de ella; si no existiese variabilidad aleatoria, modelizable mediante la probabilidad, no habría necesidad de recoger datos estadísticos. Inversamente, si no se pudiesen recoger y analizar los datos estadísticos, sería difícil aplicar la probabilidad, fuera del terreno de los juegos de azar. En nuestro ejemplo, la probabilidad se utiliza para predecir el comportamiento del fenómeno estudiado.

*Asociación y correlación.* Con frecuencia interesa más el estudio simultáneo de varias variables que una sola; por ejemplo, en relación a la pandemia, la tasa de contagios en diferentes zonas geográficas o a diferentes edades. La asociación y correlación permiten relacionar estas diferentes variables, con una relación que no es unívoca, como en el caso de la dependencia funcional. No obstante, estas técnicas han permitido matematizar muchas ciencias no exactas, como la biología y la mayor parte de las ciencias sociales. Estos estudios de asociación y correlación han permitido completar el conocimiento sobre el coronavirus y sus fuentes de transmisión, y estimar el efecto de medidas como el confinamiento perimetral o los toques de queda para poder realizar recomendaciones al respecto a la población.

*Muestreo e inferencia.* A veces no es posible estudiar una población completa por lo que, incluso en un gráfico, se representa una muestra de la población dada; en relación al COVID-19 se recogen datos día a día (mientras el tiempo es continuo) o se realizan ensayos de vacunación y tratamientos con muestras de personas de diferentes edades y condición física, para obtener datos de su eficiencia. Si la muestra es representativa, la información se puede extender con un cierto margen de variabilidad a toda la población y ahí es donde la estadística presenta toda su potencia.

*Modelo y modelización.* Como en cualquier rama de las matemáticas, en estadística hacemos usos de modelos. En la Figura 1, se podría modelizar los datos mediante una serie de tiempo que permite separar la tendencia de la serie, así como sus componentes cíclicos. Para cada trozo de la serie, se pueden utilizar funciones matemáticas con objeto de predicción. Otros modelos matemáticos más sencillos incluyen los elementos geométricos de los gráficos

(segmentos, líneas, puntos, sectores, rectángulos) y numéricos, así como proporcionalidad entre las magnitudes y frecuencias representadas en los gráficos y los correspondientes elementos geométricos (longitud o área).

### ***Razonamiento gráfico***

El sentido gráfico implica además del conocimiento de las ideas citadas, un adecuado nivel de razonamiento estadístico, especialmente al tratar de tomar una decisión o incluso al interpretar una información representada en un gráfico. Como indican Hardin et al. (2015), el currículo actual, incluso en la universidad, no prepara a los estudiantes para el razonamiento basado en datos, porque las nuevas capacidades implicadas por la era del *Big data* no han sido parte de la enseñanza tradicional. Es importante, en consecuencia, desarrollar el razonamiento de los estudiantes y no sólo su conocimiento conceptual.

Snee (1990) definió el razonamiento estadístico como aquel que reconoce la variabilidad presente a nuestro alrededor, y comprende una serie de procesos conectados que consisten en identificar, caracterizar, cuantificar, controlar y en lo posible reducir esta variabilidad con vistas a mejorar un proceso o un producto. Garfield y Gal (1999), por su parte, lo conciben como el modo en que las personas razonan con ideas estadísticas y dan sentido a la información estadística. Ello implica interpretar conjuntos de datos, representaciones gráficas y resúmenes estadísticos, realizar inferencias a partir de ellos y utilizar las ideas estadísticas básicas (Garfield, 2002).

