

¿Cómo promover la alfabetización estadística y probabilística en contexto? Estrategias y recursos a partir de la COVID-19 para Educación Primaria

Ángel Alsina

Universidad de Girona

Claudia Vásquez

Pontificia Universidad Católica de Chile

Laura Muñiz-Rodríguez

Luis J. Rodríguez-Muñiz

Universidad de Oviedo

Resumen: *La alfabetización estadística y probabilística pueden ayudar a los ciudadanos a comprender y afrontar crisis mundiales como la ocasionada por la COVID-19. Desde este enfoque, en la primera parte se describen los conocimientos matemáticos importantes que debe movilizar el profesorado de Educación Primaria para desarrollar la alfabetización de los alumnos y, en la segunda parte, se presentan diversas experiencias contextualizadas con datos de la COVID-19. Se concluye que, mediante estas experiencias, los alumnos aprenden a reflexionar sobre sus propias acciones, considerando sus impactos sociales, culturales, económicos y ambientales actuales y futuros, contribuyendo a formar ciudadanos comprometidos con la sostenibilidad.*

Palabras clave: *alfabetización estadística y probabilística, conocimiento matemático para la enseñanza, enseñanza de las matemáticas en contexto, COVID-19, educación para la sostenibilidad, Educación Primaria.*

How to promote statistical and probabilistic literacy in context? Strategies and resources from COVID-19 for Primary Education

Abstract: *Statistical and probabilistic literacy can help citizens understand and face global crises like the one caused by COVID-19. From this perspective, the first part*

describes the important mathematical knowledge that primary school teachers must mobilize to develop student literacy and, in the second part, some contextualized experiences with data from COVID-19 are presented. It is concluded that, through these experiences, students can reflect on their own actions, considering their current and future social, cultural, economic and environmental impacts, thus contributing to training citizens committed to sustainability.

Key words: *statistical and probabilistic literacy, mathematical knowledge for teaching, mathematics education in context, COVID-19, education for sustainability, Primary Education.*

1. INTRODUCCIÓN

La sociedad contemporánea está altamente tecnificada y, como consecuencia, los ciudadanos recibimos diariamente una gran avalancha de datos a través de diferentes medios: audiovisuales, radiofónicos, impresos y, por supuesto, digitales. La principal finalidad de estos datos es informar a la ciudadanía, con el propósito de sacar conclusiones y tomar decisiones a partir de su correcta interpretación. Sin embargo, los datos también pueden ser proporcionados con otras finalidades e intereses como falsear la realidad, manipular a la población, esconder información, etc., ya que no existen garantías de que los datos sean siempre los más relevantes y tampoco es seguro que se comuniquen adecuadamente. Un claro ejemplo de ello es cómo se ha hecho llegar a la ciudadanía la gran cantidad de datos sociodemográficos, económicos, sanitarios y de movilidad derivados de la crisis mundial provocada por la COVID-19. Por ejemplo, para informar sobre el número de contagios, diversos países han contabilizado exclusivamente los casos testados con PCR (*Polymerase Chain Reaction*) u otras pruebas diagnósticas, sin considerar los casos asintomáticos o con sintomatología leve que no han necesitado hospitalización; asimismo, para informar del número de defunciones diarias, se ha tendido a contabilizar únicamente las defunciones en centros hospitalarios, si bien es cierto que, dependiendo del país, se ha ido modificando la forma de reportar el número de fallecimientos. Es evidente que los datos reales relativos tanto a la prevalencia de la pandemia como al número de defunciones totales harían aumentar mucho las cifras, y puede que a algunos gobiernos no les interese proporcionar esta información más ajustada a la realidad.

En este sentido, Alsina y Vásquez (2016) indican que es necesario que todos los ciudadanos dispongamos de recursos y estrategias a nuestro alcance para conocer la realidad, representarla e interpretarla críticamente. Esta es, precisamente, una de las principales funciones de la estadística y la probabilidad: promover que las personas tengan herramientas que les permitan tomar decisiones en situaciones en las que el análisis de datos y la incertidumbre son relevantes, para que, progresivamente, sean ciudadanos bien informados y consumidores inteligentes. Desde este prisma, Alsina (2017) señala tres argumentos para la incorporación de la estadística y la probabilidad en el currículo de matemáticas desde las primeras edades: 1) la importancia de garantizar una educación de alta calidad que se ajuste a los cambios sociales; 2) la importancia de las matemáticas en general, y de la estadística y la probabilidad en particular, en el desarrollo integral; y 3) la importancia de la alfabetización estadística y probabilística. De acuerdo con Alsina

(2016), esto implica que el profesorado disponga de un amplio abanico de conocimientos, tanto disciplinares como didácticos, que permitan alfabetizar estadística y probabilísticamente a los alumnos, en el sentido de que progresivamente puedan ser ciudadanos capaces de usar de forma comprensiva y eficaz los conocimientos aprendidos en la escuela en todas las situaciones de su vida cotidiana en las que dichos conocimientos son necesarios.

Desde este enfoque, este artículo se organiza en dos secciones: 1) en la primera parte se describen los conocimientos importantes de estadística y probabilidad que debería movilizar el profesorado de Educación Primaria para que los alumnos de esta etapa puedan tener acceso al conjunto de conocimientos que les permitan ser ciudadanos críticos en el análisis de datos y, a la vez, capaces de tomar decisiones en situaciones de incertidumbre, convirtiéndose así en personas alfabetizadas tanto estadística como probabilísticamente; 2) en la segunda parte se presentan diversas estrategias y recursos para trabajar estos conocimientos en contexto, a partir de datos de distinta naturaleza obtenidos de la COVID-19.

2. LA ESTADÍSTICA Y LA PROBABILIDAD EN EDUCACIÓN PRIMARIA: CONOCIMIENTOS IMPORTANTES PARA LA ALFABETIZACIÓN

La incorporación de la estadística y la probabilidad en el currículo es relativamente reciente. El *National Council of Teachers of Mathematics* incluyó “Datos y Azar” como área temática en *Curriculum and Evaluation Standard for School Mathematics* (NCTM, 1989), reforzando esta iniciativa en *Principles and Standards for School Mathematics* (NCTM, 2000), que contemplan que los programas de enseñanza deberían capacitar a los alumnos para aprender conocimientos relacionados con el análisis de datos y la probabilidad a partir de la etapa *Pre-K-Grade 2* en la terminología americana (3-8 años) y debe tener una continuidad a lo largo de toda la escolaridad. Esta tendencia se ha reflejado progresivamente en las orientaciones curriculares de muchos países, que han incorporado la estadística y la probabilidad en los currículos de matemáticas para promover un enfoque experimental que proporcione una experiencia estocástica desde las primeras edades. En España, por ejemplo, es a partir del año 1990 del siglo XX cuando se introduce la estadística en el currículo de Matemáticas de Educación Primaria, mientras que los conocimientos sobre probabilidad no aparecen explícitamente hasta el año 2006 (Alsina, 2016).

Una enseñanza eficaz que promueva la alfabetización estadística y probabilística en Educación Primaria requiere, como se ha indicado, profesorado bien preparado, es decir, profesorado que junto con conocer qué contenidos enseñar y cómo enseñarlos, conozca también la naturaleza matemática de estos contenidos. Por esta razón, en esta sección se van a exponer de forma sintética los principales conocimientos a partir de una síntesis de documentos preliminares en los que se describen de forma exhaustiva los fundamentos matemáticos de la estadística y la probabilidad referentes a los fenómenos, significados, representación y formalización de las propiedades, así como una propuesta de secuenciación de contenidos por niveles (Alsina, 2018, 2019).

2.1. Conocimientos importantes de estadística

La estadística es una ciencia, método, técnicas y operaciones de análisis matemático que permiten estudiar numéricamente, con la máxima precisión, los fenómenos colectivos incompletamente conocidos. Desde este enfoque, los conocimientos estadísticos correspondientes a la etapa de Educación Primaria pueden organizarse en cuatro bloques secuenciales: 1) la recogida de datos; 2) la organización de datos; 3) la representación de datos; y 4) la interpretación de datos. Estos bloques se vinculan con el ciclo de investigación estadística (Wild y Pfannkuch, 1999) (Figura 1).

