



IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH

ISSN: 2007-4336

ISSN: 2448-8550

revista@rediech.org

Red de Investigadores Educativos Chihuahua A. C.

México

Inzunza Cazares, Santiago

Hacia la enculturación estadística de los ciudadanos:  
reflexiones en el contexto de la epidemia de COVID-19

IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH, vol. 13, e1423, 2022, Enero-Diciembre

Red de Investigadores Educativos Chihuahua A. C.

Chihuahua, México

DOI: [https://doi.org/10.33010/ie\\_rie\\_rediech.v13i0.1423](https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v13i0.1423)

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=521670731030>

- ▶ [Cómo citar el artículo](#)
- ▶ [Número completo](#)
- ▶ [Más información del artículo](#)
- ▶ [Página de la revista en redalyc.org](#)

redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## Hacia la enculturación estadística de los ciudadanos: reflexiones en el contexto de la epidemia de COVID-19

*Towards the statistical enculturation of citizens: reflections in the context of COVID-19 epidemic*

Santiago Inzunza Cazares

### RESUMEN

En el presente artículo analizamos la importancia de la cultura estadística en los ciudadanos, particularizando en el contexto de la información estadística generada sobre la enfermedad COVID-19 en México. El soporte teórico de la investigación lo proporcionan los constructos de enculturación, cultura estadística y representaciones para establecer relaciones entre datos. Hemos utilizado un enfoque cualitativo basado en análisis de documentos para identificar las relaciones y tipos de representaciones que se utilizan para comunicar la información en los reportes técnicos oficiales, así como la revisión del currículo de educación básica y media superior. Entre los principales hallazgos se destaca que la información sobre COVID-19 se proporciona principalmente a través de gráficas, porcentajes, promedios, modelos y riesgos. Los contenidos estadísticos para comprender la información están integrados en el currículo de educación básica y bachillerato, sin embargo, se destaca la ausencia de la componente crítica y reflexiva que señalan algunos modelos para desarrollo de cultura estadística.

*Palabras clave:* Estadística, estrategias de enseñanza, enseñanza de las matemáticas, razonamiento estadístico, pensamiento crítico.

### ABSTRACT

In this article we analyze the importance of statistical literacy on citizens, particularizing in the context of the statistical information generated on the COVID-19 disease in Mexico. The theoretical support of the research is provided by the constructs of enculturation, statistical literacy, and representations, to establish relationships between data. We have used a qualitative approach based on document analysis to identify the relationships and types of representations that are used to communicate information in official technical reports, as well as the review of the basic and high school curriculum. Among the main findings, it is highlighted that the information on COVID-19 is provided mainly through graphs, percentages, averages, models, and risks. Statistical contents to understand the information are integrated into the curriculum; however, the absence of the critical and reflective component pointed out by some models for development of statistical culture stands out.

*Keywords:* Statistics, teaching strategies, Mathematics teaching, statistical reasoning, critical thinking.

## INTRODUCCIÓN

En los años recientes la estadística ha tenido un crecimiento notable en el currículo de matemáticas de todos los niveles educativos, debido a su importancia como herramienta metodológica para el estudio de diversos fenómenos cuantificables por medio de datos, pero además por la importancia que tiene la cultura, el razonamiento y el pensamiento estadístico en la sociedad actual, caracterizada por muchos estudiosos del tema como “sociedad de la información y del conocimiento”. Entre las causas que han generado el crecimiento curricular de la estadística destaca la “revolución de los datos”, impulsada por el vertiginoso desarrollo de las tecnologías digitales (Ridgway, 2016), las cuales han hecho posible la generación y almacenamiento de grandes cantidades de datos, que requieren ser convertidos en información para la toma de decisiones sobre fenómenos de interés, en las profesiones, la sociedad y las ciencias.

Ello a su vez ha derivado en un hecho conocido como “cuantificación de la sociedad”, que ha surgido de la necesidad de representar y comunicar el comportamiento de diversos fenómenos de interés social a través de representaciones semióticas como son las gráficas, tablas, porcentajes, promedios, correlaciones, modelos u otras medidas descriptivas de los datos que se obtienen de muestras, poblaciones o experimentos aleatorizados, y que aparecen de manera cotidiana en los medios de comunicación y reportes gubernamentales. En este sentido, ante la omnipresencia de los datos y el azar en la sociedad moderna (Batanero et al., 2013), además de la importancia metodológica que tiene la estadística para muchas disciplinas, adquiere una nueva dimensión: como herramienta para enculturar estadísticamente a los ciudadanos.

Gal (2002) –uno de los pioneros de la cultura estadística como tema de investigación– señala que, desde la perspectiva metodológica, los usuarios de la estadística son caracterizados como “productores y analizadores de datos”, para resolver problemas planteados por ellos mismos; mientras que, en la perspectiva de enculturación, los usuarios son caracterizados como “consumidores de datos”. Entre estos dos extremos se encuentran muchos currículos de estadística en la actualidad, unos más orientados hacia los métodos, técnicas y procedimientos, y otros con mayor énfasis en las habilidades de cultura, razonamiento y pensamiento estadístico, cada día con mayor auge en el diseño curricular.

**Santiago Inzunza Cazares.** Profesor-investigador en la Facultad de Informática y del Posgrado en Educación de la Universidad Autónoma de Sinaloa, México. Es Maestro y Doctor en Ciencias en la especialidad de Matemática Educativa por el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores de CONACYT. Miembro de la International Association for Statistical Education (IASE) y de la Sociedad Mexicana de Investigación y Divulgación de la Educación Matemática (SOMIDEM). Miembro del Comité Editorial y editor de sección de la revista *Educación Matemática*. Consejero Técnico de los exámenes EGEL-CENEVAL de Informática y Estadística. Correo electrónico: [sinzunza@uas.edu.mx](mailto:sinzunza@uas.edu.mx). ID: <https://orcid.org/0000-0003-4014-6031>.

En este artículo nos hemos propuesto investigar sobre la importancia de la enculturación estadística de los ciudadanos en la sociedad actual, sus implicaciones curriculares, y en particular, mostrar evidencia de su importancia en el contexto de la pandemia de COVID-19, que ha dado lugar a grandes cantidades de información estadística presentada por organismos de salud nacionales e internacionales en el monitoreo de su evolución, predicción y factores determinantes. Consideramos que el contexto de este problema de salud mundial es ideal para la reflexión, por el gran significado y relevancia que tiene para los ciudadanos. En particular nos planteamos las siguientes preguntas: ¿Qué representaciones y lenguaje estadístico son utilizadas con mayor frecuencia para proporcionar información sobre la epidemia de COVID-19? ¿Qué contenidos estadísticos y habilidades para que los estudiantes sean capaces de interpretar información como la que se proporciona sobre COVID-19 se encuentran en el currículo de México? ¿Qué tipo de actividades didácticas se pueden diseñar con base en datos de COVID-19 para ayudar a los estudiantes a desarrollar cultura estadística?