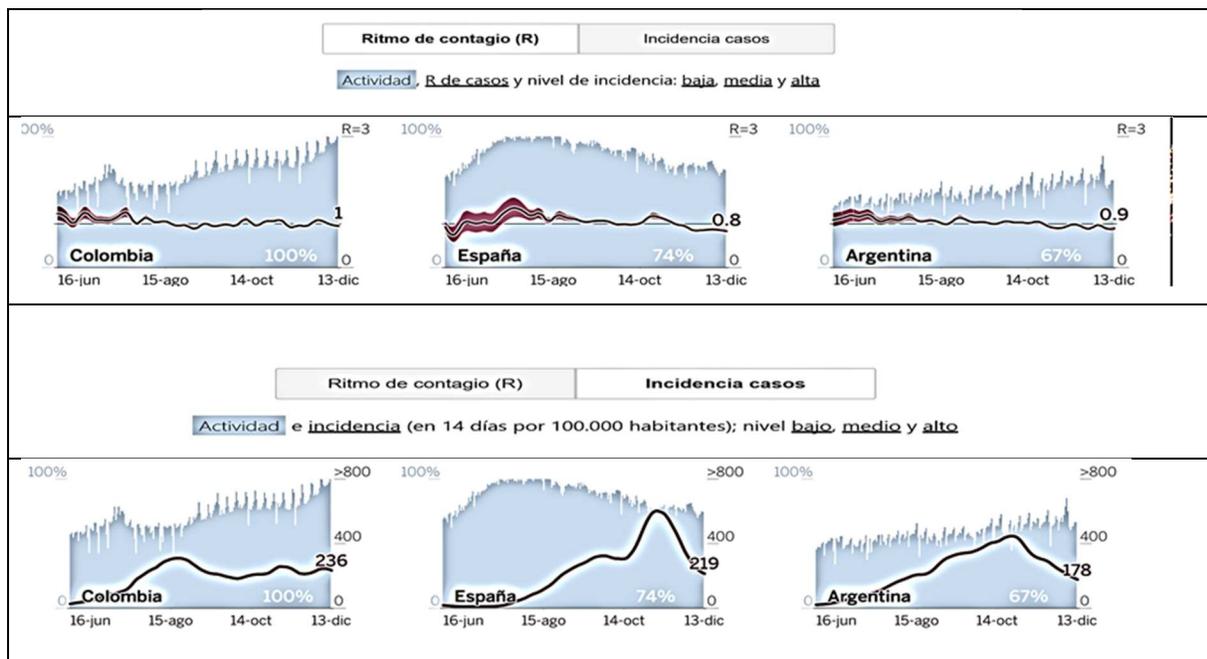
Un modelo de razonamiento ampliamente utilizado en educación estadística es el de Wild y Pfannkuch (1999), cuyos siguientes componentes serían especialmente requeridos en el razonamiento gráfico de los estudiantes:

- *La percepción de la variabilidad* en un conjunto de datos, la diferenciación entre variabilidad local y global, la búsqueda de factores que permitan explicar y si es posible controlar dicha variabilidad. En la Figura 2 se muestran los gráficos sobre incidencia temporal y ritmo de contagio (factor de reproducción R) correspondientes a tres países. La noticia, que se actualiza periódicamente con nuevos datos, incluye los gráficos de muchos más países, pero se han seleccionado tres para el ejemplo de la Figura 2. La persona que lee esta noticia y compara los gráficos debe ser capaz de percibir la mayor variabilidad global del ritmo de contagio y de la incidencia en España, que en Colombia

o Argentina y también diferenciar los periodos temporales de mayor y menor variabilidad. En el resto del artículo debe poder deducir qué países se encuentran en mejor o peor situación respecto a estos indicadores, en comparación con España.

- La *transnumeración* es un tipo de razonamiento estadístico citado por Wild y Pfannkuch (1999) que consiste en utilizar una representación de la información (generalmente una gráfica) para obtener una información difícilmente perceptible en el conjunto de datos sin organizar. Está claro que al representar los datos de la pandemia el tipo de gráfico elegido en las Figuras 1 y 2 permite observar claramente la tendencia temporal y su variabilidad, que sería muy difícil de observar a partir de una tabla o de los datos brutos y, por tanto, contribuye al razonamiento mediante transnumeración.

Figura 2. Ritmo de contagio e incidencia en un periodo temporal del coronavirus por país



Fuente: El País, 14 de octubre, 2020.

