

<https://doi.org/10.23925/983-3156.2021v23i4p054-077>

Sentido estadístico y análisis de gráficos sobre la COVID-19

Statistical sense and analysis of graphs related to COVID-19

Sentido estatístico e análise de gráficos sobre a COVID-19

José Antonio Garzón-Guerrero¹

Universidad de Granada

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

Carmen Batanero²

Universidad de Granada

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

Silvia M. Valenzuela-Ruiz³

Universidad de Granada

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

Resumen

En este trabajo se defiende la necesidad del sentido estadístico que se requiere especialmente en la actual situación originada por la COVID-19, en que continuamente recibimos información sobre la evolución de la pandemia mediante una variedad de tablas y gráficos estadísticos. Los ciudadanos necesitan confrontar los argumentos basados en esta información para poder comprender las decisiones de las autoridades sanitarias y políticas, que cambian periódicamente, y colaborar con ellas. En particular, los estudiantes deben recibir en las diversas etapas educativas una adecuada formación estadística y gráfica que les permita en el futuro llegar a ser ciudadanos críticos y reflexivos cuando se enfrenten a esta información. En este trabajo examinamos algunos ejemplos de la forma en que esta información gráfica se presenta en diferentes medios y analizamos los componentes del sentido estadístico necesario para comprenderlos y tomar decisiones basadas en ellos.

¹ jgarzon@ugr.es

² batanero@ugr.es

³ svalenzuela@ugr.es

Argumentamos la necesidad de complementar la enseñanza de la estadística con una variedad más completa de gráficos que los incluidos en el currículo. Finalmente proponemos que los gráficos proporcionados por el gobierno, los medios y organizaciones internacionales puedan ser usados como recursos didácticos por los profesores para mejorar el sentido estadístico de los estudiantes.

Palabras-clave: Sentido estadístico, Gráficos estadísticos, COVID-19

Abstract

In this paper, we argue that statistical sense is particularly needed in the COVID-19 era, when we receive continuous information about the evolution of the pandemic through a wide variety of statistical data, graphs, and tables. Citizens need to confront the arguments based on statistical information to understand decisions that may change every few days. Moreover, students should have adequate statistical and graphical training at any stage of their education to become critical and reflective citizens when facing this type of information. In this paper, we examine some examples of different ways in which this graphic information is distributed in different media and analyse the components of statistical sense needed by students to understand and make decisions based on them. We also argue the need to complement the teaching of statistics with the study of a more complete range of graphs than those included in the curriculum. Finally, we propose that these graphs provided by the government, media, and international organizations are used by teachers as didactic resources to increase the statistical sense in their students.

Keywords: Statistical graphs, Statistical sense, COVID-19.

Resumo

Este trabalho argumenta sobre a necessidade do sentido estatístico, que tem se mostrado tão necessário na situação atual, resultante da COVID-19, na qual recebemos

continuamente informações sobre a evolução da pandemia por meio de uma diversidade de tabelas e gráficos estatísticos. Os cidadãos precisam confrontar argumentos baseados nessas informações para compreender e colaborar com as decisões tomadas pelas autoridades políticas e sanitárias, que mudam constantemente. Em particular, os estudantes, em várias fases de ensino, devem receber formação estatística e gráfica adequada, que lhes permita tornarem-se cidadãos críticos e reflexivos quando confrontados com tais informações. Neste documento, examinamos alguns exemplos sobre como estas informações gráficas são apresentadas em diferentes meios e analisamos os componentes do sentido estatístico necessários para compreendê-las e tomar decisões nelas embasadas. Defendemos a necessidade de complementar o ensino de Estatística com uma maior diversidade de gráficos do que aqueles incluídos no currículo. Finalmente, propomos que os gráficos fornecidos pelo governo, pelos meios de comunicação e pelas organizações internacionais possam ser utilizados como recursos didáticos pelos professores, para melhorar o sentido estatístico dos estudantes.

Palavras-chave: Sentido estatístico, Gráficos estatísticos, COVID-19

Sentido estadístico y gráficos sobre la COVID-19

La difusión de las tecnologías de la comunicación ha supuesto un cambio drástico en el comportamiento de los ciudadanos a la hora de consumir información estadística proporcionada por organismos nacionales e internacionales y disponible para su análisis por parte del ciudadano (Ridgway, 2016). Ello ha desembocado en una revolución en el tratamiento de la información denominada *big data* y ha originado asimismo una necesidad en los medios de comunicación para crear visualizaciones interactivas y dinámicas que simplifiquen esta información y transmitan a los lectores las conclusiones fundamentales que se deducen de ella (Ridgway et al., 2019) y que también actúan como elemento de persuasión dirigido al consumidor (Lindsey y Yun, 2003).

En los últimos meses, el mundo se ha debido enfrentar al desafío ocasionado por la COVID-19, que ha modificado el comportamiento de individuos, grupos sociales e instituciones. Una de las consecuencias más drásticas ha sido el confinamiento al que hemos sido sometidos periódicamente, con la transformación de gran parte de la actividad humana a modalidad virtual, incluida la enseñanza, especialmente la universitaria, pero también la secundaria en largos periodos de tiempo (Jandrić et al., 2020). La necesidad por parte de las autoridades sanitarias y políticas de hacer comprensibles estas decisiones ha tenido como consecuencia el aumento en el consumo público de información sobre la pandemia. Los resultados estadísticos se han vuelto indispensables en todas las noticias relacionadas con la enfermedad, ya sean de prensa, agencias de salud pública o directamente del gobierno, aunque en ocasiones no se utiliza una presentación matemáticamente adecuada (Aleixandre-Benavent, Castelló-Cogollos y Valderrama-Zurián, 2020; Muñoz-Rodríguez et al., 2020).