### ANTECEDENTES

La investigación en los años recientes muestra evidencia empírica sobre las dificultades de los estudiantes para comprender e interpretar conceptos estadísticos (Callingham y Watson, 2017; Mayen et al., 2007). En el presente apartado abordamos algunas investigaciones que muestran la dificultad sobre comprensión y razonamiento con diversos conceptos estadísticos, en particular sobre gráficas y su interpretación, promedios, medidas de variabilidad y correlación, tanto con estudiantes como con maestros.

En el caso particular de las gráficas, los conocimientos y las habilidades para interpretarlas adecuadamente se han convertido en una competencia básica de cultura estadística para todos los ciudadanos en la sociedad actual (Inzunza, 2015). La interpretación de una gráfica no es una habilidad innata que desarrollan las personas a través del tiempo, requiere desarrollarse a través de la enseñanza, pues son representaciones de los datos que contienen información numérica y simbólica, y no resultan asequibles fácilmente para las personas. Friel, Curcio y Bright (2001) señalan que hacer sentido de las gráficas es una actividad más compleja de lo que se piensa, por lo que los profesores necesitan incrementar su conocimiento sobre ellas y cómo enseñarlas.

Inzunza (2015), en una investigación con estudiantes universitarios mexicanos sobre sus habilidades de interpretación de gráficas con datos de contextos económicos y sociodemográficos, encontró que los estudiantes se ubicaron fundamentalmente en los niveles idiosincrático y lectura básica (los dos niveles más bajos de una taxonomía de cinco niveles). Sus interpretaciones estuvieron enfocadas principalmente en aspectos locales de las gráficas y tuvieron dificultades para relacionar información relevante y el contexto.

Los promedios son otro concepto estadístico que se utiliza con mucha frecuencia para resumir información estadística. En apariencia son un concepto sencillo, pues su cálculo involucra operaciones de suma y división de datos (en el caso de la media aritmética) o de ordenamiento y punto central (en el caso de la mediana). Sin embargo, su interpretación no siempre es sencilla, como lo muestran diversas investigaciones. Por ejemplo, Mayen et al. (2007), en una investigación con estudiantes mexicanos de bachillerato, identificaron los siguientes elementos de significado y dificultades:

- Dificultades para reconocer la mediana como mejor promedio de datos ordinales.
- Dificultades para calcular medias ponderadas.
- Dificultades para comprender la definición de mediana y media ponderada.
- Dificultades para identificar que la media muy sensible a datos extremos, el efecto del cero sobre su valor y que la suma de desviaciones por encima y debajo de la media es igual a cero.

Por su parte, Juárez e Inzunza (2014) dan cuenta de las dificultades que profesores de bachillerato tienen para razonar con conceptos estadísticos básicos que forman parte de los programas de estudio. Los profesores mostraron una comprensión superficial y aislada sobre conceptos estadísticos, como la interpretación y conversión de diversas representaciones gráficas, medidas de tendencia central y medidas de variabilidad.

Serrano (2021) por su parte, investigó los niveles de cultura y razonamiento estadístico que logran estudiantes mexicanos una vez que han concluido sus estudios de bachillerato. Los resultados obtenidos muestran un bajo nivel de logro en la interpretación de representaciones gráficas y medidas descriptivas, a pesar de que son temas del currículo desde la educación primaria; los resultados son más bajos aún en ítems de correlación, diagramas de caja, deciles y probabilidad. Las conclusiones del estudio orientan a reformas curriculares que vayan más allá de incorporar contenidos estadísticos en el currículo, que hagan mayor énfasis en el desarrollo de la cultura y razonamiento estadístico, en tanto son habilidades cruciales para el ciudadano en la sociedad actual.

## MARCO CONCEPTUAL

### El significado de enculturación

La *enculturación* es un proceso de carácter antropológico, a través del cual las personas adquieren prácticas, creencias, costumbres y conocimientos del grupo cultural en el que están insertados. Las matemáticas son un producto cultural, una creación de la sociedad, que se ha venido perfeccionando a lo largo de los siglos; constituyen, por lo tanto, un conjunto de prácticas compartidas por la comunidad matemática, acep-

tadas y reconocidas por la sociedad. De tal forma, la educación juega un papel muy importante en el conocimiento y apropiación de estas prácticas matemáticas por los miembros de la sociedad, pues la educación es una forma intencional y deliberada de transmisión cultural (Bishop, 1999, p. 22).

Stenhouse (1997) señala que “la cultura consiste en un *complejo de comprensiones compartidas* que actúa como medio por el que las mentes individuales interaccionan para comunicarse entre sí [...] en la medida en que un *complejo de comprensiones* sea compartido por un grupo de personas, ese *complejo de comprensiones* se convertirá en cultura” (pp. 16, 22). Podemos hablar entonces de *cultura matemática* o de *cultura estadística*, que constituyen un conjunto de ideas, conceptos y métodos, como un *complejo de comprensiones*.

Un ejemplo de cultura matemática que ha prevalecido por muchos años es el currículo dirigido al desarrollo de técnicas, métodos, procedimientos, en el cual las personas son vistas como usuarios de las matemáticas –sería el mismo caso de la estadística–, dando con ello el estatus de una materia basada en el *hacer*. Muchas generaciones de estudiantes han sido enculturadas desde esta perspectiva. Una nueva manera de enculturar matemáticamente a las personas está basada en pensar y reflexionar, lo cual requiere una conciencia crítica de cómo y cuándo emplear técnicas y procedimientos, además de su comprensión.

En este sentido, el currículo dirigido al desarrollo de técnicas no puede ayudar a comprender, no puede desarrollar significados, no puede capacitar al alumno para que adopte una postura crítica dentro o fuera de las matemáticas, ya que las técnicas buscan respuestas correctas y no ofrecen oportunidad para la interpretación personal; conduce, por tanto, a un aprendizaje impersonal (Bishop, 1999, p. 26).