El razonamiento a partir de los gráficos comienza con su interpretación, que consta de tres procesos principales (Bertin, 1983; Kosslyn, 1985; Pinker, 1990). En primer lugar, el lector ha de realizar una *identificación externa*, utilizando las características visuales principales del gráfico, como el título y las etiquetas, que le remiten al tema del que trata el gráfico y qué tipo de información se expone. También se analizan los elementos visuales que permiten comprender

cómo se visualiza los datos, por ejemplo, con barras o líneas. Este proceso se ve afectado por nuestros propios sesgos perceptuales, por ejemplo, es más sencillo interpretar un conjunto de puntos como un todo cuando los puntos están unidos entre sí por líneas (Shah y Hoeffner, 2002). En segundo lugar, el lector del gráfico debe realizar una *identificación interna*, para relacionar las características visuales del gráfico con las relaciones conceptuales que representan (por ejemplo, el rango de variación de la variable y cómo se relaciona con la escala utilizada); en este proceso influye el conocimiento y la familiaridad con el tipo de gráfico (Pinker, 1990). El tercer componente consiste en establecer una *correspondencia* entre los elementos anteriores y el contexto referente donde se han tomado los datos. De este modo se interpreta lo que significa el gráfico en el contexto dado.

Friel, Curcio y Bright (2001), por su parte describen las siguientes competencias relacionadas con el razonamiento gráfico.

- *Competencia para interpretar las diferentes componentes del gráfico*: cuál es el contenido global del gráfico, qué variables se representan en cada eje, qué elementos pictóricos se usan para representar sus valores. Así en la Figura 2, el tiempo se presenta en el eje x, pero sólo se muestran etiquetas para cuatro valores temporales, aunque el tiempo es continuo. El eje vertical según la pestaña elegida en el gráfico representa la incidencia o el ritmo de contagio. Es importante también mostrar las relaciones de estos elementos, para juzgar si se utilizan de forma correcta en un gráfico.
- *Capacidad para predecir cómo influye en el gráfico cada una de estas componentes*; por ejemplo, percibir cómo cambiaría el gráfico mostrado en la Figura 1 al truncar la escala vertical por el valor 20000 (en ese caso no se observaría el periodo de mayor incidencia), o al truncar el eje horizontal. De hecho, el gráfico permite cambiar los datos (representados desde el comienzo de la pandemia en la figura) a sólo un mes o una semana, en cuyo caso, la variabilidad de los valores es mucho más limitada.
- *Habilidad para contextualizar lo observado en el gráfico* para poder hacer afirmaciones sobre los datos o variables representadas. Así, en la Figura 2, los máximos observados en el ritmo de contagio en las gráficas correspondientes a Colombia, España y Argentina, deben traducirse a los periodos temporales en que el ritmo de contagio fue mayor en cada país y la comparación de las tres gráficas lleva a observar que en España el ritmo de contagio llegó a ser mayor que en los otros dos países en el mes de julio. Esta

comparación puede, desde luego, ampliarse con otros países observando el resto de gráficas proporcionadas en la noticia y que aquí no hemos reproducido, por cuestión de espacio, en la Figura 2. La comparación y análisis se puede repetir con la incidencia de casos y, asimismo, se pueden comparar las dos gráficas en cada país, observando, por ejemplo, que el mayor ritmo de contagio en un periodo no se corresponde con una mayor incidencia.

- *Ser capaz de elegir un gráfico adecuado* para un conjunto de datos dados, teniendo en cuenta la naturaleza de la variable, el tamaño del conjunto de datos y el objetivo del gráfico. En los ejemplos mostrados y otros disponibles en los medios de comunicación, el lector debiera poder valorar si el gráfico mostrado es adecuado para presentar la información o si sería preferible otro tipo de gráfico.