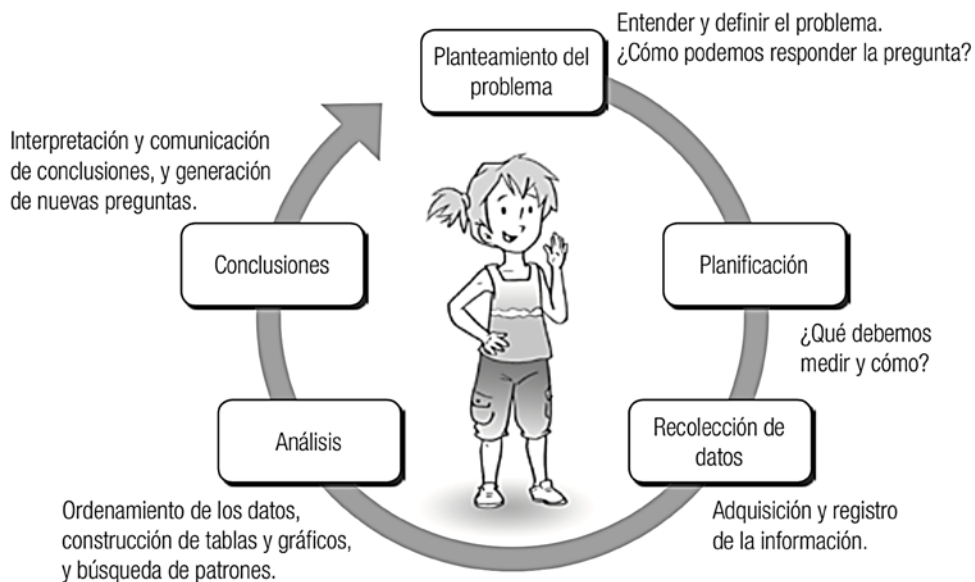


Figura 1. Ciclo de investigación estadística. Fuente: Recursos para la formación inicial de profesores de Educación Básica (Araneda, Chandía y Sorto, 2013, p. 17).

La recogida de datos

Los estudios estadísticos consisten en recoger datos de una población, que es el conjunto total de elementos (o individuos) que son de interés para realizar el análisis. Hay dos grandes tipos de estudios: censo, cuando se realiza un estudio sobre la totalidad de una población; muestra, cuando se realiza un estudio con una parte de la población. En este caso, los resultados pueden generalizarse a la población a través de inferencias estadísticas.

Los elementos a partir de los cuales se hacen estudios estadísticos pueden ser personas, animales, objetos de diferentes tipos (vehículos, alimentos, etc.), o incluso características físicas de los objetos (color, peso, etc.). Cada una de las características o atributos de estos elementos se denomina variable estadística y son de diferente índole

(Figura 2): a) cualitativas, que se refieren a elementos no numéricos, es decir, cualidades o atributos que no pueden medirse con números; a su vez, pueden ser nominales (orden irrelevante) u ordinales (categorías ordenables); y b) cuantitativas, que se refieren a características que pueden tomar valores numéricos; a su vez, pueden ser discretas (cantidades numéricas aisladas) o continuas (cuando toman todos los valores de un cierto intervalo).

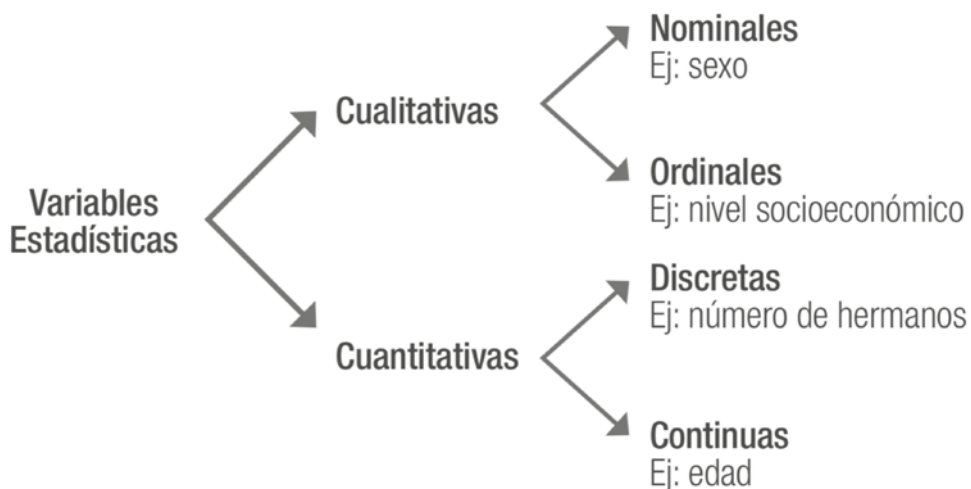


Figura 2. Clasificación de las variables estadísticas. Fuente: Recursos para la formación inicial de profesores de Educación Básica (Araneda, Chandía y Sorto, 2013, p. 49).

La organización de datos

Con el propósito de resumir, organizar y comunicar la información obtenida a partir de los datos que se obtienen de una determinada variable, utilizamos tablas para ayudar a responder la pregunta de investigación. Las tablas se componen de filas y columnas de celdas, integrando dos estructuras: 1) registro: es cada una de las filas en que se divide la tabla; 2) campo: es cada una de las columnas que forman la tabla.

En Educación Primaria se pueden utilizar, inicialmente, tablas de recuento en las que se utilizan marcas de conteo como palos, cruces, etc., o incluso dibujos (Figura 3).

Una vez procesada la información recogida, estas tablas se convierten en tablas de frecuencia, pasando de las marcas de recuento al número de conteo, que permite profundizar en el significado de la frecuencia. Hay dos tipos de frecuencias: a) absoluta, que se refiere al número de datos de cada valor de la variable; b) relativa (para cada valor de la variable), que indica la proporción del valor de cada variable con respecto al total de datos, y se obtiene dividiendo la frecuencia absoluta entre el número total de datos de cada valor (multiplicando este dato por 100 se obtiene el porcentaje).

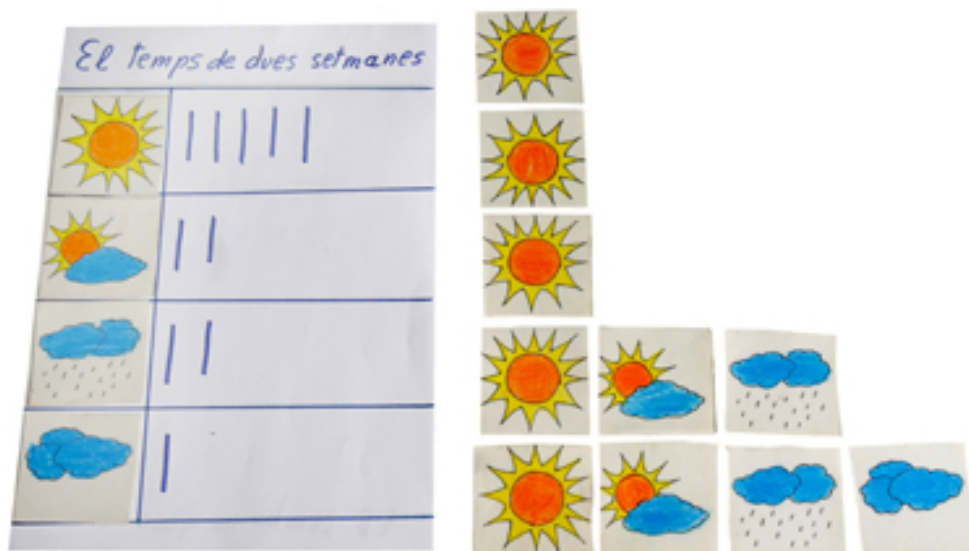


Figura 3. Tabla de recuento con palos y dibujos respectivamente. Fuente: Gabinet de Materials i de Recerca per la Matemàtica a l'Escola (GAMAR).

La distribución es otro conocimiento estadístico importante vinculado a las nociones de frecuencia absoluta y relativa. Se refiere al conjunto de datos o de valores cuyas frecuencias se indican de forma absoluta o de forma relativa (a través de porcentajes), según una escala determinada.

En síntesis, pues, y en lo que se refiere a la organización de datos, se deberían ofrecer ayudas a los alumnos para que puedan ordenar los datos en tablas que faciliten el recuento de cada uno de los valores de la variable y , de este modo, llegar a expresar la distribución de los datos de forma absoluta, es decir, a partir de las frecuencias absolutas de cada valor.

La representación de datos

Además de organizar los datos en tablas de frecuencias, también es posible organizarlos y presentarlos visualmente, por medio de representaciones gráficas. Existen diferentes tipos de gráficos que dependen del tipo de variable que representan, y del grado de dificultad en función del conocimiento numérico implicado:

Gráficos concretos o reales: se representan los datos por medio de objetos concretos conocidos por los alumnos. Estos objetos se utilizan para representar la frecuencia de cada categoría de una variable. Este tipo de gráficos permite que los alumnos manipulen los objetos y visualicen la frecuencia para cada categoría (Figura 4).

Pictograma: corresponde a una representación gráfica más abstracta de un gráfico concreto o real, donde las frecuencias son representadas gráficamente a través de figuras (Figura 5). Un pictograma corresponde a un paso intermedio desde las representaciones



Figura 4. Representación por medio de gráficos concretos o reales de la preferencia por cada fruta. Fuente: Elaboración propia.