### **El significado de cultura estadística**

La *cultura estadística* es un término bastante amplio que aún no tiene una definición consensuada entre los investigadores y educadores estadísticos, sin embargo, hay coincidencia en sus aspectos esenciales. Wallman (1993) concibe a la cultura estadística como la habilidad para comprender y evaluar en forma crítica resultados estadísticos que permean la vida diaria. Chick y Pierce (2013) la definen como la habilidad para razonar con información presentada en gráficas y tablas. Watson (2006) conceptualiza a la cultura estadística como un constructo de tres niveles jerárquicos: comprensión básica de terminología estadística y de probabilidad, comprensión de lenguaje y conceptos estadísticos integrados en el contexto de una discusión social, y una actitud de cuestionamiento de conclusiones estadísticas y resultados.

Gal (2002, p. 3) propone una conceptualización de la cultura estadística y define un modelo para su análisis y desarrollo, partiendo de la identificación de dos componentes interrelacionadas:

- Habilidad de las personas para comprender, interpretar y evaluar en forma crítica información estadística, argumentos relacionados con datos o fenómenos estocásticos los cuales se pueden encontrar en diversos contextos.
- Habilidad para discutir o comunicar sus reacciones a tal información estadística tales como su comprensión del significado de la información, sus opiniones sobre las implicaciones de esta información o sus consideraciones en relación con la aceptabilidad de las conclusiones.

El modelo de cultura estadística de Gal (2002) consta de dos componentes principales: conocimiento y disposiciones.

- Conocimiento:
  - Habilidades de alfabetización generales.
  - Conocimiento estadístico.
  - Conocimiento matemático.
  - Conocimiento del contexto.
  - Preguntas críticas.
- Disposiciones:
  - Creencias y actitudes.
  - Postura crítica.

Por su parte, el desarrollo de una postura crítica y reflexiva ante los mensajes de temas sociales por lo general está ausente en las clases de estadística –al menos en el currículo de bachillerato en México–, y son disposiciones que los estudiantes deben desarrollar. Se requieren habilidades para activar un sentido crítico y reflexivo, identificar malos usos de información que pueden tener origen en errores y sesgos en la recopilación de los datos, errores en las representaciones de los datos y en cálculos, así como en el alcance de las conclusiones.

### **Representaciones, lenguaje estadístico y relaciones en los datos**

En el proceso de dar sentido a información que se presenta en los medios de comunicación o reportes gubernamentales, es importante el conocimiento de diversas representaciones para visualizar relaciones en los datos, tales como tablas, gráficas, promedios, correlaciones. En este sentido, una representación es un medio para visualizar los datos y sus patrones de comportamiento, ya sea en forma numérica, tabular o gráfica. Conocer estas representaciones, sus reglas de construcción y ámbito de aplicación, son elementos importantes de cultura estadística que los usuarios deben poseer para la interpretación adecuada de información. En este sentido, Few (2004) identifica un conjunto de relaciones fundamentales, a saber: *comparación* de una categoría con otra, *ordenamiento* de categorías o valores, *correlación* entre dos variables, *distribución* de una variable, comparación de una *parte respecto al todo* en los datos de una variable, *desviación* de los datos de una variable respecto a un patrón establecido, y

*tendencia de una variable respecto al tiempo.* Estos tipos de relaciones cuantitativas requieren diferentes tipos de gráficas y medidas estadísticas para representarlas.

### **Ideas fundamentales de estadística en el currículo**

Burrill y Biehler (2011) definen un conjunto de ideas fundamentales que deben ser enseñadas y que los estudiantes deben conocer antes de concluir el bachillerato:

1. Datos. Los estudiantes deben reconocer los diferentes tipos de datos que existen y los diferentes diseños de recolección; además deben ser conscientes de que un diseño de recolección inadecuado tiene efecto en los resultados y conclusiones de una investigación.
2. Variabilidad. Los estudiantes deben anticipar la variabilidad para plantear preguntas estadísticas en un problema, reconocer la variabilidad debida a los diseños de recolección de datos.
3. Distribución. Los datos deben ser vistos como colecciones de datos en forma de distribuciones, los cuales pueden ser descritos por su tendencia central, variabilidad y forma.
4. Representaciones. Las gráficas y tablas son fundamentales en todas las etapas del análisis de datos, ayudan a la visualización de patrones y tendencias; constituyen una parte importante del trabajo estadístico y son la cara más visible de la estadística en los medios de comunicación.
5. Asociación y modelación entre dos variables. Los estudiantes deben estar preparados para responder preguntas que requieran investigar y explorar relaciones entre dos o más variables.
6. Modelos de probabilidad para procesos generadores de datos. El enfoque clásico, en el que se ha centrado la enseñanza de la probabilidad, por sí solo es insuficiente, y debe ser complementado con el enfoque frecuencial y subjetivo de la probabilidad.
7. Muestreo e inferencia. Los métodos de inferencia estadística son tema de estudio en algunos currículos a partir del bachillerato. El muestreo es un concepto que está en la base de la inferencia, por ello la importancia de su comprensión y razonamiento.

### **METODOLOGÍA**

A partir del surgimiento del virus SARS-CoV-2 que produce la enfermedad COVID-19, los gobiernos de los países han implementado sistemas de información epidemiológica para informar a los ciudadanos sobre el comportamiento de la enfermedad y los resultados de las medidas implementadas para su control. La información que emiten diariamente a través de medios oficiales y de comunicación es expresada por lo general en términos estadísticos. La Secretaría de Salud en México, desde el

inicio de la epidemia realiza conferencias y publica reportes técnicos diariamente en su página de internet, en dichos reportes se proporciona información sobre el comportamiento de diversos indicadores de salud y factores relacionados con la enfermedad y su evolución, todos expresados en lenguaje estadístico.

Esa página ha sido nuestra principal fuente de acceso a la información para responder la primera pregunta de investigación. Hicimos un seguimiento del reporte técnico y videoconferencia del 11 de agosto del 2020, por elegir una fecha en particular, en un momento en que la epidemia se encontraba en su nivel más alto, y observamos las representaciones y relaciones estadísticas que más se utilizaban para comunicar la información. La información puede ser clasificada en dos categorías según su temporalidad: información *transversal*, referida a algún aspecto de la epidemia en un momento dado, e información *longitudinal*, referida a la evolución del algún aspecto de la epidemia a través del tiempo. En esta última categoría consideramos a los *modelos de predicción* que intentan pronosticar resultados de la epidemia para un tiempo determinado. La segunda pregunta la hemos respondido mediante un análisis de currículo de educación básica y media superior en México. Se analizaron los contenidos temáticos del programa de Matemáticas –área en la que se ubica el estudio de los datos y el azar en educación básica– y los programas de Estadística y Probabilidad de la Dirección General de Bachillerato (DGB) de la Secretaría de Educación Pública. Se identificaron los temas generales: recolección de datos, organización, representación, interpretación de datos, medidas descriptivas de los datos y probabilidad, en un primer momento, y posteriormente se identificaron los contenidos temáticos específicos para cada nivel educativo. De esta manera se estableció una correspondencia entre las representaciones estadísticas utilizadas en los medios con la tabla de contenidos (ver Tabla 1) para identificar si el currículo aporta los contenidos requeridos para su interpretación.