En particular, gran parte de esta información estadística nos llega en forma de gráficos que nos permiten evaluar la situación de forma rápida y visual, de forma auto-explicativa (Sharma, 2013). Sin embargo, esta evaluación no debe limitarse a una lectura superficial de

los datos, sino que se debe realizar una interpretación completa de los mismos, que permitan comprender las decisiones que afectan a la vida social y privada y colaborar con ellas. Esta necesidad se ve aumentada por los desafíos que suponen para los medios proporcionar información objetiva basada en la evidencia y corregir la información incorrecta causada por las fake news (Aleixandre-Benavent et al., 2020).

Consecuentemente, la ciudadanía debe tener un conocimiento estadístico suficiente que le permita alcanzar estas competencias y tener una actitud crítica ante esta información y ante la toma de decisiones en situaciones de incertidumbre (Engel, 2017). En concreto, se requiere adquirir un sentido estadístico, que engloba la cultura y razonamiento estadístico, junto con unas buenas actitudes (Batanero, 2019).

En este trabajo se analizan brevemente los componentes del sentido estadístico y su aplicación para el trabajo con gráficos estadísticos. Seguidamente, se analizan algunos ejemplos de los tipos de gráficos más usuales, similares a los estudiados en la escuela, junto a otros no contemplados en el currículo, todos ellos utilizados para transmitir datos relacionados con la evolución de la COVID-19. Finalmente, se argumenta que dichos gráficos se pueden utilizar como un recurso de enseñanza para aumentar el sentido estadístico de los estudiantes.

Sentido estadístico y su importancia en la interpretación de gráficos estadísticos

De acuerdo a Batanero (2019), el sentido estadístico requiere en primer lugar de una cultura estadística adecuada, que incluye el conocimiento necesario para interpretar críticamente la información estadística (Gal, 2002), en este caso, el conocimiento de los gráficos estadísticos y de los conceptos relacionados con ellos. En segundo lugar, se requiere el razonamiento estadístico, en nuestro ejemplo, los procesos cognitivos y capacidad de resolver problemas relacionados con los gráficos estadísticos. El tercer componente del sentido estadístico lo constituyen las actitudes adecuadas, como la valoración del uso de la

estadística en la vida cotidiana, el interés por aprender más estadística y la autovaloración de la propia capacidad para aprender estadística. En lo que sigue analizamos estos componentes utilizando gráficos asociados a la pandemia de la COVID-19 como ejemplo.

Cultura estadística e ideas básicas en la interpretación de gráficos

Según Gal y Murray (2011), la cultura estadística es la capacidad de comprender y evaluar críticamente la información estadística en nuestra vida diaria, incluido el conocimiento de los términos y conceptos estadísticos necesarios. Por extensión, la cultura gráfica sería el conjunto de conocimientos requeridos para comprender e interpretar críticamente los gráficos que aparecen en nuestra vida diaria y utilizarlos cuando sea necesario. Burrill y Biehler (2011) definieron algunas ideas estadísticas fundamentales, de las cuales, las siguientes se requieren para interpretar adecuadamente los gráficos estadísticos:

Datos: Moore (1991) definió la estadística como la ciencia de los datos, indicando que un dato no sólo es una información numérica, sino que incluye un contexto que hace estos datos significativos. Asistimos hoy en día a un interés creciente por el contexto en matemáticas, debido al papel que en la enseñanza tiene la resolución de problemas contextualizados (Rosales et al., 2020). Además, el contexto tiene un papel privilegiado en la interpretación de los datos estadísticos. Por ejemplo, el número de nuevos casos de COVID-19 por país publicados a diario en diversos medios, debe ser interpretado teniendo en cuenta la población de cada país y el momento en que publican los datos (por ejemplo, si es antes o después de haber tomado una cierta medida de contención).

Promedio: En una 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 mortalidad, analizando el valor medio de las fluctuaciones y

comparar los máximos en las etapas consecutivas, observando un crecimiento notable de la incidencia en el segundo periodo.

Figura 1.

Defunciones observadas y estimadas (El Mundo, 20 de mayo de 2020).



Variabilidad: la estadística trata con fenómenos aleatorios, que están, por tanto, sujetos a variabilidad aleatoria, mientras otras ramas de la matemática, únicamente tratan con variabilidad de tipo determinista. La cultura estadística implica ser capaces de percibir la variabilidad de los datos, poder medirla y si es posible controlarla o al menos explicarla. Así, en el gráfico mostrado en la Figura 1 se puede observar la variabilidad del número de defunciones en cada momento, las pequeñas oscilaciones aleatorias en torno a la tendencia, así como la variabilidad global en las etapas denominadas primera y segunda olas. Puesto que el gráfico es interactivo, se podría comparar igualmente la variabilidad por género o a diferentes edades; todo ello serían factores explicativos de la variabilidad observada.