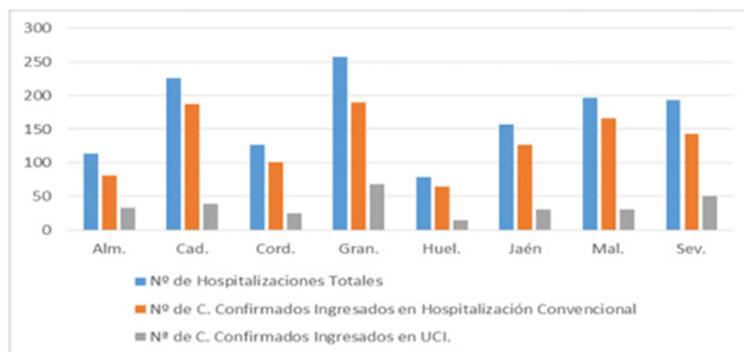
En el razonamiento gráfico, es importante también considerar los diferentes niveles de lectura de los gráficos propuestos por diferentes autores, como Bertin (1983) o Friel, Curcio y Bright (2001). Estos últimos autores consideran los siguientes, de los cuales los últimos niveles no son siempre alcanzados por los ciudadanos al leer gráficos tomados de los medios de comunicación (Salcedo, González y González, 2021):

- *Leer los datos*: se trata de una lectura literal de un elemento del gráfico, sin realizar ningún tipo de operación o comparación con la información obtenida. Así, en el ejemplo mostrado en la Figura 3, el nivel de leer los datos se alcanzaría si se es capaz de obtener el número de hospitalizaciones totales, en hospitalización convencional y en UCI en cualquiera de las provincias.
- *Leer entre los datos*, requiere un paso más, porque, además de leer uno o varios elementos del gráfico, hay que compararlos o realizar operaciones con ellos. Un ejemplo en la Figura 3 sería ser capaz de observar que los mayores valores en todas las variables corresponden a la provincia de Granada, pues esta observación requiere la comparación de los datos de cada variable.
- *Leer más allá de los datos*, cuando se pide inferir un dato no representado, por ejemplo, extrapolando un valor. El gráfico más adecuado para aplicar este nivel es el de la Figura 1, en que se podría tratar de predecir un valor correspondiente a uno o dos días siguientes

a la fecha en que se ha publicado el gráfico (predecir a más largo plazo sería difícil sólo con la información que nos da el gráfico).

- *Leer detrás de los datos*, o lectura crítica del gráfico, por ejemplo, valorando la fiabilidad de la información transmitida. En el ejemplo mostrado en la Figura 3 una lectura crítica implica notar que los datos están dados en valores absolutos, sin tener en cuenta el número de habitantes de cada provincia o incluso el número de plazas disponibles en los hospitales y UCI; sin esta información es difícil evaluar cuál de las provincias se encontraba en la fecha de la publicación del gráfico en mejor o peor situación sanitaria.

Figura 3. Situación sanitaria respecto al coronavirus en las diferentes provincias andaluzas



Fuente: Junta de Andalucía. 14 diciembre.

### Algunas características de los gráficos utilizados para presentar información sobre la COVID-19.

Los conocimientos y razonamientos descritos en las secciones anteriores deben ser utilizados para interpretar todos los gráficos estadísticos y formarían parte del sentido gráfico, que debe ser educado en lo posible en los diferentes niveles educativos. En particular, son necesarios para interpretar los gráficos utilizados en los medios para proporcionar información sobre el COVID-19, en los que destacan algunas características comunes que influyen en la dificultad de su interpretación y que se describen a continuación:

- *Carácter multivariante*. En los ejemplos mostrados y en la mayoría de los gráficos presentados en torno a la pandemia se representan más de una variable. Así, en la Figura 1, como se ha comentado, se representa el número de nuevos casos confirmados y fallecidos en diferentes países y periodos temporales. De igual modo en la Figura 2 se

visualizan la incidencia temporal y ritmo de contagio en distintos países y a lo largo de diferentes periodos temporales. Aunque el número de variables es menor en la Figura 3 pues sólo se analiza un momento temporal, todavía se tienen tres variables correspondientes a la situación sanitaria y otra cualitativa que es la provincia andaluza. Este carácter multivariante implica una dificultad añadida de interpretación, puesto que los gráficos estudiados en la escuela usualmente corresponden a una única variable, o dos en el estudio de la regresión, y no se enseña la interpretación de gráficos multivariantes. Estos gráficos, además, corresponden al mayor nivel de complejidad semiótica entre los definidos por Batanero, Arteaga y Ruiz (2009) pues además de representar la distribución de cada una de las variables que intervienen, aparecen cuestiones relacionadas con la asociación entre ellas, que el lector debe interpretar.