## RESULTADOS

¿Qué representaciones y lenguaje estadístico son utilizadas para proporcionar información sobre la epidemia de COVID-19?

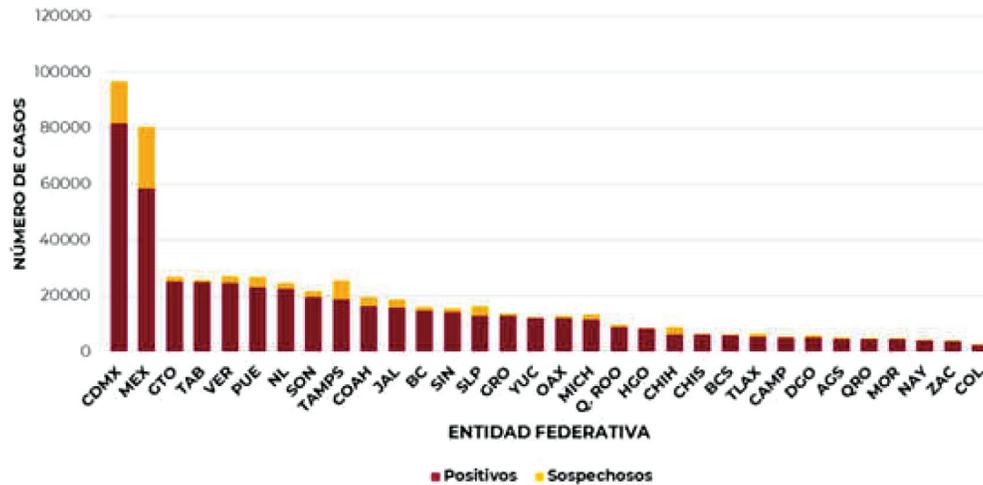
De acuerdo con el análisis de la información en los reportes técnicos emitidos por la Secretaría de Salud de México, las gráficas son las representaciones más utilizadas para expresar la información sobre COVID-19, seguidas de términos estadísticos como promedios, frecuencias y porcentajes. Entre el repertorio de gráficas destacan los diagramas de barras y los histogramas (en forma simple, dobles o apiladas). Tomaremos como ejemplo la conferencia y el reporte técnico emitido por la Secretaría de Salud el 11 de agosto del 2020.

La Figura 1 muestra el total de casos confirmados por entidad federativa hasta el día en cuestión. Cada barra contiene doble información (casos confirmados y sospechosos) que se puede identificar por su color; además las barras están ordenadas

de mayor a menor frecuencia, con lo que se puede identificar fácilmente el lugar que ocupa cada entidad federativa, con ello es posible establecer relaciones de comparación y de orden entre ellos, en un momento dado (información transversal).

**Figura 1**

*Diagrama de barras apiladas con casos confirmados y sospechosos por entidad federativa (11 ago. 2020)*

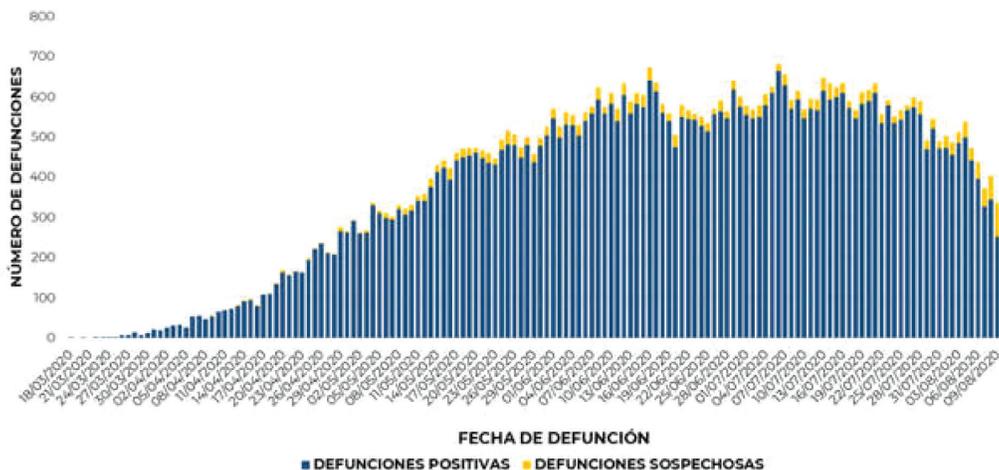


Fuente: Reporte técnico emitido por la Secretaría de Salud (11 ago. 2020).

La Figura 2 muestra otro de los indicadores importantes, consiste en un diagrama de barras que muestra información sobre el comportamiento del número de defunciones confirmadas y sospechosas a través del tiempo, es por lo tanto una información de carácter longitudinal que nos permite ver los cambios en la variable de interés a través del tiempo.

**Figura 2**

*Diagrama de barras apiladas con defunciones confirmadas y sospechosas (11 ago. 2020)*

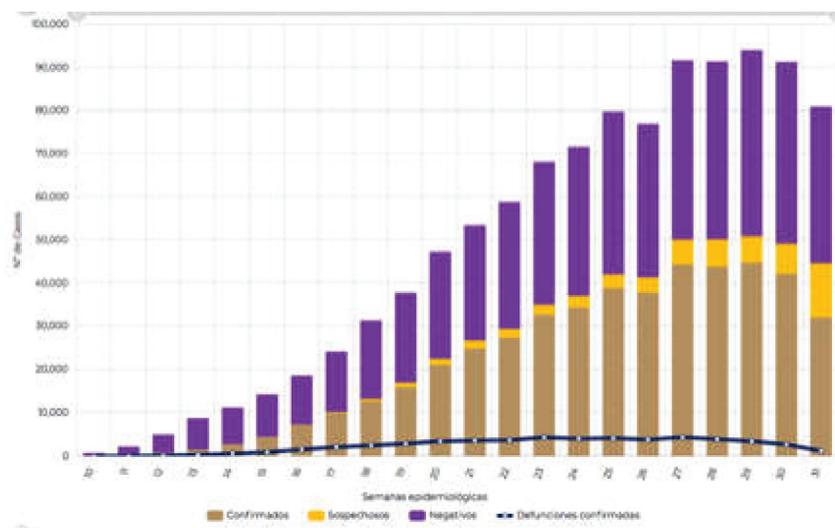


Fuente: Reporte técnico emitido por la Secretaría de Salud (11 ago. 2020).