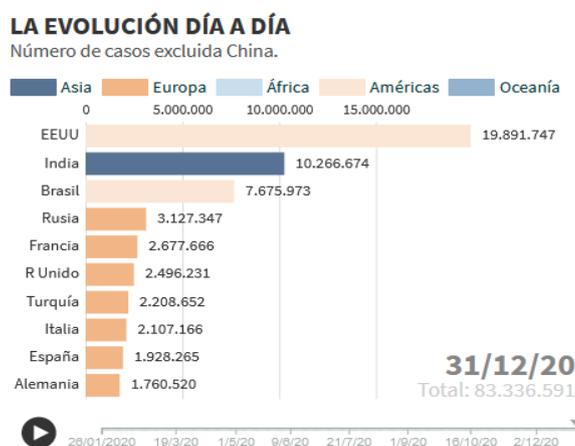
Distribución: En estadística, analizar un solo dato no da mucha información, pero si se estudia conjuntamente una distribución de datos sobre un mismo fenómeno podemos obtener una imagen completa y obtener conclusiones más precisas. Así, en la Figura 1 el dato de cada uno de los días no nos proporciona demasiada información si lo observamos de manera aislada, si no se lo compara con el resto de la gráfica. Por ejemplo, se puede observar

claramente un gran desfase del número de muertes predichas y observadas en la segunda ola, especialmente en el centro del pico de la misma.

Representación: Los datos brutos, es decir, un listado sin organizar, no nos permite extraer mucha información; en cambio una representación condensada de los mismos mediante una tabla y especialmente mediante un gráfico puede ayudarnos a descubrir patrones a través de un proceso de transnumeración. Wild y Pfannkuch (1999) en su modelo de pensamiento estadístico, describieron la transnumeración como el proceso de representación de datos que permite descubrir algo que no era evidente en los datos sin organizar. Así, la Figura 2 permite comparar el número de casos por país, o situar un país como España en el ranking de casos, a la vez que mediante los diferentes colores se visualiza la zona geográfica en que están los países con mayor incidencia.

Figura 2.

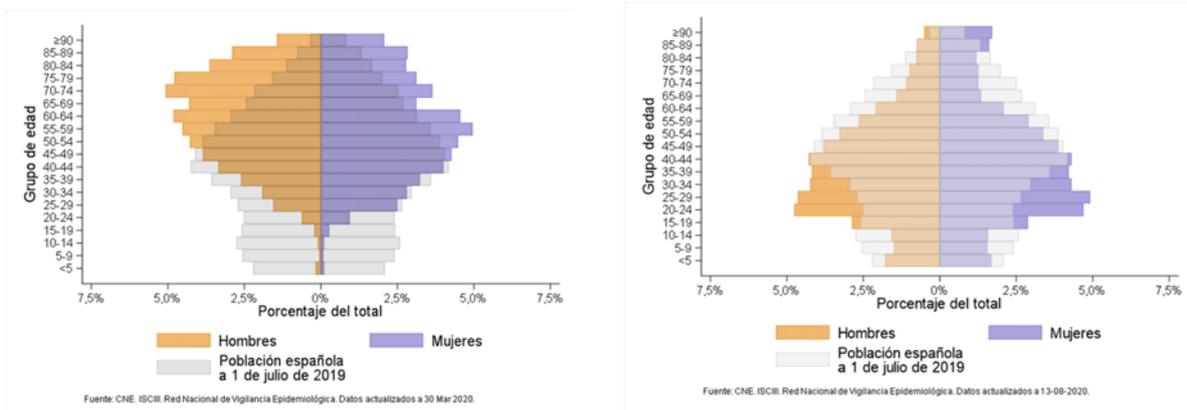
Número de casos de COVID-19 acumulados por país (El Mundo, 9 de enero de 2021).



Asociación, correlación y regresión: En los estudios estadísticos con frecuencia nos interesa relacionar diferentes variables; en el caso de la COVID-19 este estudio permite obtener resultados que ayuden a prevenir la mayor propagación de la enfermedad. Por ejemplo, en la Figura 3 se presentan dos pirámides de población, en las que el número de personas infectadas se relacionan con el género y la edad.

Figura 3.

Población afectada por coronavirus en España por edad y sexo (El Español, 22 de agosto de 2020).



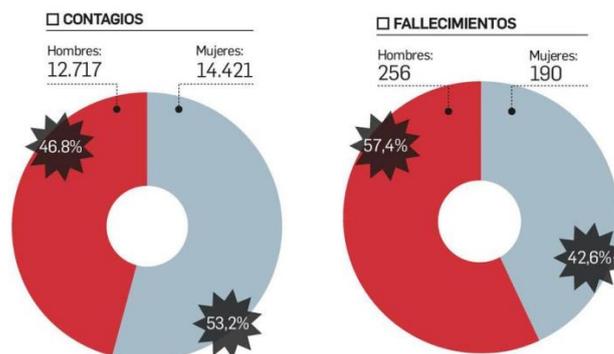
30 de mayo de 2020

20 de agosto de 2020

En la de la izquierda, con datos tomados hasta mayo de 2020, se muestra que es a partir de los 50 años cuando se producen las mayores tasas de infección, lo que sirvió para definir lo que en los medios se han llamado grupos de riesgo. Sin embargo, la tendencia cambió en los datos recogidos hasta agosto, posiblemente debido al auto confinamiento que se han impuesto muchas de las personas mayores.

Figura 4.

Contagios y fallecimientos en hombres y mujeres (Diario de Cádiz, 8 de diciembre) de 2020.