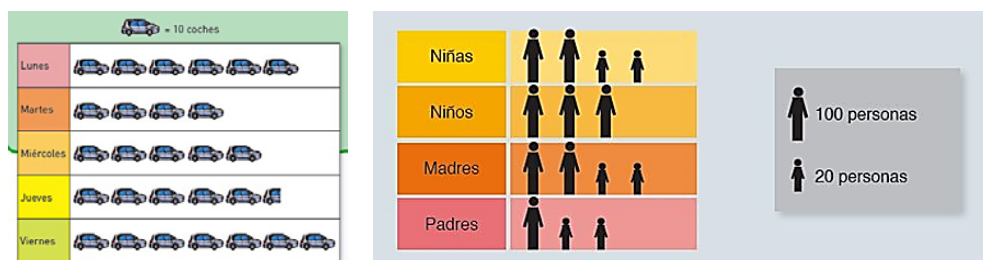


Figura 5. Pictogramas con una única imagen (igual valor) y con imágenes distintas (distinto valor según forma y/o tamaño). Fuente: Matepractic8/6 (Alsina, 2015, p. 12/p.22).

concretas a representaciones abstractas, como los gráficos de barras. Un pictograma usa imágenes o símbolos para representar conjuntos de datos. Las imágenes o símbolos toman valores distintos según su tamaño.

Gráfico de barras: corresponde a una representación más abstracta que un pictograma, donde se representan los datos de cada valor de una variable en el eje horizontal, asociados a su frecuencia absoluta en el eje vertical (Figura 6). Hay gráficos de barras simples (para una variable) o gráficos de barras agrupadas (para dos variables, mostrando la asociación que puede existir entre ellas). Se utilizan para representar datos de variables cualitativas y variables cuantitativas discretas.

Gráfico circular o de sectores: se utilizan para representar las frecuencias relativas porcentuales de cada categoría de la variable de interés. Los datos se representan mediante sectores de un círculo, cuyos ángulos o áreas son proporcionales a las frecuencias

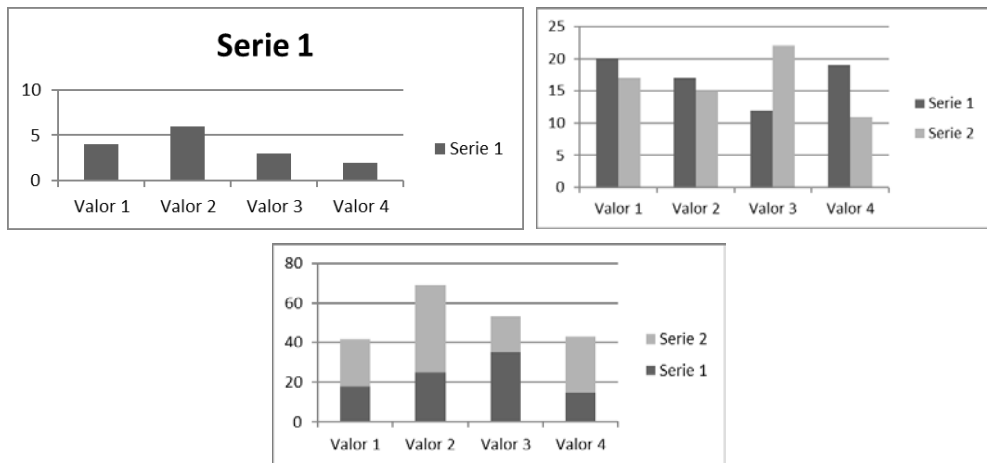


Figura 6. Simple, con un intervalo frecuencial de 5; agrupadas/doble, con un intervalo frecuencial de 5; y agrupadas/apilado, con un intervalo frecuencial de 20. Fuente: Elaboración propia.

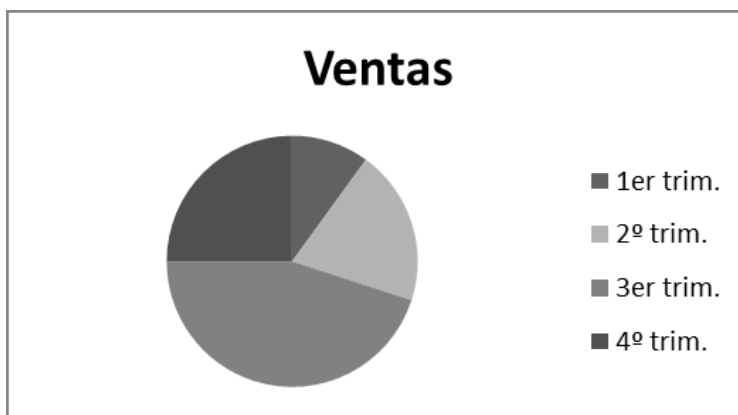


Figura 7. Gráfico de sectores. Fuente: Elaboración propia.

de las categorías que representan (Figura 7). Por esta razón, los datos representados – que pueden ser de variables tanto cualitativas como cuantitativas – se expresan a través de porcentajes.

Histograma: es similar al gráfico de barras para variables cualitativas, pero se utiliza para representar datos correspondientes a variables cuantitativas de tipo continuo, es decir, datos que pueden tomar valores no enteros (Figura 8). Es por esta razón que cuando tratamos con variables cuantitativas, juntamos las barras llenando con ellas toda la escala horizontal, pues se considera a esta escala como una representación de la recta real.

Gráfico de líneas (o de tendencias): corresponde a una representación gráfica de variables cuantitativas, es muy parecido a los anteriores, pero el valor (o valores) de cada variable se representa con puntos (que se unen a través de líneas poligonales) en lugar de

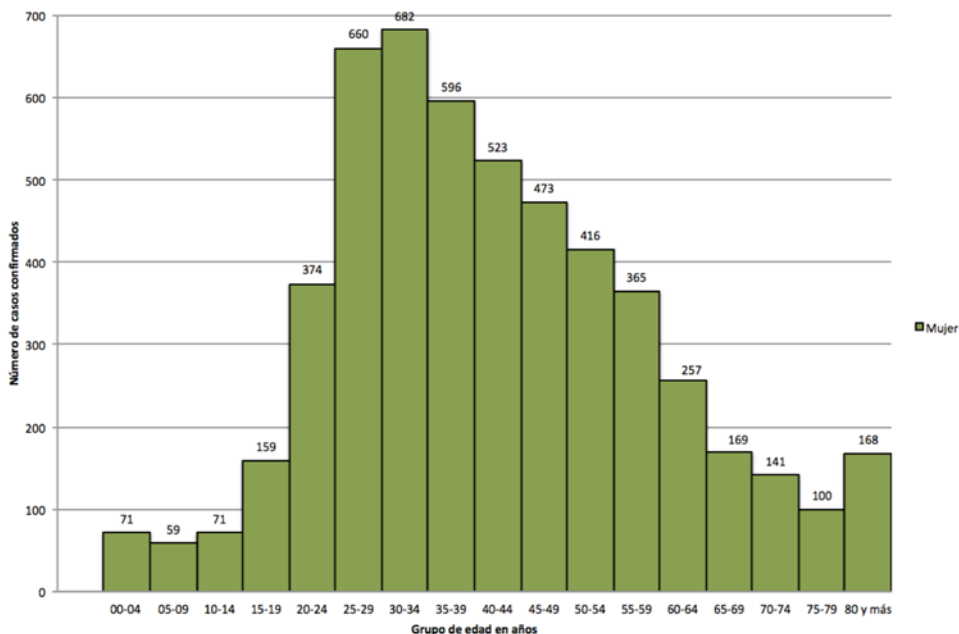


Figura 8. Histograma. Fuente: elaboración propia.

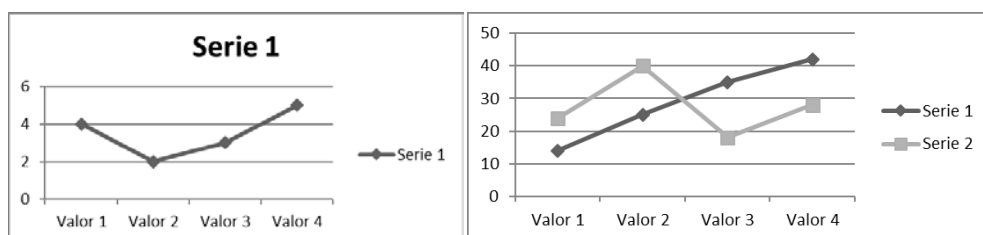


Figura 9. Gráfico de línea y línea doble, con un intervalo frecuencial de 2 y de 10 respectivamente. Fuente: Elaboración propia.

barras (Figura 9). Se utiliza para estudiar la evolución de las observaciones, usualmente, a través del tiempo.