Mientras tanto, la Figura 3 es un diagrama de barras apiladas triple que contiene el acumulado de casos confirmados, sospechosos y negativos por semana desde que inició la epidemia. Se incluye en el mismo sistema de ejes una gráfica de línea con las defunciones a nivel nacional. Como puede verse es una gráfica con mucha información, que muestra el comportamiento de la enfermedad a través del tiempo medido en semanas epidemiológicas desde el inicio de la pandemia.

**Figura 3**

*Casos confirmados, sospechosos, negativos y defunción nacional*



Fuente: <https://covid19.sinave.gob.mx>

Las gráficas de las figuras 2 y 3 son de especial importancia porque muestran la relación de cambio en el tiempo, de las variables defunciones y casos registrados (confirmados, sospechosos y negativos), cuyos valores permiten evaluar en un momento dado el grado de control que se tiene sobre la pandemia.

### Porcentajes y frecuencias

Los porcentajes son también una representación estadística muy utilizada en la información que proporciona la Secretaría de Salud sobre COVID-19. Un ejemplo de ello es cuando clasifican los casos confirmados positivos según su condición de enfermedades previas (comorbilidades), el impacto de la COVID-19 entre mujeres y hombres, y la condición de hospitalización de los pacientes.

Muchos de los términos que se utilizan están definidos como porcentajes. Por ejemplo, la *tasa de letalidad* se obtiene de dividir el total de personas que fallecen entre el total de personas confirmadas como positivas. Según datos del sitio web *Our World in Data* (Global Change Data Lab, s.f.), al 11 de agosto del 2020, a nivel mundial se

**Figura 4**

*Relación porcentual de comorbilidades principales, género y condición de hospitalización de los confirmados positivos (11 ago. 2020)*



Fuente: Reporte técnico emitido por la Secretaría de Salud (11 ago. 2020).

habían reportado 19'936,210 casos confirmados y 732,499 defunciones, lo que genera una tasa de letalidad global de 3.7%. A la misma fecha en México se reportó una tasa de letalidad de 10.9%. Otro término muy utilizado es la *tasa de incidencia*, que se define como el total de casos activos estimados por cada 100,000 habitantes con fecha de inicio de síntomas en los últimos 14 días. En México, la tasa de incidencia al 11 de agosto del 2020 fue de 32.33. Sin embargo, algunas entidades tienen tasas de incidencia superiores a 70 casos por cada 100,000 habitantes. En suma, a través de estos valores se establecen relaciones de comparación entre entidades federativas y países.

### Promedios

Al igual que los porcentajes, diversos indicadores del desarrollo e impacto de la enfermedad se expresan a través de promedios. Por ejemplo, la mediana de edad de los casos confirmados al 11 de agosto es de 44 años. En el caso de las defunciones la edad mediana es de 63 años. Otro uso de los promedios es el cálculo del número de reproducción básico ( $R_0$ ), que representa el número de personas a las que un individuo puede transmitir el virus en promedio. Este parámetro es de fundamental importancia para establecer modelos para evaluar la propagación del virus. En algún momento de la epidemia en México se llegó a establecer un valor de 2.5 para  $R_0$ , es decir, una persona infectada puede contagiar en promedio a 2.5 personas.

### Probabilidad y riesgo

El azar también está presente en la información que se proporciona sobre COVID-19, generalmente por medio de expresiones probabilísticas de evaluación de riesgo. Un caso notable es la calculadora que el Instituto Mexicano del Seguro Social ha diseñado para determinar el nivel de riesgo de complicación ante un posible contagio de una persona, según sus condiciones de edad, género, peso y padecimientos.

**Figura 5**

Nivel de riesgo de complicación ante posible contagio de COVID-19



Fuente: <http://www.imss.gob.mx/covid-19/calculadora-complicaciones>

### La predicción a través de modelos

Los modelos forman parte del currículo de estadística en casi todos los niveles. Para fijar ideas consideremos un caso por demás conocido, el modelo de equiprobabilidad para pronosticar los resultados del lanzamiento de una moneda. Con base en este modelo se puede predecir con bastante aproximación cuántas águilas o soles pueden ocurrir en un determinado número de lanzamientos. En niveles de mayor formalización se determina que este modelo sigue los principios de la distribución de probabilidad binomial.

Veamos la gráfica de un modelo para la evolución de COVID-19 que fue desarrollado en México (Figura 6).

**Figura 6**

Modelo para predecir la evolución de COVID-19 en México



Fuente: <https://www.infobae.com/america/mexico/2020/05/14/plataforma-de-prediccion-sobre-avance-del-covid-19-en-mexico-indica-que-la-primera-ola-podria-extenderse-hasta-octubre/>

Puede verse que la gráfica es acampanada y con un ligero sesgo a la derecha. La curva suavizada representa los resultados del modelo, y las barras representan los datos que se van obteniendo a través del tiempo (número de casos confirmados con COVID-19). Obsérvese la gran similitud entre datos y modelo. De acuerdo con la gráfica el pico de la ola ocurrirá por el 25 de mayo, concluyendo a principios de octubre del 2020.

¿Qué contenidos estadísticos y habilidades para que los estudiantes sean capaces de interpretar información como la que se proporciona sobre COVID-19 se encuentran en el currículo de México? El análisis de los temas del currículo de estadística en la educación básica y bachillerato en México señala que los primeros contenidos estadísticos aparecen desde el currículo de preescolar, mientras que el estudio de la probabilidad inicia en quinto grado de primaria (ver Tabla 1).

La recolección de datos, organización, representación de datos y medidas descriptivas –temas que se utilizan mucho para la presentación de información de COVID-19– constituyen la comuna vertebral del contenido estadístico, a lo largo de toda la educación básica y bachillerato en México. El estudio del azar, sus propiedades y métodos de cálculo, ocupa también una parte importante, sobre todo en secundaria y bachillerato, donde se estudian los fenómenos aleatorios a través de los enfoques clásico y frecuencial de la probabilidad, finalizando con las distribuciones de probabilidad, como modelos para variables aleatorias.

De acuerdo con lo anterior, el currículo mexicano contempla las ideas fundamentales de estadística definidas para estos niveles por Burrill y Biehler (2011), a excepción de la inferencia estadística, que es tema de estudio solo en el currículo del bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) de la Universidad Nacional Autónoma de México, pero no aparece en el programa de la DGB.