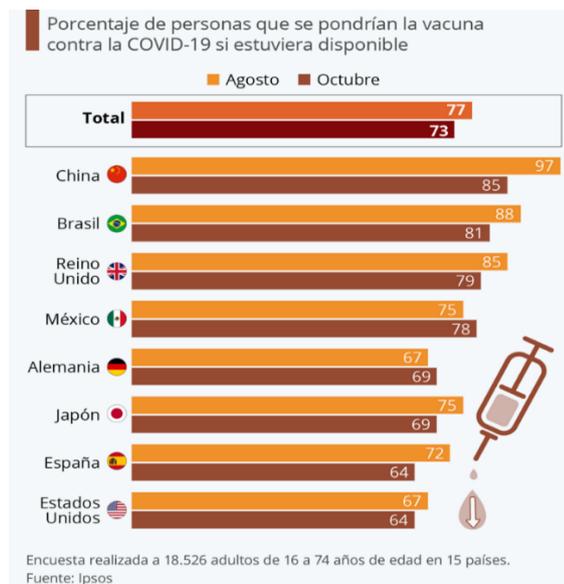
Probabilidad: la probabilidad está estrechamente relacionada con la estadística; por ejemplo, la inferencia estadística no podría utilizarse sin recurrir a los modelos de probabilidad. En particular, para el estudio de la COVID-19 se intenta predecir el

comportamiento de la enfermedad y su propagación utilizando técnicas de estadística inferencial. Por ejemplo, si miramos la Figura 4, podemos decir que si eres mujer tienes más probabilidades de contagiarte por la enfermedad que si eres un hombre, pero esa probabilidad se invierte si atendemos a las muertes producidas por el virus.

Muestreo e inferencia: la mayor fortaleza de la estadística es que se puede aplicar a una muestra limitada y extender los resultados a toda la población. Esto es evidente, por ejemplo, en estudios de la vacunación de COVID-19 como los de la Figura 5 que describe los resultados de una encuesta sobre intención de vacunarse en dos periodos diferentes.

Figura 5.

Intención de vacunación en agosto y octubre (Statista, 11 noviembre 2020).



Razonamiento estadístico

Además de la cultura estadística, el sentido gráfico requiere un razonamiento estadístico suficiente. Garfield (2002) describió el razonamiento estadístico como aquel tipo de razonamiento basado en conceptos estadísticos, que implica interpretar conjuntos de datos, representaciones gráficas y resúmenes estadísticos, utilizar las ideas básicas de la estadística y hacer inferencias a partir de ellas. Incluye los procesos de razonamiento utilizados por el individuo para justificar sus soluciones a problemas o para criticar o estar de acuerdo con

afirmaciones basadas en datos estadísticos (Batanero, 2019). En el caso del razonamiento gráfico, Friel, Curcio y Bright (2001) consideran específicamente los siguientes componentes:

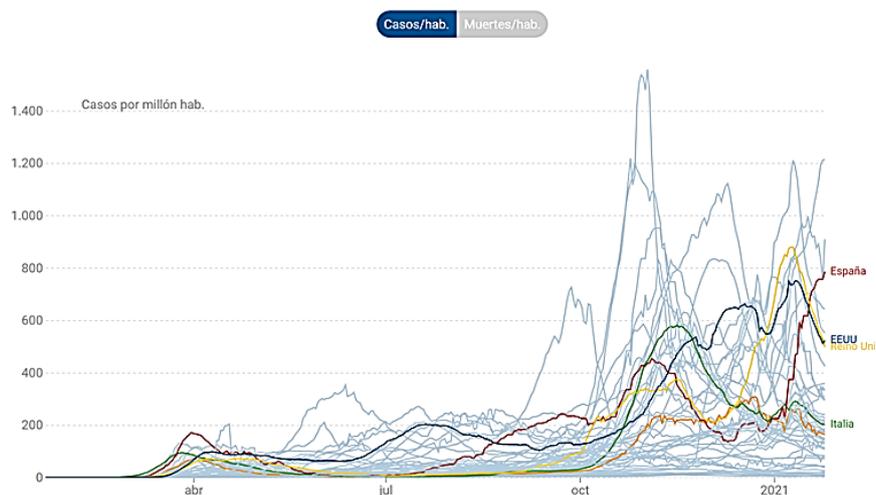
- Competencia para reconocer los componentes estructurales del gráfico (escala, ejes, etiquetas ...), interpretarlos y decidir si son adecuados para su inclusión en el gráfico. Por ejemplo, en las pirámides de población representadas en la Figura 3, es confusa la escala horizontal, pues las barras de color gris se refieren al porcentaje de infectados por grupos de edad respecto a la población en general y las barras coloreadas muestran al porcentaje de infectados por grupos de edad, pero esta vez tomando como referencia el número total de afectados en la pandemia. Otra fuente de confusión es el hecho de que no se describa sobre qué población se calculan los porcentajes.
- Capacidad para percibir el impacto de estos elementos en la presentación de la información. Poder, por ejemplo, predecir el cambio en el gráfico si cambia la escala, o darse cuenta si la escala utilizada es incorrecta porque no es proporcional. Por ejemplo, ¿qué pasaría si en la Figura 1 si se ampliara el tamaño de uno de los ejes conservando el mismo tamaño en el otro? También es necesario detectar que una gráfica puede resultar engañosa o mal construida por la variación, intencionada o no, de un elemento estructural de la misma.
- Capacidad para contextualizar y traducir las relaciones que aparecen en el gráfico a los datos y viceversa. Por ejemplo, si miramos el gráfico izquierdo de la Figura 3, con datos recogidos hasta mayo de 2020, podemos ver que el número de infecciones se concentra en los rangos de edad por encima de los 50 años. En la pirámide de la derecha, con datos de agosto, se puede observar que la mayor tasa de infección se

encuentra ahora en su mayoría en la población joven, de 20 años o más. De esta observación se puede deducir que, durante ese periodo, el virus se ha extendido más a la población joven que a la de mayor edad. Una hipótesis que se puede plantear para explicar esta situación podría ser la mayor precaución de los mayores para prevenir la infección que la de la población más joven o bien que al hacerse más pruebas PCR se detectan más casos asintomáticos, que suelen darse en los jóvenes y antes pasaban desapercibidos.