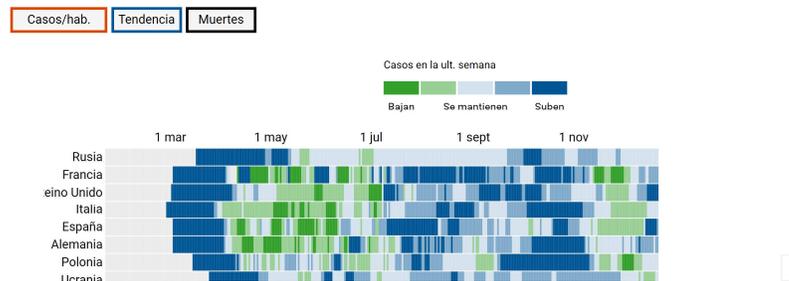
- *Interactividad.* Muchos de los gráficos publicados en torno a la pandemia se pueden clasificar en la categoría de visualizaciones interactivas, que, con frecuencia pueden complementar artículos o noticias basadas en datos, pero en otros casos, se publican en forma independiente sin necesidad de un artículo relacionado; como mucho, se añade un título y algunas instrucciones cortas sobre cómo leer la información (Crucianelli, 2013). De acuerdo a Shah y Hoeffner (2002) las animaciones en los gráficos se utilizan como forma de comunicar información compleja, especialmente de carácter temporal. Debido a la cantidad de datos que se manejan, sin una visualización adecuada sería imposible informar de las variables en estudio y sus interrelaciones. La interactividad permite al lector decidir qué quiere visualizar, dándole protagonismo en la selección de la información que desea interpretar (Crucianelli, 2013). De hecho, las visualizaciones interactivas de información estadística constituyen una verdadera revolución que ha democratizado la exploración estadística que hasta hace poco requería de habilidades técnicas sofisticadas, pero que ahora son accesibles a un público amplio, con un conocimiento estadístico básico (Sutherland y Ridgway, 2017). Sin embargo, no se enseña a los estudiantes en la escuela a trabajar con estas visualizaciones y la dificultad de su interpretación es todavía una cuestión pendiente de investigar.
- *Uso de gráficos no convencionales.* Con frecuencia, los gráficos empleados no son los estudiados en la escuela; los autores utilizan su creatividad para producir visualizaciones que impacten mejor al lector. Pero ello también añade dificultad a la interpretación de

los datos representados. Así, en la Figura 4 se utiliza un diagrama de barras horizontal para visualizar tres variables diferentes (en la figura se ha optado por la tendencia; pero se puede cambiar la variable pulsando la pestaña para representar los casos diarios o el número de muertes por millón de habitantes) a lo largo del tiempo. Mientras que cada barra representa un país diferente, y el tiempo se muestra a lo largo del eje horizontal, la variable principal (en este caso la tendencia) se representa mediante colores. Esta variable se ha discretizado pues sus valores solo se clasifican en relación al crecimiento o decrecimiento. Mientras que en la leyenda de los colores se muestran sólo tres etiquetas (bajan, se mantienen o suben), se utilizan en el gráfico cinco colores diferentes, que se deben interpretar como subida (o bajada) pequeña o grande, pero sólo se indica situando el cursor en un punto de la gráfica. El gráfico es muy diferente de los utilizados habitualmente para representar la variación de una magnitud cuantitativa, pero tiene la ventaja de que a lo largo del total del periodo se puede observar la fracción del mismo en que la tendencia es estable, creciente o decreciente, los periodos en que hay más (o menos) crecimiento en todos los países y aquellos de gran variabilidad. Un problema del gráfico es que no se da la clave del color gris del comienzo de cada barra.