En cuanto a las orientaciones didácticas, existe una tendencia uniforme en la educación básica, sugiriendo el uso de contextos reales y significativos para los estudiantes y el planteamiento de preguntas estadísticas que se deben responder con los datos. Esta tendencia nos parece que es interrumpida en el bachillerato, que centra más su atención en los métodos de cálculo para análisis de los datos, y técnicas combinatorias para el cálculo de probabilidades (Inzunza y Rocha, 2021).

No hay evidencia explícita de que el currículo de educación básica y media superior fomente el desarrollo de cultura estadística, sobre todo en su componente de disposiciones, actitudes y postura crítica que señala Gal (2002); solo existen referencias aisladas a estas componentes. A esta misma conclusión llega Sánchez (2009, p. 74), cuando analiza los contenidos de probabilidad en los programas de estudio de secundaria en México: “Esta decisión trae como consecuencia que el contexto privilegiado sea el de juegos de azar, no se hace señalamiento alguno sobre los usos sociales del azar ni sobre la importancia de considerar contextos científicos además

**Tabla 1***Contenidos de estadística y probabilidad en la educación básica y bachillerato en México*

Tema	Primaria (6-12 años)	Secundaria (12-15 años)	Bachillerato (DGB-SEP) (15-18 años)
Recolección de los datos	Encuestas, observación, encuestas, entrevista, consulta de información	Encuestas, observación, encuestas, entrevista, consulta de información	Encuesta, entrevista, observación, experimentación Muestreo probabilístico y no probabilístico
Organización, representación, interpretación de datos	Pictogramas, tablas, diagramas de barras y circulares	Gráficas circulares, histogramas, polígonos de frecuencia y gráficas de línea	Distribuciones de frecuencia Gráficas circulares, histogramas, polígonos de frecuencia y ojivas
Medidas descriptivas de los datos	Moda, media aritmética y rango de un conjunto de datos	Medidas de tendencia central (moda, media aritmética y mediana) y rango y desviación media de un conjunto de datos	Medidas de tendencia central (moda, media aritmética y mediana) y medidas de dispersión (rango y desviación media, varianza y desviación estándar) de un conjunto de datos Cuartiles, deciles y percentiles Correlación de dos variables y regresión lineal
Probabilidad	Experimentos aleatorios, registro de frecuencias y espacio muestral	Experimentos aleatorios, probabilidad frecuencial, probabilidad teórica, probabilidad de eventos mutuamente excluyentes	Enfoques de probabilidad, eventos y espacio muestral Conjuntos y operaciones con conjuntos Técnicas de conteo, diagrama de árbol, permutaciones y combinaciones Evento dependientes e independientes Distribuciones de probabilidad Binomial, Normal, Poisson, Ji Cuadrada Probabilidad condicional y teorema de Bayes

*Fuente:* SEP, 2017a, 2017b, 2018a, 2018b.

de los de juegos [...] podría mejorarse sustancialmente si se asume como objetivo desarrollar una alfabetización o cultura probabilista”.

### **¿Qué tipo de actividades didácticas se pueden diseñar con base en datos de COVID-19 para ayudar a los estudiantes a desarrollar cultura estadística?**

A continuación ponemos de relieve algunas actividades que pueden ayudar a desarrollar la cultura estadística de los estudiantes, y que retoman el significado de cultura estadística descrito en el marco conceptual.

#### **Frecuencias absolutas versus Frecuencias relativas**

El periódico *El Financiero* en su edición del 4 de julio del 2020 publicó la siguiente información:

Figura 7

Nota publicada en el periódico El Financiero



Fuente: El Financiero (4 jul. 2020).

El argumento de la nota está basado en frecuencias absolutas; sin embargo, sabemos que no todos los países tienen la misma población. Una persona con pensamiento crítico podría argumentar que lo más correcto sería calcular la frecuencia relativa por cada cien mil o millón de habitantes. En una revisión al sitio web Worldometer (Worldometer, s.f.) con fecha 22 de julio del 2021, encontramos que México reportaba 313 defunciones por cada millón de habitantes, superado por Estados Unidos, Brasil, Perú, Chile, España, Reino Unido, Italia, Francia, Suecia, Bélgica, Holanda e Irlanda, ocupando la posición 13, y no la posición 5 como indica el periódico.

Este tipo de actividades puede ayudar a los estudiantes a desarrollar un pensamiento crítico sobre información estadística que se publica en los medios. Si bien ambas notas son correctas, la primera basada en frecuencias absolutas, y la segunda en frecuencias relativas, los estudiantes deben ser conscientes de dónde es más adecuado utilizar un tipo de frecuencia u otro.

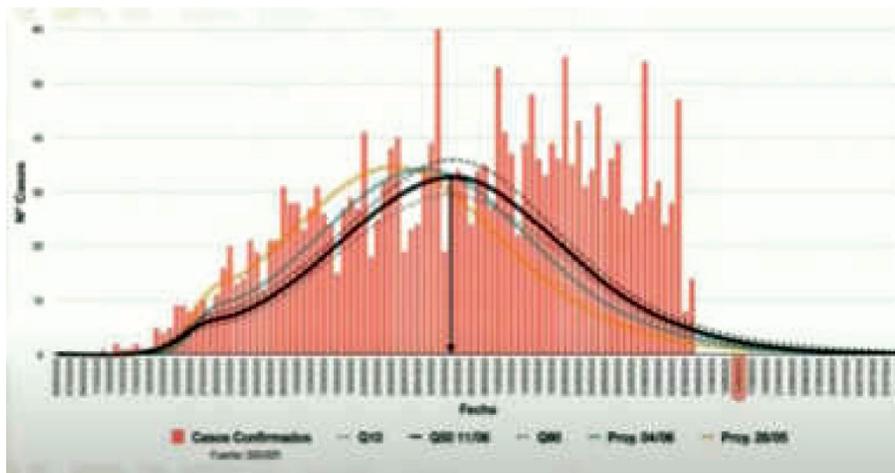
### Modelos probabilísticos

Los modelos probabilísticos son tema de estudio a partir del bachillerato, en particular, la distribución binomial, distribución normal y distribución de Poisson. Tradicionalmente la enseñanza de estos temas se centra en que los estudiantes calculen probabilidades con las fórmulas de las distribuciones y con tablas de probabilidad, para resolver problemas que involucran alguna variable aleatoria. Se hace poco énfasis en el proceso de modelación, ni siquiera a través de una simulación sencilla con la ayuda de un *software* (ver programa de estudios de la DGB-SEP).