- Capacidad para elegir un gráfico adecuado al problema planteado, ya que esta elección depende del tipo de variable y escala, si el número de valores diferentes es pequeño o no (Cazorla et al., 2021). Por ejemplo, si queremos hacer una comparación sobre qué país del mundo tiene más personas infectadas, usaríamos el gráfico de barras de la Figura 2 en lugar de un gráfico de líneas. Pero si quisiéramos comparar la evolución de la epidemia por país, sería mejor elegir uno con características dinámicas, como en la Figura 6, donde marcando cada línea se resalta uno de los países y permite ver su comportamiento en diferentes periodos temporales.

Figura 6.

Evolución de la pandemia en diferentes países (El Diario, 26 de enero de 2021).



Finalmente, respecto a la dificultad que la lectura de un gráfico supone, Bertin (1967), describe los siguientes grados crecientes de complejidad acerca de la información que puede obtenerse de la lectura de un gráfico:

- *Extracción de datos:* consiste en establecer relaciones entre los ejes X e Y en forma elemental. Por ejemplo, leer la frecuencia que corresponde a un valor de la variable en gráficos de barras o un gráfico de líneas. O viceversa, dada una frecuencia, identificar el valor al que corresponde esta frecuencia.
- *Extracción de tendencias:* se da cuando se identifican relaciones entre dos subconjuntos de datos representados en el gráfico. Por ejemplo, cuando se obtiene la moda, es necesario relacionar la frecuencia de diferentes valores de los datos, para obtener el valor de mayor frecuencia.
- *Análisis de la estructura de los datos:* se da cuando se comparan tendencias o agrupamiento de datos para sacar conclusiones y efectuar predicciones. Por ejemplo, a partir de un gráfico múltiple de líneas se analiza cuál de las variables representadas tiene mayor variabilidad.

Actitudes hacia la estadística

Además de una cultura estadística suficiente y un razonamiento adecuado, es importante la motivación o actitud hacia la estadística. Las actitudes han sido objeto de atención en matemáticas, al formar parte del dominio afectivo que tiene una gran influencia en el aprendizaje (Gómez-Chacón, 2000). Las actitudes hacia una materia influyen en el interés por aprender más y en el uso que se hace de lo aprendido en la vida diaria y profesional (Di Martino y Zan, 2015). Es importante resaltar que, aunque muchos profesores tienen actitudes positivas hacia la estadística o la probabilidad, sus actitudes hacia la enseñanza de la materia son peores al sentirse poco preparados o inseguros para su labor como profesor del tema (Estrada et al., 2011).

Una de las formas de mejorar estas actitudes es hacer comprender, tanto a alumnos, como a profesores el valor de la estadística en la vida cotidiana. Los datos y gráficos publicados en torno a la pandemia de COVID-19 nos proporcionan una oportunidad para lograrlo, como veremos a continuación.

Gráficos estadísticos con información sobre la COVID-19

La enseñanza de los gráficos estadísticos está incluida en el currículo de matemáticas desde la educación primaria. En España, en este ciclo educativo se estudian los diagramas de barras, líneas, pictogramas y gráficos de sectores (MECD, 2014). En la educación secundaria se añaden los histogramas, polígonos de frecuencia, gráficos de caja y diagramas de dispersión (MECD, 2015). Uno de los estándares de aprendizaje para el primer curso de Bachillerato indica específicamente: “Analiza de forma crítica y argumentada información estadística presente en los medios de comunicación y otros ámbitos de la vida cotidiana” (MECD, 2015, p. 389). Igualmente, como estándar de evaluación se indica:

Presentar de forma ordenada información estadística utilizando vocabulario y representaciones adecuadas y analizar de forma crítica y argumentada informes estadísticos presentes en los medios de comunicación, publicidad y otros ámbitos, prestando especial atención a su ficha técnica, detectando posibles errores y manipulaciones en su presentación y conclusiones (p. 339).

Sugerencias similares se realizan para otros cursos de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato. Sin embargo, en la clase de matemáticas el trabajo con gráficos se suele reducir a su construcción o lectura, siempre con conjuntos de datos elementales, muy lejos de las necesidades que aparecen en contextos reales (Monteiro y Ainley, 2010). No se aprovecha la posibilidad de utilizar gráficos tomados de los medios de comunicación, que permitan alcanzar el aprendizaje de los mismos y cumplir los estándares indicados en el currículo. En lo que sigue, se presentan algunos ejemplos de gráficos estadísticos incluidos en las orientaciones curriculares que son utilizados para presentar datos sobre la COVID-19.

Dichos gráficos pueden ser utilizados por los profesores para aumentar la motivación de los estudiantes y desarrollar su sentido estadístico.