Otras representaciones de datos: existen otros gráficos que no suelen aparecer en los currículos de Educación Primaria, pero que están muy presentes en la sociedad actual y a los cuales están muy expuestos los alumnos tanto en medios de comunicación como en redes sociales o, incluso, en videojuegos. Algunos de ellos combinan información estadística con otro tipo de infografía, basada en cartografía, planos de situación o jerarquías. Podemos mencionar la coropleta o mapa coroplético (Figura 10) que asigna a cada región de un mapa político una escala de tonos de un color (o de dos colores, si se representan dos variables simultáneamente) de modo que el tono de la región es más oscuro cuantas más observaciones se localicen en esa región. La información vinculada a mapas también se representa en ocasiones a través del llamado mapa de burbujas

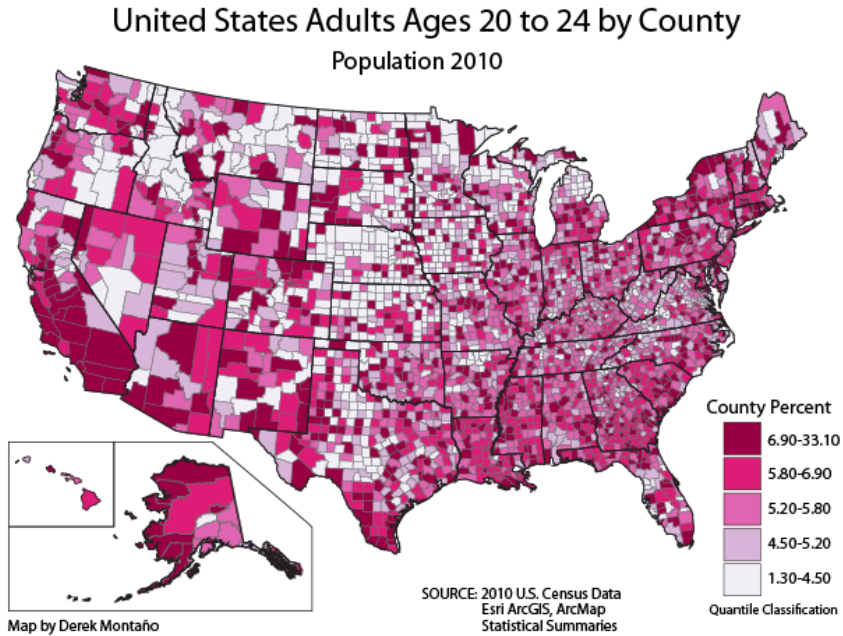


Figura 10. Coropleta que representa el porcentaje de personas de 20-24 años en los distintos condados de EEUU. Fuente: Wikimedia Commons.

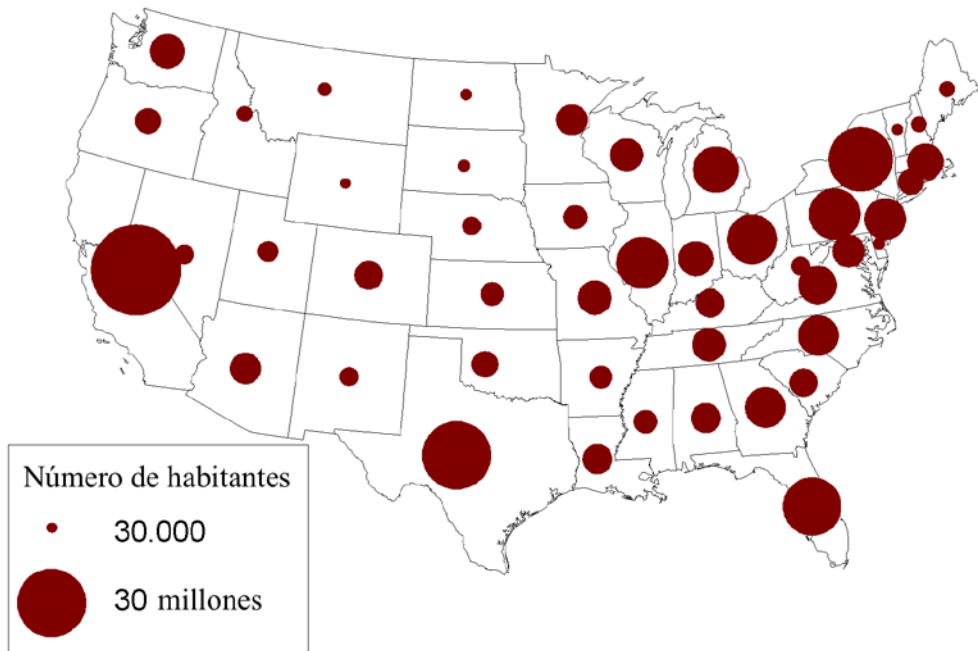


Figura 11. Mapa de burbujas que representa el número habitantes por estado en EEUU. Fuente: Elaboración propia a partir de Wikimedia Commons.

(Figura 11), donde se asocia a cada región una burbuja o círculo de tamaño proporcional a su frecuencia. Estos dos tipos de gráficos se pueden combinar de distintas maneras dando lugar a coropletas con burbujas, mallas de burbujas, etc. (Figura 12).

Por último, mencionamos un gráfico que aparece con frecuencia en los medios de comunicación para visualizar el contenido de discursos o estudios, y que se denomina nube de términos. En él, cada palabra aparece representada con un tamaño proporcional a la frecuencia con la que aparece en el contexto analizado. Por ejemplo, en la Figura 13 se muestran los términos que más aparecen en el primer capítulo de “Don Quijote de La Mancha”.

La interpretación de datos

Si bien es cierto que la organización de datos en tablas y la representación a través de gráficos permite ya una cierta interpretación al poder compararse las frecuencias, la estadística ofrece técnicas específicas – llamadas medidas de tendencia central y características de dispersión – para poder estudiar e interpretar numéricamente, con la máxima precisión, los fenómenos colectivos incompletamente conocidos.

Las principales medidas de tendencia central (denominadas también características de posición central) son la media aritmética, la moda y la mediana: la media aritmética se obtiene dividiendo la suma de todos los casos por el número total de casos; la moda es el valor que tiene la frecuencia absoluta más elevada (es la única medida de tendencia central que se puede usar para variables cualitativas, además de las cuantitativas); y, finalmente, la mediana es el valor central de una muestra ordenada de datos. Hay dos casos posibles: a) cuando se trata de un conjunto impar de datos numéricos ordenados, la mediana es el valor que ocupa el lugar central; b) cuando se trata de un conjunto par de datos numéricos ordenados, la mediana es la media aritmética de los dos valores que ocupan el lugar central.

Las características de dispersión proporcionan datos comparativos respecto a los valores de tendencia central. Las principales características de dispersión son el rango, que se refiere a la diferencia entre el valor máximo y el mínimo de un conjunto de datos, por

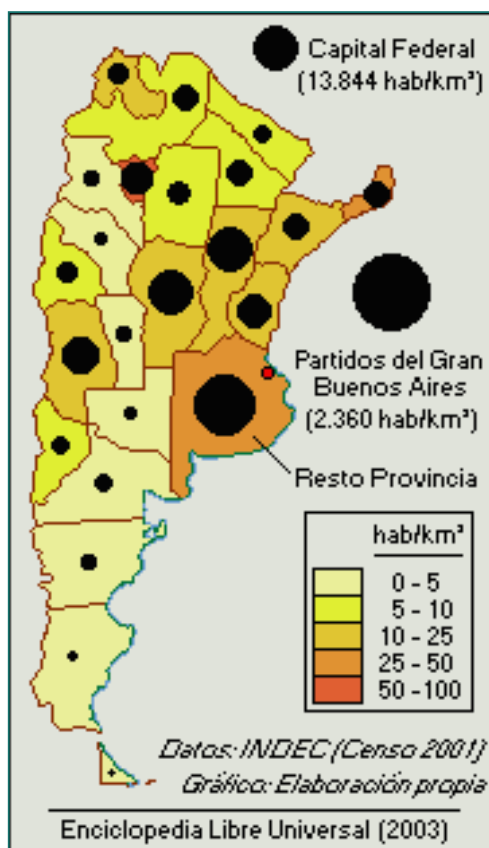


Figura 12. Mapa de burbujas de la población de Argentina por provincias, combinado con una coropleta de densidad de población. Fuente: Wikimedia Commons.



Figura 14.
Significados de la probabilidad en el contexto de la matemática escolar.
Fuente: Vásquez y Alsina (2015, p. 443).

Significado Intuitivo

Se trabaja principalmente en los primeros niveles de Educación Primaria a partir de situaciones cotidianas vinculadas con el uso de términos estocásticos y con la expresión de grados de creencia para la ocurrencia de sucesos, a partir de una escala cualitativa que va desde lo seguro a lo imposible. En el marco de este significado, debe hacerse hincapié también en la imprevisibilidad y variabilidad de sucesos y sus resultados posibles, junto con la exploración de fenómenos aleatorios diferenciándolos de los deterministas: el lanzamiento de un dado, por ejemplo, es un fenómeno aleatorio ya que no se puede predecir el resultado (si se puede predecir, el experimento es determinista).