En el contexto de la pandemia de COVID-19, se han expuesto en los medios diversos modelos que predicen el punto máximo y la fecha probable de terminación

**Figura 8**

*Proyección y observación de casos confirmados de COVID-19 para la ciudad de Culiacán, Sinaloa (16 jun. 2020)*



*Fuente:* Reporte técnico emitido por la Secretaria de Salud (11 ago. 2020).

de la enfermedad. El número de personas que se enferman de COVID-19 sigue una distribución acampanada, el patrón general es que empieza con pocos casos, estos se incrementan con el tiempo, llegan a un pico y luego empiezan a descender (ver Figura 8). Los datos obtenidos diariamente de los casos confirmados de COVID-19 se representan por las barras, los resultados del modelo se representan por la línea suavizada de color negro.

La validez de los modelos está sujeta al cumplimiento de diversas hipótesis de las que se parte para poder construir el modelo; cuando las hipótesis no se cumplen, los resultados de los modelos van a tener mayores discrepancias con los datos que se generan de la situación real que pretenden modelar (Miramontes, 2020). En el caso de COVID-19 los modelos se construyeron partiendo de hipótesis tales como el nivel de movilidad de las personas y la probabilidad de que una persona trasmite el virus a otras personas, entre otras más.

Por diversas razones los supuestos no se cumplieron cabalmente y los modelos presentan discrepancias con los datos reales. En el caso de la ciudad de Culiacán Sinaloa, que se muestra en la Figura 8, se observa que el pico se presenta muy cercano al modelo, sin embargo, los datos superaron las predicciones casi en todo momento, y particularmente en la parte posterior al pico del modelo.

La discusión con este tipo de situaciones puede contribuir a que los estudiantes sean conscientes de que los modelos son aproximaciones a la realidad y que son útiles para la predicción de fenómenos, pero están sujetos al cumplimiento de ciertas condiciones. Se sugiere, por ejemplo, el planteamiento de modelos sencillos como el lanzamiento de una moneda equilibrada en la que se espera que sucedan a la larga mitad de cada resultado, pero utilizar una moneda defectuosa en la que los resultados

no concuerdan con el modelo. Con ello se genera cultura estadística y los previene a interpretar con cuidado predicciones que son comunes en los medios (por ejemplo, cotización del dólar o precio de barril de petróleo).

### **Estudios experimentales y observacionales**

Conocer la diferencia entre estudios experimentales y observacionales es un objetivo de aprendizaje importante en el proceso de recolección de datos. Los estudiantes deben comprender de dónde surgen los datos, las limitaciones de su recolección y el tipo de conclusiones que se pueden establecer con ellos.

En los primeros meses del surgimiento de la COVID-19, ante la ausencia de medicamentos específicos para la enfermedad, se readaptaron medicamentos para enfermedades relacionadas, sin haber realizado los estudios clínicos experimentales correspondientes. En ese contexto, en un estudio realizado por la Universidad de Oxford en Inglaterra, luego de tres meses de duración de un estudio experimental, demostró que la dexametasona constituye un eficiente tratamiento contra la COVID-19 en pacientes que reúnen ciertas condiciones. Un total de 2,104 infectados recibieron seis miligramos del medicamento una vez al día por vía oral o por inyección intravenosa durante diez días, cuya evolución fue comparada con la de 4,321 que recibieron los cuidados convencionales. Al comparar los resultados tras 28 días, la mortalidad se redujo de 41 a 28 por ciento entre quienes requirieron respirador, y fue 20 a 25 por ciento menor entre aquellos pacientes que solo necesitaron oxígeno (Castillo, 2020).

La comprensión de las ideas y conceptos que subyacen a un diseño experimental, en particular, el papel que juega la asignación aleatoria de los sujetos de estudio, es sumamente importante para desarrollar la cultura estadística de los estudiantes, basar sus argumentos solo en lo que señalan los datos, no en anécdotas o creencias. En este contexto, se propone que los profesores proporcionen ambientes de aprendizaje que permitan a los estudiantes ser conscientes de la variabilidad en los datos, por lo que se debe realizar control de variables para determinar los verdaderos efectos y no llegar a conclusiones equivocadas.

### **CONCLUSIONES**

El análisis de los reportes técnicos sobre COVID-19 proporcionados por las autoridades de salud en México y por la Organización Mundial de la Salud (OMS) revela que, para su comprensión, los ciudadanos requieren contar con elementos de cultura estadística como los que hemos descrito, pues se hace amplio uso de conceptos y lenguaje estadístico, como es el caso de gráficas, porcentajes, frecuencias absolutas y relativas, promedios, modelos, probabilidad y riesgo. Es necesaria además una postura crítica y reflexiva que permita a los ciudadanos verificar, razonar y cuestionar la validez de la información que se les proporciona.

El lenguaje estadístico y las representaciones utilizadas para expresar la información sobre la evolución de la enfermedad y sus factores determinantes son, en su mayor parte, temas del currículo de estadística a partir de la escuela secundaria, pero sobre todo en el bachillerato; sin embargo, los conocimientos estadísticos son solo una componente de la cultura estadística, la otra parte la constituyen las disposiciones y actitudes, para interpretar en forma crítica y reflexiva la información y el contexto. El análisis del currículo mexicano muestra menciones aisladas y superficiales a estas componentes, por lo que es una implicación curricular que se debe atender en futuras reformas en el área de matemáticas.

El contexto de los datos es una componente muy significativa en la enseñanza de la estadística, los datos generados de la enfermedad de COVID-19 tienen un contexto relevante y son de sumo interés para los estudiantes, por el impacto que ha tenido en sus vidas y en los países, razón por la cual se pueden plantear actividades didácticas que promuevan el desarrollo de cultura y pensamiento estadístico en los estudiantes. Actividades como las que hemos descrito en este artículo, basadas en reportes de estudios experimentales, pueden ayudar a los ciudadanos a dudar de resultados anecdóticos, y fortalecer la actitud de creer argumentos solo cuando están basados en datos obtenidos por métodos estadísticos válidos.

El contraste de datos reales con los resultados de un modelo, como los que se han utilizado para predecir el comportamiento de la COVID-19, es muy ilustrativo para comprender la utilidad de los modelos como aproximaciones de la realidad. Distinguir en qué situaciones es más apropiado utilizar frecuencias relativas sobre las frecuencias absolutas y viceversa, es otra importante actividad que se puede diseñar con los datos sobre COVID-19, particularmente cuando se comparan tasas como las de incidencia y mortalidad entre países con diferentes condiciones.