Tipos de gráficos asociados al COVID-19

Gráficos de barras. Se encuentran entre los gráficos más utilizados en los medios durante la pandemia. El criterio que se utiliza para mostrar la información es que la altura o longitud de las barras debe ser proporcional al valor de la variable o la frecuencia de la categoría. Son útiles para relacionar dos variables donde una de ellas es cualitativa. Por ejemplo, la Figura 2 muestra el número total de casos de COVID-19 en diferentes países. En este ejemplo, el gráfico también es dinámico, ya que se pueden visualizar los resultados en diferentes momentos para observar la evolución en el tiempo. En la prensa podemos encontrar gráficos de barras simples (como en la Figura 2), de barras adosadas (Figura 5) o de barras apiladas, y con diferente orientación, horizontal o vertical, cada una con unas características particulares (Fischer, Dewulf y Hill, 2005).

Gráficos lineales. Son muy empleados en las noticias sobre la pandemia, ya que reflejan claramente la evolución de una variable en el tiempo, como ocurre en el ejemplo presentado en la Figura 1. Este tipo de gráfico se suele utilizar para presentar variables a lo largo del tiempo y utiliza ejes cartesianos, siendo el eje horizontal usualmente asociado al tiempo y el eje vertical donde se presentan los valores de la variable. Aunque son fáciles de interpretar, su comprensión se dificulta cuando aparece más de una variable, como en el ejemplo mostrado en la Figura 6. Hacemos notar que la interpretación del gráfico en estos casos requiere el nivel de lectura de extracción de tendencias (Bertin, 1967), que se da cuando se identifican relaciones entre dos subconjuntos de datos representados en el gráfico.

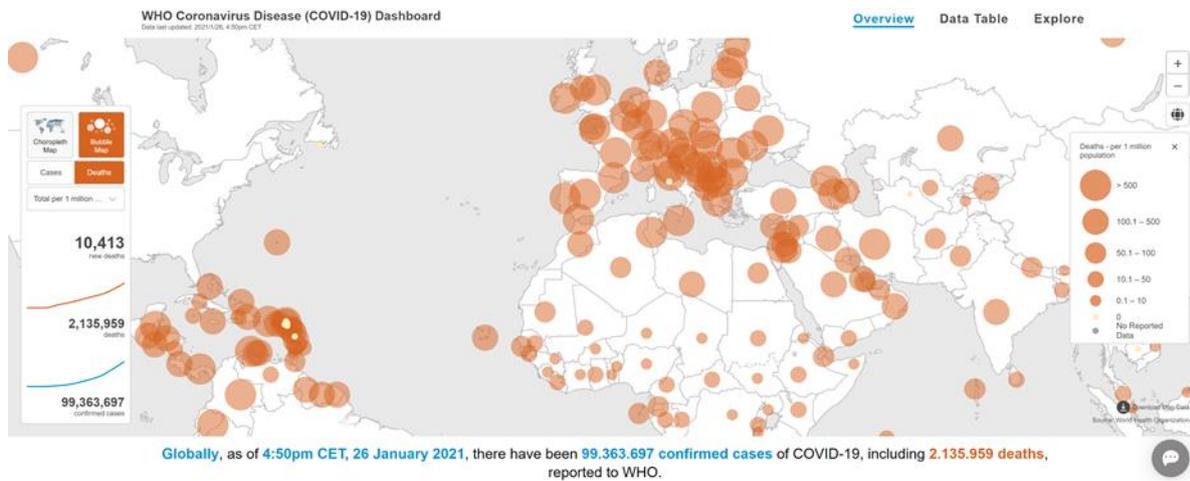
Gráfico de sectores. Su uso en noticias sobre la COVID-19 no es tan abundante como el gráfico lineal o de barras, aunque lo encontramos ocasionalmente. Un gráfico

circular muestra clases o grupos de datos en proporción al conjunto de datos completo. El círculo completo representa todos los datos, mientras que cada sector o segmento representa una clase o grupo diferente dentro del todo. El criterio de construcción es que la amplitud de cada sector del círculo o corona sea proporcional a la frecuencia relativa de la variable. El número de categorías puede variar, pero generalmente es pequeño. En la Figura 4 se muestran dos gráficos sectoriales que comparan muertes e infecciones por COVID-19 en la provincia de Cádiz hasta diciembre de 2020 con dos categorías de la variable género, hombres o mujeres. El total del círculo representa el número total de muertes o infecciones y cada una de las categorías se muestra en un color diferente para su clara distinción.

Cartogramas. Representan información estadística en un mapa, donde la variable se puede presentar numéricamente o bien utilizando colores e incluso algún elemento geométrico como en la Figura 7, que muestra un cartograma interactivo con un gráfico de burbujas superpuesto, donde puede elegir entre diferentes variables cuantitativas, por ejemplo, el número de casos de COVID-19, para diferentes países y también se puede representar en diferentes escalas, como el total, número por millón de habitantes o porcentaje de cambio en 1 o 7 días. La variable cuantitativa está representada por el área de círculos de colores situados sobre el país al que pertenecen, siendo el área de la burbuja proporcional al valor de la variable.

Figura 7.

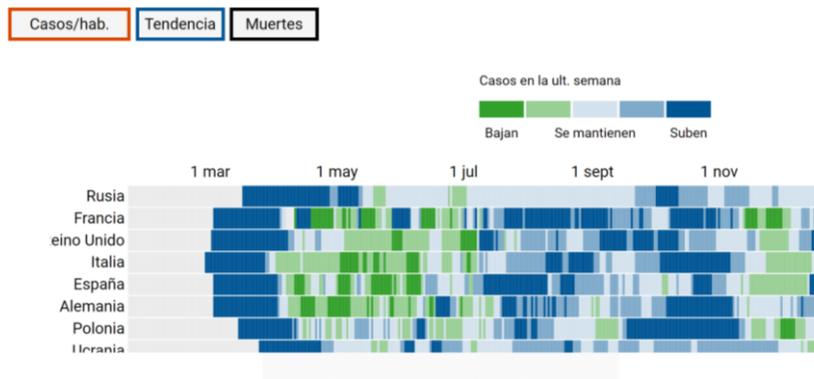
Cartograma con gráfico de burbujas superpuesto (World Health Organisation. COVID-19 Dashboard, 27 de enero de 2021).