Figura 4. Evolución temporal de indicadores sobre el Coronavirus

**Así ha subido y bajado la curva de casos en los países más afectados**

Evolución de los casos diarios y muertes diarias por cada millón de habitantes y la tendencia (de subida o bajada) de los nuevos casos confirmados de COVID-19 en la semana respecto a la semana anterior en los países con mayor número de contagios detectados



Fuente. El Diario, 27-12-2020

- *Uso de tasas y razones respecto a diferentes cantidades absolutas.* Aunque algunos de estos gráficos, como el presentado en la Figura 3 proporcionan valores absolutos de la variable, lo habitual es presentar el número de casos por 100.000 o por millón de habitantes, por número de plazas disponibles en hospitales o UCI, etc. Pero la base utilizada no siempre está explícitamente indicada en el gráfico, como ocurre, por

ejemplo, en algunos de los ejemplos presentados. Ello puede llevar a confusión, en particular, cuando se utilizan valores absolutos como ocurre en la Figura 3.

### **Implicaciones para la enseñanza de los gráficos estadísticos**

El análisis efectuado muestra la necesidad de reforzar el sentido gráfico de los estudiantes, que incluye una serie de conocimientos, competencias y actitudes que permiten a los ciudadanos enfrentarse con éxito a la información estadística, en particular, la proporcionada en forma gráfica que se encuentra en diversos contextos a diario. Puesto que el fin principal de la enseñanza de la estadística es preparar a los estudiantes para utilizarla cuando sea necesario en su vida cotidiana y profesional, la enseñanza debe tener en cuenta el tipo de gráficos con los que el ciudadano se enfrenta en los medios de comunicación.

Los ejemplos analizados indican que existe un desfase entre esta necesidad y el contenido del currículo escolar, que se limita a enseñar construcción y lectura de gráficos muy elementales, sin prestar atención a la lectura crítica o a los tipos de gráficos dinámicos o multivariantes y combinando diferentes tipos de razones y porcentajes que aparecen en los medios de comunicación. En términos de Muñiz-Rodríguez et al. (2020), junto con otros déficits la pandemia ha revelado la necesidad de reforzar el conocimiento estadístico de los ciudadanos de modo que puedan comprender mejor qué está ocurriendo y por qué. Es por ello que la escuela debe equipar con competencias para interpretar los nuevos tipos de visualizaciones de datos y reforzar la capacidad de crítica de los estudiantes para poder comprender y discutir argumentos cada vez más sofisticados y complejos basados en datos presentes en diversos medios (Ridgway, 2016).

Como muestran Rodríguez-Muñiz, Muñiz-Rodríguez, Vásquez y Alsina (2020), en la situación creada por la pandemia es más necesario que nunca promover la cultura estadística y probabilística del alumnado, pero, a la vez, encontramos nuevos recursos didácticos que pueden reforzar la comprensión y el interés de los estudiantes. Podemos encontrar parte de esos recursos en la prensa y otros medios de comunicación que son fácilmente accesibles y son familiares para los alumnos (Garzón-Guerrero & Jiménez Castro, 2021). En este sentido, los autores muestran ejemplos del uso de gráficos con información sobre la COVID-19 para plantear situaciones didácticas dirigidas al alumnado de educación secundaria que pueden también ser útiles en otros niveles educativos y la formación de profesores.

No debemos olvidar, por otro lado, que la cultura estadística (Gal, 2002) y, por tanto, el sentido estadístico (Batanero, 2019), incluyen también unas actitudes adecuadas hacia la materia. Esta actitud incluye estar dispuesto a ser crítico con la información estadística y plantearse cuestiones sobre la misma y a la vez tener suficiente autoestima para sentirse capaz de comprender situaciones con elementos estadísticos y probabilísticos (Sutherland y Ridgway, 2017). Estas disposiciones deben ser educadas en la escuela, pues sin ellas, las visualizaciones dinámicas, como las presentadas en torno a la COVID-19 pero también respecto a otros temas sociales, se convierten en simples gráficos estáticos y no proporcionan al lector la información que intentan transmitir. Una forma de mejorar estas actitudes es incorporando en la enseñanza contextos ricos, como ocurre en la actualidad con la información sobre el coronavirus que permitan apreciar la utilidad y necesidad de una formación estadística, pues como Watson (2006) indica, para transmitir la cultura estadística es necesario el uso de contextos significativos para el estudiante.