Significado Laplaciano (o Clásico)

Se empieza a abordar en los últimos niveles de Educación Primaria (10-12 años) a partir de situaciones centradas en el cálculo de probabilidades para determinar la probabilidad de ocurrencia teórica a partir de los datos observados en un experimento aleatorio. Incluye también la representación de probabilidades de ocurrencia por medio de una escala cuantitativa cuyos valores fluctúan entre 0 y 1 (Figura 15), junto con la comprensión de conceptos y propiedades tales como espacio muestral, que es el conjunto de los resultados posibles de un experimento aleatorio, que se expresa con E o Ω . En el caso del lanzamiento de un dado, por ejemplo, el espacio muestral es E

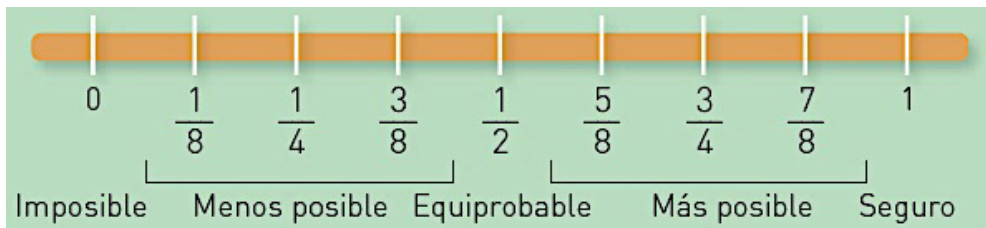


Figura 15. Cuantificación de la posibilidad de ocurrencia en una escala de 0 a 1. Fuente: Matepractic12 (Alsina, 2015, p. 12).

= {1, 2, 3, 4, 5, 6}. Otros conceptos que deben ser trabajados dentro de este significado de la probabilidad son los casos favorables y no favorables, la noción de juego justo, la probabilidad de ocurrencia como medida de la incerteza, los sucesos simples equiprobables, es decir, con la misma posibilidad de ocurrencia y, finalmente, la Regla de Laplace.

Significado Frecuencial

Puede trabajarse a lo largo de toda la etapa de Educación Primaria a partir de predicciones de los datos observados en un experimento aleatorio, ya sea de forma manual y/o utilizando *software*, además del uso de representaciones gráficas y tabulares. Desde este prisma, debe hacerse hincapié en la independencia de sucesos, la estabilización de frecuencias y el rango de la frecuencia relativa de un suceso (entre 0 y 1), junto con el uso de términos y expresiones verbales específicas de las probabilidades como población, valor estimado, simulación, probabilidad teórica y experimental, tendencias, frecuencias, proporción, etc.

Significado Subjetivo

Este significado puede empezar a abordarse a partir de los niveles medios de Educación Primaria (9-12 años) a partir de sucesos inciertos en los que la probabilidad de ocurrencia puede verse afectada (cambiar) a partir de la información de la que se disponga (se ajustan las asignaciones previas incorporando la nueva información disponible), valorando dicha probabilidad a partir de experiencias personales. Desde este prisma, al igual que en el significado intuitivo, se requiere el uso de términos y expresiones verbales comunes vinculadas al lenguaje probabilístico.

3. ESTRATEGIAS Y RECURSOS CONTEXTUALIZADOS EN LA COVID-19 PARA PROMOVER LA ALFABETIZACIÓN ESTADÍSTICA Y PROBABILÍSTICA EN EDUCACIÓN PRIMARIA

El conjunto de conocimientos de estadística, probabilidad y combinatoria descritos en la primera sección tienen como finalidad, como se ha indicado, que los alumnos de Educación Primaria adquieran conocimientos imprescindibles para ser ciudadanos críticos en el análisis de datos y, a la vez, capaces de tomar decisiones en situaciones de incertidumbre, convirtiéndose así en personas alfabetizadas estadística y probabilísticamente.

Para interiorizar estos conocimientos, el profesorado no debería usar datos precocinados (tomados, por ejemplo, del libro de texto) y plantear problemas sobre algo que no es problemático para los alumnos, omitiendo todas las dificultades derivadas de los procesos de recolección o muestreo (Muñiz-Rodríguez, Rodríguez-Muñiz y Alsina, 2020). Por el contrario, estos autores preconizan que deberían usarse datos reales, significativos y motivadores para los alumnos, en la línea de Hahn (2015). A su vez, este planteamiento se vincula directamente con los enfoques de aprendizaje basados en proyectos (Batanero y Díaz, 2011), que permiten tomar decisiones sobre cuándo, dónde y cómo muestrear y sobre cómo recopilar y organizar los datos.

Desde este prisma, y considerando que la COVID-19 ha generado un enorme interés a los alumnos, se presenta una selección de experiencias para que los alumnos de 6 a 12 años utilicen conocimientos de estadística y probabilidad que les ayuden a interpretar datos reales vinculados a la comprensión de la crisis sanitaria, económica y social provocada por esta pandemia, y al mismo tiempo reflexionen críticamente sobre ellos, así como sobre el rol que cada uno tiene en la comunidad local y en la sociedad (Vásquez y Rojas, en prensa).

3.1. Experiencias de estadística en el contexto de la COVID-19

Experiencia 1: ¿Qué actividades hemos hecho durante el confinamiento?

Nivel: 6-8 años.

Contenidos implícitos: Descripción verbal, obtención de información cualitativa y cuantitativa.

Utilización de técnicas elementales para la recogida y ordenación de datos en contextos familiares y cercanos.

Interpretación de elementos significativos de gráficos sencillos relativos a fenómenos cercanos. Iniciación a su representación.

Descripción de la actividad:

Se comienza preguntando a los alumnos qué actividades han llevado a cabo durante el tiempo de confinamiento. Es una conversación que saldrá de manera espontánea, y posiblemente recurrente, durante los primeros días de reencuentro. Se debe orientar la conversación para que vayan surgiendo, o planteándose directamente por el profesor,

Abuelos	
Primos	□
Tíos	
Amigos	
Mi profe	XXXXXXXXXXXXXXXXXX
“La Tata”	

Figura 16. Tabla de recuento en el estudio de la pregunta “¿con quién has hablado por videoconferencia durante el confinamiento?”.

Fuente: Elaboración propia.

distintas actividades susceptibles de favorecer un recuento. Por ejemplo: ¿cuántas veces hacías ejercicio al día? ¿Con qué personas has hablado por videoconferencia? ¿Cuántas veces salías de casa? ¿A qué hora hacías el paseo, cuando se pudo comenzar a pasear? De este modo, se puede hacer notar la diferente naturaleza (cualitativa o cuantitativa) de unas respuestas frente a otras. Así, si preguntamos por las personas con quienes han tenido videoconferencias, saldrán respuestas como: abuelos, otros familiares, amigos, etc. Ir tomando nota de estos datos nos va a generar una tabla de recuento, que podemos utilizar para re-

flexionar acerca de cómo organizar la información.

Es muy importante a estas edades llevar a cabo una correcta secuencia de recogida y organización de los datos, de tal modo que se favorezca el recuento. A este respecto, son muy importantes las marcas de conteo que se utilicen (cruces, palitos, puntos; agrupadas o no; si son agrupadas con qué unidad base: 5, 10, etc.) y cómo se dispongan físicamente esas marcas (manteniendo orden mediante una tabla vertical u horizontal). También es muy importante determinar cuántas posibles respuestas vamos a admitir a cada niño, ya que esto definirá un estudio u otro. Así, podemos elegir, por ejemplo, entre considerar solamente la persona con la que ha hablado más veces durante todo el encierro, o considerar todas las personas diferentes con las que han hablado. Cuando se trabaje con variables cualitativas, es conveniente decidir mediante una discusión guiada con el alumnado cómo categorizar distintas respuestas: pueden salir nombres de personas cuya relación con el alumno no esté clara o no sea fácil de encuadrar en las categorías que hayan ido apareciendo con anterioridad.

Esta discusión nos permite ir tomando decisiones y buscando consensos a la hora de recoger y organizar la información, y resulta idónea puesto que los alumnos se enfrentan a las primeras dudas que surgen en cualquier proceso estadístico. En la Figura 16 vemos un ejemplo de posibilidades que se pueden dar al trabajar en equipo: distintas formas de hacer el recuento (en unidades de 5 agrupadas de distinta manera, en unidades sin agrupar), cómo ordenar los datos en una tabla de recuento (podría ser por orden de aparición, por orden alfabético, reordenar de mayor a menor frecuencia una vez finalizado el recuento, etc.) e incluso una persona que no sabemos dónde encaja (“la Tata”).

Una discusión similar respecto a una variable cuantitativa como, por ejemplo, ¿cuántas veces salías de casa al día?, nos permitirá comparar la naturaleza numérica de las respuestas frente a la cualitativa de la pregunta anterior. Manejar observaciones cuantitativas nos permite, además, organizar los resultados del recuento mediante el orden numérico, algo que en la variable cualitativa no podíamos hacer.

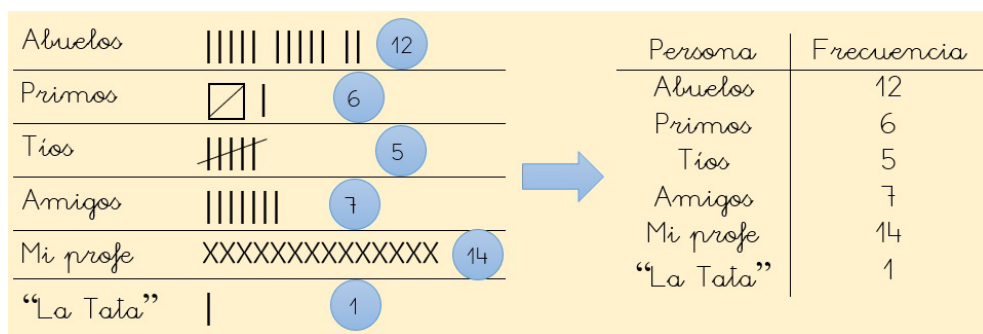


Figura 17. Transformación de la tabla de recuento en una tabla de frecuencia. Fuente: Elaboración propia.