Pirámide de población. Muy frecuente al comienzo de la pandemia, se podría describir como un tipo especial de histograma que permite comparar rápidamente la distribución de una variable por rango de edad y género dentro de un determinado país. Un ejemplo se muestra en la Figura 5, donde se representan simultáneamente en la misma gráfica dos variables: la distribución de edad en hombres y mujeres y la distribución de infectados por rango de edad en hombres y mujeres. Una dificultad en el gráfico es que los porcentajes son calculados sobre diferentes totales (respecto a la población general, en el primer caso y respecto al total de infectados en el segundo), dando la impresión en algunas edades de haber más infectados que población. Aun así, el gráfico es útil para comparar la diferencia de incidencia de la COVID-19 en hombres y mujeres en cada tramo de edad y en dos momentos temporales diferentes.

Figura 8.

Evolución temporal de indicadores sobre el Coronavirus (El Diario, 27 de diciembre de 2020).



Gráficos no habituales: A menudo, podemos encontrar gráficos estadísticos que normalmente no se enseñan en la escuela, que intentan facilitar la comprensión de datos complejos y se basan en la creatividad artística del autor de los gráficos. Por ejemplo, en la Figura 8 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. Aunque en la leyenda de los colores se muestran sólo tres etiquetas (bajan, se mantienen o suben), se utilizan en el gráfico hasta 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 proporciona explícitamente la clave en la leyenda del color gris que aparece al comienzo de cada barra.

Algunas características comunes

La dificultad observada por diferentes autores en la lectura de gráficos estadísticos por parte del ciudadano (Salcedo et al., 2021) y por estudiantes (Fernandes y Morais, 2011) se acentúa con el actual momento de la pandemia, donde es necesario interpretar en profundidad tanto el gráfico en sí como el contexto en el que aparece. Además, las gráficas utilizadas para proporcionar información tienen algunas características específicas que aumentan su dificultad y se describen a continuación.

- *Carácter multivariado:* La mayoría de los gráficos publicados en relación al COVID-19 representan la distribución de varias variables, como se muestra en la mayor parte de los ejemplos presentados. En la escuela, la enseñanza de los gráficos se restringe a una o dos variables y este tipo de gráfico corresponde a un mayor nivel de complejidad semiótica, (Batanero et al., 2010) ya que, además de interpretar en el gráfico cada variable por separado, se debe hacer una conclusión de la relación entre las mismas. Así, en la Figura 8 se espera que el lector deduzca los periodos temporales de mayor o menor decrecimiento y crecimiento en el número de casos y en qué periodos coincidan estas etapas. Cambiando la variable principal se puede comparar si hay o no coincidencia temporal entre el decrecimiento (crecimiento) en número de casos y de muertes, por ejemplo.
- *Gráficos dinámicos e interactivos:* en tiempos de pandemia, es fundamental disponer de los datos más actualizados, incluso en tiempo real, para observar su evolución y comparar distintas variables entre sí. El desarrollo de la tecnología informática lo ha hecho posible, creando gráficos interactivos, en los que el lector puede seleccionar la variable de estudio, los intervalos de tiempo, estudiar

cada dato individual de los gráficos e incluso ver los cambios temporales en una animación (Sutherland y Ridgway, 2017). La interactividad permite al lector decidir qué quiere visualizar, dándole protagonismo en la selección de la información que desea interpretar y haciéndole responsable de la interpretación de la misma (Crucianelli, 2013).

- *Uso de tasas y razones respecto a diferentes bases de comparación:* la mayoría de las variables se representan de manera estandarizada o proporcional, por ejemplo, la tasa de infecciones producidas por cada 100.000 habitantes. Sin embargo, otras veces la base de comparación es el millón de habitantes o el número de habitantes de un país. Pero los estudiantes suelen tener problemas cuando trabajan con la proporcionalidad, que repercute en errores en la lectura y construcción de gráficos estadísticos (Sharma, 2013). Por ejemplo, es frecuente que al construir un gráfico los estudiantes usen escalas no proporcionales. La proporcionalidad se presenta en los gráficos en diversas formas: en las escalas, en las longitudes, áreas o amplitudes angulares que representan una frecuencia dada. También aparece en los gráficos asociados al COVID-19 en el hecho de que las cantidades representadas son tasas o razones y no valores absolutos.

Además de las características descritas, apuntamos el hecho de que algunos de los gráficos utilizan diferentes escalas no lineales, como la logarítmica, e incluso permiten al lector cambiar de una a otra escala, esperando que puedan de este modo interpretar mejor los datos presentados.

Reflexiones finales

En este trabajo se ha argumentado en favor de la necesidad de que todos los ciudadanos adquieran un sentido estadístico adecuado (Batanero, 2019) y reforzar su

competencia en la lectura de gráficos para poder hacer frente a la información proveniente de los medios de comunicación acerca de la pandemia COVID-19. No solo las instituciones internacionales, como la Organización Mundial de la Salud, sino también las autoridades nacionales y locales están proporcionando todos los días datos sobre la evolución de la pandemia y los factores vinculados a esta evolución. Al mismo tiempo las autoridades sanitarias y políticas están implementando diferentes tipos de restricciones a la movilidad, el comercio y diferentes actividades de ocio y cultura e incluso deporte o educación que afectan nuestras vidas. Es importante que los ciudadanos comprendan la gravedad de la situación y aprecien el efecto de las restricciones en la mejora de la misma, de modo que colaboren con su comportamiento a la solución del problema que nos atañe.