En suma, la enculturación estadística de los estudiantes va mucho más allá de cubrir los contenidos estadísticos de los programas de estudio, requiere activar además las componentes crítica y reflexiva ante la información que permea la vida diaria en los medios de comunicación y reportes gubernamentales; incluso no solo eso, pues la investigación educativa da cuenta de las diversas dificultades de comprensión y razonamiento que estudiantes, e incluso profesores, tienen sobre diversos conceptos estadísticos, el azar y el riesgo.

## REFERENCIAS

- Batanero, C. (2000). Significado y comprensión de las medidas de tendencia central. *Revista UNO*, (25), 41-58.
- Batanero, C. (2002). *Los retos de la cultura estadística*. Conferencia presentada en las Jornadas Interamericanas de Enseñanza de la Estadística. Buenos Aires. <https://www.ugr.es/~batanero/pages/ARTICULOS/CULTURA.pdf>
- 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.

- Bishop, A. (1999). *Enculturación matemática. La educación matemática desde una perspectiva cultural*. Paidós Ibérica.
- Burrill, G., y Biehler, R. (2011). Fundamental statistical ideas in the school curriculum and in training teachers. En C. Batanero, G. Burrill y Ch. Reading (eds.), *Teaching statistics in school Mathematics-Challenges for teaching and teacher education: A joint ICMI/LASE study* (pp. 57-69). Springer Science+Business Media.
- Callingham, R., y Watson, J. (2017). The development of statistical literacy at school. *Statistics Education Research Journal*, 16(1), 181-201.
- Castillo, J. J. (2020, jun. 16). Comprueban efectividad de medicamento para tratar COVID-19. *Digitaltrends ES*. <https://es.digitaltrends.com/salud/dexametasona-covid-19/>
- Chick, H., y Pierce, R. (2013). The statistical literacy needed to interpret school assessment data. *Mathematics Teacher Education and Development*, 15(2), 5-26.
- Few, S. (2004). *Show me the numbers: Designing tables and graphs to enlighten*. Analytics Press.
- Forbes, S. (2014). The coming of age of statistics education in New Zealand, and its influence internationally. *Journal of Statistics Education*, 22(2). <http://jse.amstat.org/v22n2/forbes.pdf>
- Friel, S., Curcio, F., y Bright, G. (2001). Making sense of graphs: Critical factors influencing comprehension and instructional implications. *Journal for Research in Mathematics Education*, 32(2), 124-158.
- Gal, I. (2002). Adults' statistical literacy: Meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, 70(1), 1-51. <https://iase-web.org/documents/intstareview/02.Gal.pdf>
- Inzunza, S. (2015). Niveles de interpretación que muestran estudiantes sobre gráficas para comunicar información de contextos económicos y sociodemográficos. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 20(65), 529-555.
- Inzunza, S., y Rocha, E. (2021). Los datos y el azar en el currículo de educación básica y bachillerato: reflexiones desde la perspectiva internacional. *Diálogos sobre Educación: Temas Actuales en Investigación Educativa*, 23(12), 1-13. <https://doi.org/10.32870/dse.vi23.717>
- Juárez, J. A., e Inzunza, S. (2014). Comprensión y razonamiento de profesores de Matemáticas de bachillerato sobre conceptos estadísticos básicos. *Perfiles Educativos*, 36(146), 14-29.
- Kahneman, D., y Tversky, A. (1982). *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*. Cambridge University Press.
- Mayen, S., Cobo, B., Batanero, C., y Balderas, P. (2007). Comprensión de las medidas de posición central en estudiantes mexicanos de bachillerato. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, (9), 187-201.
- Miramontes, O. (2020). *Entendamos el Covid-19 en México*. <http://scifunam.fisica.unam.mx/mir/corona19/covid19.pdf>
- Nicholson, J., Gal, I., y Ridgway, J. (2019). *Understanding civic statistics: A conceptual framework and its educational applications. A product of the ProCivicStat Project*. <http://IASE-web.org/ISLP/PCS>
- Global Change Data Lab (s.f.). *Coronavirus pandemic (COVID-19)*. En Our World in Data. <https://ourworldindata.org/coronavirus>
- Ridgway, J. (2016). Implications of the data revolution for statistics education. *International Statistical Review*, 84(3), 528-549. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/instr.12110>
- Sánchez, E. (2009). La probabilidad en el programa de estudio de matemáticas de la secundaria en México. *Revista Educación Matemática*, (21), 39-77
- SEP [Secretaría de Educación Pública] (2017a). *Programa de estudios de Matemáticas. Educación primaria*. <https://www.planiprogramasdestudio.sep.gob.mx/descargables/biblioteca/primaria/2grado/V-d-MATEMATICAS.pdf>
- SEP (2017b). *Programa de estudios de Matemáticas. Educación secundaria*. <https://www.planiprogramasdestudio.sep.gob.mx/descargables/biblioteca/secundaria/mate/1-LPM-sec-Matematicas.pdf>
- SEP (2018a). *Programa de estudios de Probabilidad y Estadística I*. Subsecretaría de Educación Media Superior, Dirección General de Bachillerato. <https://www.dgb.sep.gob.mx/informacion-academica/programas-de-estudio/CFB/1er-semester/Matematicas-I.pdf>
- SEP (2018b). *Programa de estudios de Probabilidad y Estadística II*. Subsecretaría de Educación Media Superior, Dirección General de Bachillerato. <https://www.dgb.sep.gob.mx/informacion-academica/programas-de-estudio/CFP/6to-Semestre/Probabilidad-y-Estadistica-II.pdf>

- Serrano, S. (2021). *Nivel de alfabetización y razonamiento estadístico en estudiantes que ingresan a nivel universitario* [Tesis de Maestría no publicada]. Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Stenhouse, L. (1967). *Culture and education*. Weybright and Talley.
- Wallman, K. (1993). Enhancing statistical literacy: Enriching our society. *Journal of the American Statistical Association*, 88(421), 1-8. [https://www.jstor.org/stable/2290686?seq=1#metadata\\_info\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/2290686?seq=1#metadata_info_tab_contents)
- Watson, J. (2006). *Statistical literacy at school: Growth and goals*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Worldometer (s.f.). *COVID-19 Coronavirus pandemic*. <https://www.worldometers.info/coronavirus/> (consulta: 22 jul. 2021)

*Cómo citar este artículo:*

Inzunza Cazares, S. (2022). Hacia la enculturación estadística de los ciudadanos: reflexiones en el contexto de la epidemia de COVID-19. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 13, e1423. [https://doi.org/10.33010/ie\\_rie\\_rediech.v13i0.1423](https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v13i0.1423)



Todos los contenidos de *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH* se publican bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional, y pueden ser usados gratuitamente para fines no comerciales, dando los créditos a los autores y a la revista, como lo establece la licencia.