A partir de la información recogida en las tablas de recuento, podemos procesar la información y convertir estas en tablas de frecuencia, pasando de las marcas de recuento al número de conteo, de este modo, reflexionamos sobre el significado de la frecuencia (absoluta, en este caso) como el número de veces que una observación se ha repetido. En la Figura 17 se observa la transformación de la tabla de recuento de la Figura 16 a la tabla de frecuencia y se puede apreciar cómo las marcas de recuento agrupadas favorecen la suma total frente a las marcas desagrupadas.

Experiencia 2: ¿Cómo se entienden mejor los datos?

Nivel: 8-10 años.

Contenidos implícitos:

Interpretación y descripción verbal de elementos significativos de diferentes tipos de gráficos sencillos relativos a fenómenos familiares.

Gráficos de barras, gráficos de líneas y pictogramas. Utilización de los mismos para la representación de datos.

Descripción de la actividad:

En esta actividad vamos a valorar la idoneidad de diferentes tipos de gráficos para representar diferentes tipos de datos. Comenzamos mostrando a los alumnos la Figura 18. En ella, los datos se presentan a través de un gráfico de líneas poligonal. Tras realizar algunas preguntas iniciales de comprobación respecto a qué variable se está representando (en este caso, dos series de datos: hospitalizados y hospitalizados en UCI), podemos plantear: ¿hay alguna otra forma de representar estos datos? El gráfico de barras es una respuesta inmediata. Ambas representaciones son válidas para una variable como esta, lo que ocurre es que, al tratarse de unos datos que representan la evolución temporal de dos variables, la línea poligonal permite captar con más naturalidad la evolución en el tiempo que se produce en el eje de abscisas.

Evolución de personas hospitalizadas en planta y en unidades de críticos

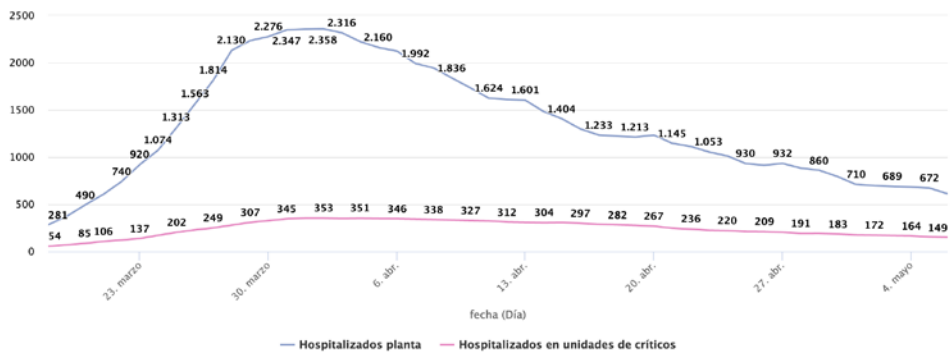


Figura 18. Hospitalizados y hospitalizados en UCI en Castilla y León (5-V-2020). Fuente: <https:// analisis.datosabiertos.jcyl.es/pages/home/>.

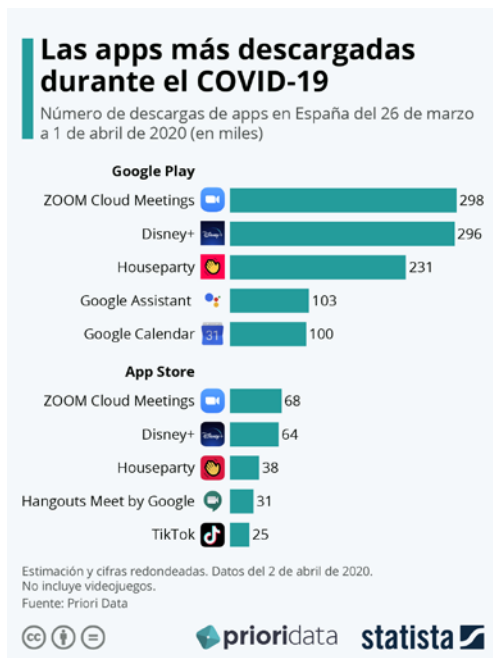


Figura 19. Apps más descargadas durante la COVID-19. Fuente: <https://es.statista.com/>.

A continuación, complementamos la actividad anterior comparando con otras gráficas de barras (Figura 19) donde la poligonal o bien no tendría sentido o no añadiría información relevante a las barras. Es decir, que un gráfico pueda ser usado para un tipo de datos, no significa que sea el más idóneo. Además, aquí aparece una enorme carga subjetiva, que puede ser interesante discutir con los alumnos: no tiene por qué haber una respuesta única a la pregunta de cuál es la “mejor” gráfica.

Por último, se plantean cuestiones relativas a distintos niveles de lectura en los gráficos. Así, comenzamos con preguntas que lleven a la identificación de un dato, por ejemplo: ¿cuántos hospitalizados hubo el día 20 de abril?, ¿cuántos miles de descargas tuvo Disney+ en Google Play? Después, pasamos a preguntas que requieran de comparación

entre distintos datos, no sólo de una lectura puntual, como pueden ser: ¿en qué día hubo más hospitalizados?, ¿cuántas descargas tuvo la app menos descargada en App Store?, ¿tuvo Disney+ más descargas en Google Play o en App Store?

Dado que los alumnos han estado muy expuestos a esta información durante la pandemia, podríamos incluso plantear cuestiones que quizá excedan los niveles de lectura adecuados para esta edad, pero que se podrían responder a partir de la información

acumulada durante la crisis. Por ejemplo: ¿por qué desde comienzos de abril desciende el número de hospitalizados? La respuesta, obviamente, está relacionada con la propia experiencia del confinamiento.

Conviene señalar la importancia de conocer el contexto de los alumnos del grupo con el que se realiza la actividad para evitar preguntas que puedan resultar traumáticas por la vivencia personal.

Experiencia 3: ¿Cuánta información nos da una gráfica?

Nivel: 10-12 años.

Contenidos implícitos:

Interpretación y descripción verbal de elementos significativos de diferentes tipos de gráficos sencillos relativos a fenómenos familiares.

Histogramas, pirámides de población.

Descripción de la actividad:

Se presenta una pirámide de población con los casos de COVID-19 confirmados en España, ordenados por sexo y grupos de edad (Figura 20). La pirámide de población es una gráfica creada a partir de dos histogramas adyacentes que representan la distribución de la misma característica en hombres y mujeres de una misma población.

La actividad consiste en plantear preguntas de distinto nivel de profundidad sobre la información que contiene la gráfica. Comenzamos con la identificación de la información principal del gráfico: ¿qué variables se están representando?, ¿cómo son sus valores?

Casos confirmados

Actualizado el 6 de mayo a las 11.00.

Hombres: 95.209 (43,8%); **Mujeres:** 122.163 (56,2%).

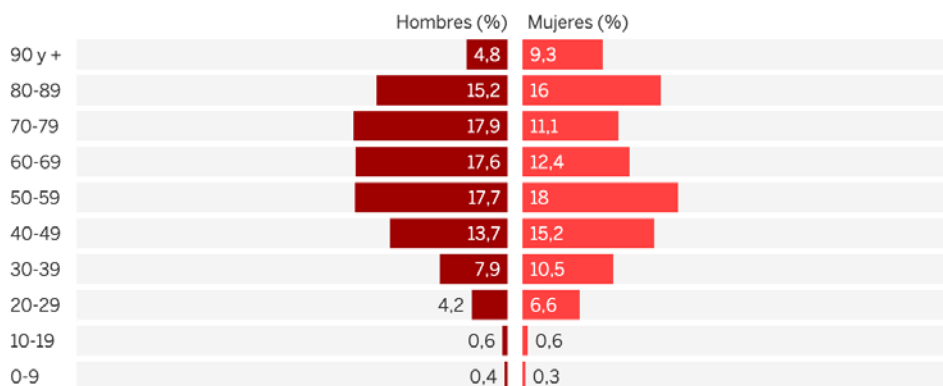


Figura 20. Casos confirmados de COVID-19 en España. Fuente: www.elpais.es.

A continuación, se plantea la identificación de elementos aislados, por ejemplo: ¿qué porcentaje de los afectados suponen los hombres entre 40-49 años? En algunos casos, esta identificación puede requerir un cálculo adicional, como ocurre si preguntamos: ¿cuántas mujeres afectadas hay entre 50-59 años?, para cuya respuesta es necesario relacionar el porcentaje que ofrece la gráfica con el total de mujeres que se proporciona en el encabezado.