### Agradecimientos

Proyecto PID2019-105601GB-I00 / AEI / 10.13039/501100011033 y Grupo FQM126 (Junta de Andalucía).

### Referencias

- Aleixandre-Benavent, R., Castelló-Cogollos, L. y Valderrama-Zurián, J. C. (2020). Información y comunicación durante los primeros meses de Covid-19. Infodemia, desinformación y papel de los profesionales de la información. *El Profesional de la Información*, 29(4). Disponible en <http://profesionaldelainformacion.com/contenidos/2020/jul/aleixandre-castello-valderrama.html>.
- Batanero, C. (2019). Statistical sense in the information society. En K. O. Villalba-Condori, A. Adúriz-Bravo, F. J. García-Peñalvo y J. Lavonen (Eds.), *Proceedings of the Congreso Internacional Sobre Educación y Tecnología en Ciencias – CISETC* (pp. 28-38). Aachen, Germany: CEUR-WS.org.
- Batanero, C., Arteaga, P. y Ruiz, B. (2009). Análisis de la complejidad semiótica de los gráficos producidos por futuros profesores de educación primaria en una tarea de comparación de dos variables estadísticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 141-154.
- Bertin, J. (1983). *Semiologie graphique*. Paris: Gauthier-Villars.
- Burrill, G. y Biehler, R. (2011). Fundamental statistical ideas in the school curriculum and in training teachers. En C. Batanero, G. Burrill y C. Reading (Eds), *Teaching statistics in school mathematics-Challenges for teaching and teacher education* (pp. 57-69). New York: Springer.

- Cleveland, W. S. y McGill, R. (1984). Graphical perception: theory, experimentation and application to the development of graphical methods. *Journal of the American Statistical Association*, 79(387), 531-554.
- Crucianelli, S. (2013). ¿Qué es el periodismo de datos? *Cuadernos de Periodistas*, 26, 106-124.
- Diggle, P. J. (2015). Statistics: a data science for the 21st century. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A*, 178(4), 793-813.
- Engel, J. (2017). Statistical literacy for active citizenship: A call for data science. *Statistics Education Research Journal*, 16(1), 44-49.
- Engel, J., Ridgway, J. y Weber-Stein, F. (2021). Educación estadística, democracia y empoderamiento de los ciudadanos. *Paradigma*, monográfico de educación estadística, en prensa.
- Friel, S. N., Curcio, F. R. y Bright, G. W. (2001). Making sense of graphs: Critical factors influencing comprehension and instructional implications. *Journal for Research in Mathematics Education*, 2, 124-158. <https://doi.org/10.2307/749671>.
- Gal, I. (2002). Adults' statistical literacy: Meanings, components, responsibilities (with discussion). *International Statistical Review*, 70(1), 1-51. <https://doi.org/10.1111/j.1751-5823.2002.tb00336.x>.
- Gal, I. y Murray, S. T. (2011). Responding to diversity in users' statistical literacy and information needs: Institutional and educational implications. *Statistical Journal of the International Association for Official Statistics*, 27(3-4), 185-195. <https://doi.org/10.3233/SJI-2011-0730>.
- Garfield, J. (2002). The challenge of developing statistical reasoning. *Journal of Statistics Education*, 10(3). <https://doi.org/10.1080/10691898.2002.11910676>.
- Garfield, J. y Gal, I. (1999). Teaching and assessing statistical reasoning. En L. Stiff (Ed.), *Developing mathematical reasoning in grades K-12* (pp. 207-219). Reston, VA: National Council Teachers of Mathematics.
- Garzón-Guerrero, J.A., y Jiménez Castro, M. (2021). Un estudio exploratório de la competencia gráfica de futuros profesores de Portugal e Italia a través de la interpretación de diagramas estadísticos de barras y sectores extraídos de la prensa escrita. *Números*, 106, 33-42.
- Glazer, N. (2011). Challenges with graph interpretation: A review of the literature. *Studies in Science Education*, 47(2), 183-210.
- Gray, J., Chambers, L. y Bounegru, L. (2012). *The data journalism handbook*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media.
- Hardin, J., Hoerl, R., Horton, N. J., Nolan, D., Baumer, B., Hall-Holt, O., Murrell, P. Peng, R., Roback, P., Temple, D. y Ward, M. D. (2015). Data science in statistics curricula: Preparing students to "think with data". *The American Statistician*, 69(4), 343-353. <https://doi.org/10.1080/00031305.2015.1077729>.
- Kosslyn, S. M. (1985). Graphics and human information processing: A review of five books. *Journal of the American Statistical Association*, 80, 499-512.