Como se ha analizado, gran parte de esa información se muestra mediante gráficos estadísticos, muchos de ellos de los tipos más usuales estudiados en la escuela, pero también otros gráficos menos comunes, como multivariados, dinámicos e interactivos que requieren del desarrollo de nuevas competencias que la escuela debiera favorecer.

Es importante, a la vez, mejorar la motivación y valoración hacia la estadística, lo que puede lograrse haciendo ver su utilidad. En este sentido, los ejemplos discutidos a lo largo del documento pueden ser utilizados por los profesores para crear situaciones didácticas donde los estudiantes reciban estos gráficos y se les solicite que extraigan las principales conclusiones de la información presentada. Igualmente, se les podría pedir que identificaran aspectos engañosos o erróneos y sugerir otras formas diferentes de representar la misma información.

Finalmente, recordamos que una buena enseñanza requiere también la preparación adecuada de los profesores, algunos de los cuales, también tienen dificultad en la lectura de gráficos (Garzón-Guerrero y Jiménez-Castro, 2021). Esta formación debe incluir también los aspectos didácticos, haciéndoles partícipes del tipo de análisis de los gráficos que hemos

presentado en este trabajo.

Agradecimiento: 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. (2010). 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.
- 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.
- Bertin (1967). *Semiologie graphique*. Paris: Gauthier-Villars.
- Cazorla, I., Cardoso, M. y Monteiro, C. E. (2021). Variáveis estatísticas e suas representações em gráficos: reflexões para seu ensino. *Números*, 106, 23-32.
- Crucianelli, S. (2013). ¿Qué es el periodismo de datos? *Cuadernos de Periodistas*, 26, 106-124.
- Di Martino, P. y Zan, R. (2015). The construct of attitude in mathematics education. En B. Pepin y B. RoeskenWinter (Eds.), *From beliefs to dynamic affect systems in mathematics education. Exploring a mosaic of relationships and interactions* (pp. 51-72). New York: Springer.
- Engel, J. (2017). Statistical literacy for active citizenship: A call for data science. *Statistics Education Research Journal*, 16(1), 44-49.
- Estrada, A., Batanero, C. y Lancaster, S. (2011). Teachers' attitudes towards statistics. In C. Batanero, G. Burrill, & C. Reading (Eds.), *Teaching statistics in school mathematics. Challenges for teaching and teacher education* (pp. 173-174). Springer.
- Fernandes, J. A., y Morais, P. C. (2011). Leitura e interpretação de gráficos estatísticos por alunos do 9º ano de escolaridade. *Educação Matemática Pesquisa* 13(1), 95-115,
- Fischer, M. H., Dewulf, N., y Hill, R. L. (2005). Designing bar graphs: Orientation matters. *Applied Cognitive Psychology*, 19(7), 953-962.
- 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.
- 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>
- Garzón-Guerrero, J. A. y Jiménez-Castro, M. (2021). Estudio 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,
- Gómez-Chacón, I. (2000). Affective influences in the knowledge of mathematics, *Educational Studies in Mathematics*, 43 (2), 149-168.
- Jandrić, P., Hayes, D., Truelove, I., Levinson, P., Mayo, P., Ryberg, T., y Hayes, S. (2020). Teaching in the age of COVID-19-19. *Postdigital Science and Education*, 2(3), 1069-1230. <https://doi.org/10.1007/s42438-020-00169-6>.
- Lindsey, L. L. M., y Yun, K. A. (2003). Examining the persuasive effect of statistical messages: A test of mediating relationships. *Communication Studies*, 54(3), 306-321. <https://doi.org/10.1080/10510970309363288>.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte MECD (2015). *Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria*. Madrid: Autor.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte MECD (2015). *Real decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la educación secundaria obligatoria y del bachillerato*. Madrid: Author.
- Monteiro, C. E. F., y Ainley, J. M. (2010). The interpretation of graphs: Reflecting on contextual aspects. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 3(2), 17-30.
- 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), 18-72. <https://doi.org/10.3390/math8111872>.
- Ridgway, J. (2016). Implications of the data revolution for statistics education. *International Statistical Review*, 84(3), 528-549.
- Ridgway, J., Nicholson, J., Sutherland, S. y Hedger, S. (2019). Critical statistical literacy and interactive data visualisations. Em J. Ewans, S. Ruan y H. Southall (Eds.), *Data in society. Challenging statistics in an age of globalisation*, (pp. 349-358). Bristol: Policy Press.
- Salcedo, A. González, J. y González, J. (2021). Lectura e interpretación de gráficos estadísticos, ¿cómo lo hace el ciudadano? *Paradigma*, en prensa.

- Sharma, S. (2013). Assessing students' understanding of tables and graphs: implications for teaching and research. *International Journal of Educational Research and Technology*, 4(4), 61-69.
- Sutherland, S. y Ridgway, J. (2017). Interactive visualisations and statistical literacy. *Statistics Education Research Journal*, 16(1), 26-30.
- Wild, C. J., y Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223-265.

Recebido em 16/02/2021

Aceito em 27/04/2021