Un siguiente nivel de complejidad se alcanza con preguntas que requieran la realización de comparaciones entre los datos para obtener la respuesta. Por ejemplo: ¿qué rango de edad concentra más mujeres afectadas?, o que requieran integrar la información de las dos partes de la pirámide de población, como, por ejemplo: si consideramos conjuntamente hombres y mujeres ¿qué rango de edad concentra más afectados?

Adicionalmente se pueden plantear cálculos relativos a parámetros estadísticos como la media, aunque es conveniente tener en cuenta que el cálculo de la media en datos agrupados en intervalos (cuando no se dispone de los datos originales) pasa por sustituir cada intervalo por su valor medio. Por ello, podemos plantear cuestiones preliminares como: para calcular la edad media de los hombres afectados, ¿qué tendrías que tener en cuenta? ¿Sabrías calcular la edad media del conjunto de afectados, sean hombres o mujeres? Una cuestión que puede surgir, ya que el alumnado aún no ha adquirido el concepto matemático de intervalo, es cómo calcular ese valor medio de cada intervalo. Además, en este caso concreto, debemos tener en cuenta que las edades, aunque están agrupadas, dan saltos de valor entero: se pasa de 40-49 a 50-59. Por ello, el intervalo 40-49 tiene como valor medio 45 y no 44.5, que sería el valor que se obtendría al calcular $(40+49)/2$. Es importante matizar y precisar estas cuestiones para no generar falsas concepciones acerca del valor medio de un intervalo.

En una siguiente etapa deberíamos plantear cuestiones que requieran ir más allá de reconocer o calcular valores sobre el gráfico, por ejemplo: a la vista de estos datos ¿crees que habría grandes diferencias si los rangos de edad se agrupasen de 5 en 5 años?, ¿qué otras representaciones gráficas admiten estos datos?, ¿consideras que serían más idóneas o menos? ¿por qué?

Por último, y en función del desarrollo de la sesión, de nuevo se nos plantea la posibilidad de realizar preguntas que requieran una valoración o un juicio razonado a partir de la información proporcionada. En este caso, a partir de la gráfica podríamos lanzar la pregunta: ¿los datos de la gráfica representan a todas las personas infectadas por COVID-19 en España? Los alumnos han estado expuestos a información sobre la diferencia entre estar contagiado por el virus y tener un diagnóstico de ese contagio. Se ha hablado con frecuencia de las personas asintomáticas, se ha discutido sobre la pertinencia o no de hacer pruebas masivas, etc., por lo tanto, consideramos que una pregunta de valoración como la que planteamos podría ser llevada a cabo en esta etapa sin grandes dificultades.

3.2. Experiencias de probabilidad en el contexto de la COVID-19

Experiencia 4: ¿Usar o no mascarilla?

Nivel: 6-8 años.

Contenidos implícitos:

Grados de posibilidad de ocurrencia, vinculados al uso de mascarillas y la posibilidad de contagiarse con COVID-19, a partir de la consolidación de una escala cualitativa desde “imposible” hasta “seguro”.

Uso de lenguaje probabilístico: imposible, casi imposible, poco posible, posible, bastante posible, casi seguro y seguro.

Comparación del grado de posibilidad de ocurrencia de hechos relacionados con el uso de mascarillas y la posibilidad de contagiarse con COVID-19, usando los comparativos “más...que”, “menos...que”, “igual que”, “tanto...como”.

Descripción de la actividad:

Se da inicio a la actividad preguntando a los alumnos qué saben respecto a la COVID-19 y su propagación, qué medidas se han tomado en general para prevenir el avance del número de contagios, y cómo podemos evitar contagiarnos. Se dedica un tiempo a discutir en torno a estas preguntas. Luego se presenta el conjunto de láminas de la Figura 21 donde se muestran distintas imágenes que buscan establecer una cierta relación entre una persona portadora de la COVID-19, una persona sana y el uso de mascarillas.

Se discute en torno a las distintas imágenes para guiar las respuestas y argumentaciones hacia la posibilidad de ocurrencia, en este caso hacia la posibilidad de contagiarse con COVID-19. A partir de esta discusión se comparan, pero sin calcular, las distintas posibilidades de ocurrencia, para luego establecer una escala cualitativa de posibilidades que va desde lo imposible a lo seguro. Finalmente, se presenta el tablero de posibilidades y se ordenan las láminas de acuerdo con los diversos grados de posibilidad de



Figura 21. Posibilidad de contagio de coronavirus vs uso de mascarillas. Fuente: Elaboración propia.



Figura 22. Ordenando y clasificando posibilidades de contagio en una escala cualitativa. Fuente: Elaboración propia.

ocurrencia de sucesos que pueden ir desde lo imposible hasta lo seguro, como se muestra en la Figura 22.

Se trata, pues, de que los alumnos identifiquen el riesgo de contagio como una situación de incertidumbre, en la cual el lenguaje probabilístico se encuentra presente. En este sentido, la Figura 22 representa una escala cualitativa asociada a la probabilidad de contagio en función del uso de mascarillas. Es importante que los alumnos discutan y reflexionen al respecto, en el sentido que, aun existiendo algunos patrones de comportamiento, resulta imposible predecir una situación futura con seguridad.

Experiencia 5: ¿Cuál es la probabilidad de seleccionar al azar a una persona con COVID-19 conectada a un ventilador mecánico?

Nivel: 8-10 años.

Contenidos implícitos:

Cuantificación de la posibilidad de que un suceso ocurra, a partir de una escala cuantitativa entre 0 (imposible) y 1 (seguro).

Cálculo de probabilidades.



Figura 23. Casos COVID-19 en Chile a 4 de mayo de 2020. Fuente: <http://www.fau.uchile.cl/geografia/covid-19-monitoreo-de-casos-en-chile-por-comunas>.

Análisis de situaciones problemáticas donde la probabilidad de ocurrencia se puede ver afectada (cambiar) a partir de la información de la que se disponga (se ajustan las asignaciones previas incorporando la nueva información disponible).

Descripción de la actividad:

Se introduce el tema de cómo la pandemia está afectando a un determinado país (por ejemplo, Chile), luego se muestra la Figura 23 que informa sobre el número de casos COVID-19 positivos acumulados (20.643), casos activos (9.958), número de fallecidos (270), y número de casos conectados a un ventilador mecánico (354) a una determinada fecha (4 de mayo de 2020). Luego se plantea la pregunta ¿cuál es la probabilidad de seleccionar al azar a una persona con COVID-19 conectada a un ventilador mecánico?

Para dar respuesta a este interrogante, en primer lugar, se debe hacer la distinción entre los casos positivos acumulados y los casos activos, centrandó el foco de la discusión en estos últimos, es decir, en el número de personas que se encuentran actualmente infectadas y diagnosticadas (9.958), este número resulta de restar al total de contagios diagnosticados aquellas personas que se han recuperado o que han fallecido. Por tanto, para calcular la probabilidad de seleccionar al azar a una persona con COVID-19 conectada a un ventilador mecánico, es necesario considerar los casos activos. Además, se propone centrar la reflexión respecto de cómo el uso de ventiladores mecánicos en personas de mayor edad se asocia con una tasa mayor de mortalidad; y por ende a la capacidad del sistema de salud para poder atender a los pacientes graves, llegando finalmente a provocar una toma de conciencia sobre la necesidad de fomentar una cultura de respeto a las normas sanitarias y al aislamiento social.

Experiencia 6: COVID-19 ¿una cuestión de género?

Nivel: 10-12 años.

Contenidos implícitos:

Comparación de probabilidades.

Análisis de situaciones problemáticas donde la probabilidad de ocurrencia se puede ver afectada (cambiar) a partir de la información de la que se disponga (se ajustan las asignaciones previas incorporando la nueva información disponible).

Descripción de la actividad:

Mucho se ha dicho sobre que la COVID-19 afecta más a los hombres que a las mujeres, se muestran imágenes como las de la Figura 24 que aluden a esta tendencia.

Luego, se discute acerca de: ¿por qué se da esta tendencia?, ¿cuáles son las razones que hay detrás?, y se plantea la pregunta: ¿existe en Chile diferencia de género en la probabilidad de seleccionar al azar a una persona con COVID-19? Más concretamente, ¿cuál es la probabilidad de seleccionar al azar a un hombre entre los contagiados por COVID-19? Con esta pregunta en mente, los alumnos deberán analizar las gráficas de la Figura 25 y luego calcular las respectivas probabilidades.



Figura 24. ¿Qué nos dice la prensa sobre el COVID-19? Fuente: Elaboración propia a partir de titulares de prensa de periódicos de distintos países.

De esta manera, el análisis de los datos de la gráfica nos dará una visión sobre cómo afecta el coronavirus en Chile. Si el género influye o no, también se podría determinar mediante la siguiente pregunta: ¿cuál es la franja de edad en la que se presenta una mayor probabilidad de seleccionar al azar una persona infectada con el virus?