- Lem, S., Onghena, P., Verschaffel, L. y Van Dooren, W. (2013). External representations for data distributions: in search of cognitive fit. *Statistics Education Research Journal*, 12(1), 4-19.
- Moore, D. S. (1991). Teaching statistics as a respectable subject. En F. Gordon y S. Gordon (Eds.), *Statistics for the twenty-first century* (pp. 14-25). Mathematical Association of America.
- Muñiz-Rodríguez, L., Rodríguez-Muñiz, L. J. y Alsina, Á. (2020). Deficits in the statistical and probabilistic literacy of citizens: effects in a world in crisis. *Mathematics*, 8 (11), 1872; <https://doi.org/10.3390/math8111872>.
- Pinker, S. (1990). A theory of graph comprehension. En R. Freedle (Ed.), *Artificial intelligence and the future of testing* (p. 73–126). Lawrence Erlbaum.
- Ridgway, J. (2016). Implications of the data revolution for statistics education. *International Statistical Review*, 84(3), 528-549.
- Rodríguez-Muñiz, L. J., Muñiz-Rodríguez, L., Vásquez Ortiz, C. A. y Alsina, Á. (2020). ¿Cómo promover la alfabetización estadística y de datos en contexto? Estrategias y recursos a partir de la COVID-19 para Educación Secundaria. *Números*, 104, 217-238.
- Salcedo, A. González, J. y González, J. (2021). Lectura e interpretación de gráficos estadísticos, ¿cómo lo hace el ciudadano? *Paradigma*, edición temática de educación estadística, en prensa.
- Schild, M. (2004). Information literacy, statistical literacy and data literacy. *Iassist Quarterly (IQ)*, 28(2/3), 6-11.
- Shah, P., y Hoeffner, J. (2002). Review of graph comprehension research: Implications for instruction. *Educational Psychology Review*, 14(1), 47-69.
- Snee, R. (1990). Statistical thinking and its contribution to quality. *The American Statistician* 44, 116-121.
- Sutherland, S. y Ridgway, J. (2017). Interactive visualisations and statistical literacy. *Statistics Education Research Journal*, 16(1), 26-30.
- Wallman, K. K. (1993). Enhancing statistical literacy: Enriching our society. *Journal of the American Statistical Association*, 88(421), 1-8.
- Watson, J. M. (2006). *Statistical literacy at school: Growth and goals*. London: Routledge.
- Wild, C. J., y Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223-265.

## **Autores**

### **Carmen Batanero**

Profesora del Programa de Doctorado en Ciencias de la Educación (Universidad de Granada, España). Licenciada em Matemáticas y Diplomada en Estadística (Universidad Complutense de Madrid), Doctora em Matemáticas (Universidad de Granada). Miembro del Grupo de

Investigación FQM126: Teoría de la Educación Matemática y Educación Estadística (Junta de Andalucía). E-mail: [batanero@ugr.es](mailto:batanero@ugr.es)

**José Antonio Garzón-Guerrero**

Doctor en Física (Universidad de Granada) y Profesor del Departamento de Didáctica de la Matemática de la Facultad de Educación (Universidad de Granada). Amplia experiencia en divulgación científica. Líneas de investigación: Gráficos y sentido estadístico y ludificación matemática. E-mail: [jgarzon@ugr.es](mailto:jgarzon@ugr.es)

**Silvia María Valenzuela Ruiz**

Profesora ayudante doctora del Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada. Doctora en Estadística e Investigación Operativa y Máster en Didáctica de la Matemática. Líneas de investigación: Educación estadística. Email: [svalenzuela@ugr.es](mailto:svalenzuela@ugr.es)