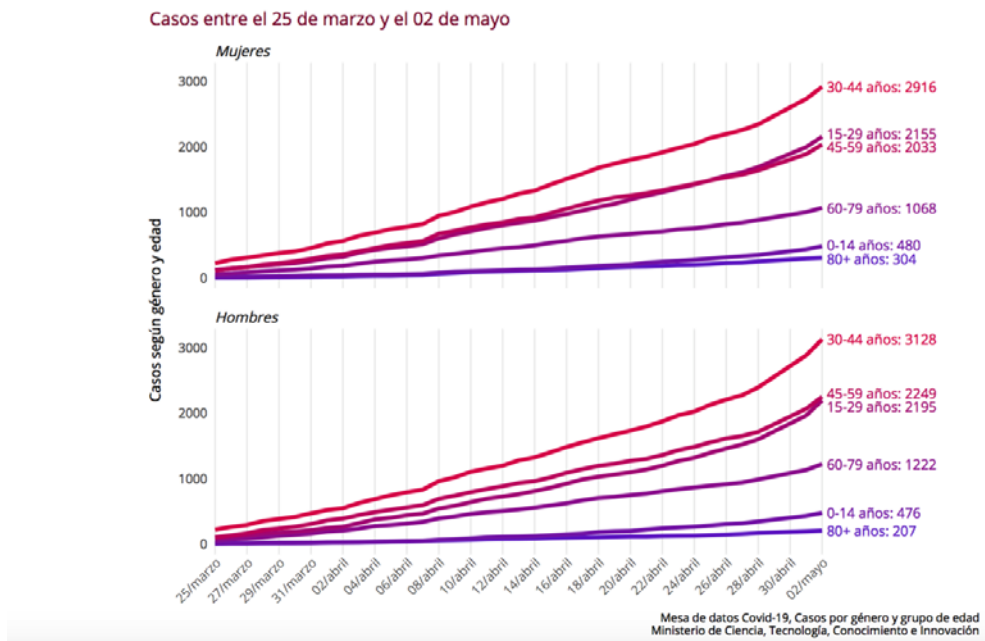


Figura 25. Casos por género y grupo de edad en Chile a 2 de mayo de 2020. Fuente: https://coronavirus.mat.uc.cl/?fbclid=IwAR2JUd_VJrpUuTidhcY-CS0QhoCNczAso6q6DaSm-FXHP_AsXuJv8LYRYLo.

CONSIDERACIONES FINALES

En este artículo se han descrito los conocimientos más relevantes que se deberían abordar en Educación Primaria para promover la alfabetización estadística y probabilística y se han ejemplificado con diversas actividades enmarcadas en la situación de pandemia global COVID-19. Consideramos que, si bien el currículo escolar promueve el estudio de la estadística y de la probabilidad, a menudo los profesores se sienten inseguros a la hora de enseñar estas ramas y, en ocasiones, cuando lo hacen se centran en conocimientos técnicos, en la resolución de ejercicios descontextualizados y en muchas ocasiones la clase se transforma en una clase de aritmética en la que solo se aplican fórmulas, perdiendo de vista el sentido estadístico (Batanero, Díaz, Contreras y Roa, 2013). Desde esta perspectiva, es de interés prestar atención a cómo incorporar contextos significativos en el proceso de enseñanza de la estadística y la probabilidad, pues no debemos olvidar que “los datos no son sólo números, son números en un contexto. En matemáticas el contexto oscurece la estructura. En el análisis de datos, el contexto proporciona significado” (Moore y Cobb, 1997, p. 801). En este sentido, no solo es importante aprender técnicas estadísticas o calcular probabilidades, sino que también debemos fomentar su comprensión en contextos reales que sean relevantes para los alumnos. En este artículo hemos utilizado como contexto la pandemia COVID-19 ya que pretendemos, a través de las actividades descritas, que los conocimientos de estadística y probabilidad sean

una herramienta para que los alumnos reflexionen respecto al autocuidado, la propagación del virus, las fuentes de información, etc., y al mismo tiempo puedan comparar la situación en las regiones donde viven y obtener conclusiones relevantes. Sin duda, implementar este tipo de propuestas, contribuirá con el tiempo a formar ciudadanos con un pensamiento crítico, conscientes del rol que cada uno desempeña en la sociedad y en el bienestar global, lo que a su vez contribuye a promover la educación para la sostenibilidad. En definitiva, se trata de contribuir a “desarrollar competencias que permitan a las personas reflexionar sobre sus propias acciones, teniendo en cuenta sus impactos sociales, culturales, económicos y ambientales actuales y futuros, desde una perspectiva local y global” (UNESCO, 2017, p. 7). Así, en un mundo que se encuentra en medio de una verdadera emergencia, es primordial desarrollar competencias en los ciudadanos para “empoderar y equipar a las generaciones presentes y futuras para satisfacer sus necesidades mediante un enfoque equilibrado e integrado de las dimensiones económica, social y ambiental del desarrollo sostenible” (Leicht, Heiss y Byun, 2018, p.7), para lo cual la alfabetización estadística y probabilística se constituye como una herramienta que contribuye directamente al desarrollo de tales competencias y, por ende, moviliza el compromiso ciudadano por la sostenibilidad.

Agradecimientos

FEDER/Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades – Agencia Estatal de Investigación/ Proyecto EDU2017-84979-R.

FONDECYT N° 1200356 financiado por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo del Gobierno de Chile.

Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades – Agencia Estatal de Investigación/ Proyecto TIN2017-87600-P.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alsina, Á. (2015). *Matepractic. Desarrolla y evalúa tu competencia matemática (6, 8 y 15)*. Barcelona: Editorial Casals.
- Alsina, Á. (2016). La estadística y la probabilidad en educación primaria. ¿Dónde estamos y hacia dónde debemos ir? *Aula de Innovación Educativa*, 251, 12-17.
- Alsina, Á. (2017). Contextos y propuestas para la enseñanza de la estadística y la probabilidad en Educación Infantil: un itinerario didáctico. *Épsilon - Revista de Educación Matemática*, 95, 25-48.
- Alsina, Á. (2018). El número natural para organizar, representar e interpretar la información (estadística, azar y probabilidad). En M.C. Muñoz-Catalán y J. Carillo (Eds.), *Didáctica de las Matemáticas para maestros de Educación Infantil* (pp. 173-211). Madrid: Editorial Paraninfo.
- Alsina, Á. (2019). *Itinerarios didácticos para la enseñanza de las matemáticas (6-12 años)*. Barcelona: Editorial Graó.

- Alsina, Á. y Vásquez, C. (2016). De la competencia matemática a la alfabetización probabilística en el aula: elementos para su caracterización y desarrollo. *UNIÓN, Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 48, 41-58.
- Araneda, A. M., Chandía, E., y Sorto, M. A. (2013). *Recursos para la formación inicial de profesores de Educación Básica*. Santiago de Chile: Ediciones SM.
- Batanero, C. (2001). *Didáctica de la estadística*. Granada: Universidad de Granada.
- Batanero, C. (2005). Significados de la probabilidad en la educación secundaria. *RELIME*, 8(3), 247-264.
- Batanero, C., y Díaz, C. (2011). *Estadística con proyectos*. Granada: Departamento de Didáctica de la Matemática.
- Batanero, C., Díaz, C., Contreras, J. M., y Roa, R. (2013). El sentido estadístico y su desarrollo. *Números. Revista de didáctica de las Matemáticas*, 83, 7-18.
- Hahn, C. (2015). La recherche internationale en éducation statistique: état des lieux et questions vives. *Statistique et Enseignement*, 6(2), 25-39.
- Leicht, A., Heiss, J., y Byun, W.J. (2018). *Issues and Trends in Education for Sustainable Development (Volume 5)*. París: UNESCO.
- Moore, D. y Cobb, G. (1997). Mathematics, Statistics, and Teaching. *American Mathematical Monthly*, 104, 801-823.
- Muñiz-Rodríguez, L., Rodríguez-Muñiz, L.J. y Alsina, Á. (2020). The absence of statistical and probabilistic literacy in citizens: effects in a world in crisis. Artículo entregado para la publicación.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM] (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM] (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, Va.: NCTM.
- UNESCO. (2017). *Educación para los objetivos de desarrollo sostenible: objetivos de aprendizaje*. Francia: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Vásquez, C. y Alsina, Á. (2015). Un modelo para el análisis de objetos matemáticos en libros de texto chilenos: situaciones problemáticas, lenguaje y conceptos sobre probabilidad. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, v. 19, n. 2, p. 441-462.
- Vásquez, C. y Alsina, Á. (2019a). Diseño, construcción y validación de una pauta de observación de los significados de la probabilidad en el aula de Educación Primaria. *REVEMAT: Revista Eletrônica de Educação Matemática*, 14, 1-20.
- Vásquez, C. y Alsina, Á. (2019b). Observing Mathematics Teaching Practices to Promote Professional Development: An Analysis of Approaches to Probability. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 14(3), 719-733.
- Vásquez, C. y Rojas, F. (en prensa). Enseñar probabilidad para formar ciudadanos de sostenibilidad: ¿Qué sabemos del COVID19 y su propagación? *UNO, Revista de Didáctica de las Matemáticas*.
- Wild, C. J., y Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223-248.