



# ALFABETIZACIÓN Y RAZONAMIENTO ESTADÍSTICO DE ESTUDIANTES MEXICANOS AL CONCLUIR EL BACHILLERATO

*LITERACY AND STATISTICAL REASONING OF MEXICAN STUDENTS UPON COMPLETION OF HIGH SCHOOL*

Santiago Inzunza Cazares  
sinzunza@uas.edu.mx  
Universidad Autónoma de Sinaloa,  
Culiacán, México

Saray Serrano Enciso  
sarayserrano.face@uas.edu.mx  
Universidad Autónoma de Sinaloa,  
Culiacán, México

## RESUMEN

En este artículo reportamos resultados de una investigación con estudiantes mexicanos sobre los niveles de alfabetización y razonamiento estadístico que han desarrollado en su educación básica y media superior, utilizando la taxonomía SOLO (Structure of Observed Learning Outcomes). El instrumento utilizado es un cuestionario aplicado en línea que se ha adaptado de diversos ítems de la literatura y algunos de elaboración propia. Los resultados señalan que los estudiantes tienen bajos niveles de alfabetización y razonamiento estadístico en 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.

### PALABRAS CLAVE:

*Estadística, Razonamiento estadístico, Alfabetización estadística, Taxonomía SOLO, Bachillerato.*

## ABSTRACT

In this article we report the results of an investigation with Mexican students on the levels of literacy and statistical reasoning that they have developed throughout their elementary and high school education, using the SOLO (Structure of Observed Learning Outcomes) taxonomy. The instrument used is an online questionnaire that has been adapted from various items of literature and some of the author's creation. The results indicate that students have low levels of literacy and statistical reasoning in graphic representations and descriptive measures, even though these are themes of the curriculum from primary education; the results are even lower in correlation items, box plots, deciles, and probability.

### KEYWORDS:

*Statistics, Statistical Reasoning, Statistical Literacy, SOLO Taxonomy, High School*

## 1. Introducción

La estadística es una materia esencial en el currículo de matemáticas de todos los niveles educativos (Garfield y Ben-Zvi, 2008; Tishkovskaya y Lancaster, 2012). Su importancia como herramienta metodológica para el análisis de diversos fenómenos en los que tienen presencia el azar y los datos, le ha dado un lugar en el currículo universitario desde hace más de tres décadas. En años más recientes, a partir del gran desarrollo de las tecnologías digitales, los datos y el azar se han vuelto omnipresentes en la sociedad moderna (Ridgway, 2016; Steen, 2002); la estadística adquiere a partir de entonces una nueva dimensión: como herramienta para la alfabetización cuantitativa de los ciudadanos. Es en este contexto en el cual llega la estadística al currículo del nivel básico y medio superior en México.

La vertiente metodológica ha predominado por mucho tiempo en el currículo de estadística, sobre todo a partir del bachillerato (Inzunza y Rocha, 2021; Naya et al., 2012), como consecuencia de su utilidad en el estudio de fenómenos de interés para las profesiones y las ciencias. Desde esta perspectiva, generalmente los docentes enfocan su enseñanza a que los estudiantes comprendan las fórmulas y procedimientos que subyacen a los métodos estadísticos, para desarrollar cálculos y resolver problemas, ya sea manualmente o con ayuda de algún software estadístico.

En cambio, cuando la estadística es vista como herramienta de alfabetización, más que el dominio de fórmulas y procedimientos, el objetivo central es el desarrollo de habilidades para comprender, interpretar, reflexionar y evaluar en forma crítica información estadística sobre diversos aspectos de la vida de los ciudadanos y el desarrollo de la sociedad (por ejemplo, seguridad, economía, salud, política), que aparece en los medios de comunicación y reportes gubernamentales (Gal, 2002; Porkess, 2011; Watson, 2006).

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 alfabetización y razonamiento estadístico (Inzunza y Rocha, 2021). La definición de un enfoque sobre otro no es un asunto trivial, pues por un lado es necesario preparar a los estudiantes en el dominio de los métodos estadísticos y la comprensión de los conceptos que se involucran en ellos para su vida profesional; por otro lado, la sociedad requiere ciudadanos alfabetizados estadísticamente, capaces de comprender y razonar adecuadamente con los

cúmulos de información estadística que diariamente se vierten en los medios de comunicación sobre asuntos de interés ciudadano. Esa dualidad es posible resolverla en los límites de los contenidos curriculares, los enfoques de enseñanza y los perfiles de egreso de los estudiantes.

En función de ello, en el presente trabajo nos hemos propuesto investigar sobre el nivel de alfabetización y razonamiento estadístico que han logrado estudiantes mexicanos al concluir sus estudios preuniversitarios mediante la taxonomía SOLO, con el propósito de conocer en qué medida los cursos que han tomado les han permitido desarrollar estas habilidades estadísticas, consideradas primordiales en la formación educativa de los ciudadanos de la sociedad actual. Los resultados de este trabajo proporcionan evidencia para proponer cambios curriculares y actividades de enseñanza que contribuyan al desarrollo de la alfabetización y el razonamiento estadístico de los estudiantes.

Para lograr esto, se realizó una revisión de la literatura sobre la evaluación de la alfabetización y el razonamiento estadístico, de la cual se obtuvieron las bases para la elaboración de un instrumento de evaluación para estudiantes que terminaron el bachillerato, recopilando, adaptando y proponiendo ítems en función de las temáticas que estos aprenden. Posteriormente, se aplicó el instrumento de evaluación y se creó una escala valorativa basada en la taxonomía SOLO para definir el nivel de alfabetización y razonamiento estadístico alcanzado por los estudiantes participantes. Finalmente, se identificaron los posibles aspectos que influyeron en el desempeño de estas habilidades por parte de los estudiantes mexicanos evaluados.

## 2. Marco conceptual

Los objetivos de aprendizaje de los cursos de estadística han estado cambiando en los últimos años, destacando como factor principal la revolución de los datos. Este fenómeno ha sido impulsado por la irrupción de las tecnologías digitales en todos los ámbitos de la vida humana, haciendo posible la generación, procesamiento, distribución y análisis de grandes cantidades de datos de manera muy eficiente (Ridgway, 2016).

De tal forma, diariamente nos vemos rodeados de cúmulos de información obtenida de actividades del ser humano en las distintas esferas en las que participa, tal información generalmente es expresada en lenguaje estadístico (gráficas, tablas, promedios, porcentajes, estimaciones, correlaciones,

probabilidades, riesgos), y requiere ser comprendida e interpretada adecuadamente para la toma de decisiones informada (Galesic y García-Retamero, 2010; Johannssen et al., 2021). Como señalan Batanero et al. (2013), la omnipresencia de los datos y el azar son características de la sociedad moderna, con lo cual, la estadística se ha convertido en un lenguaje de argumentación que requiere ser comprendido por los ciudadanos y profesionistas de la sociedad actual.

Derivado de lo anterior, se deben implementar enfoques de enseñanza de la estadística distintos a los que han prevalecido hasta ahora, los cuales privilegian aún el cálculo y los procedimientos sobre la comprensión y el razonamiento (Weiland, 2017). Para revertir esta situación, en diversos países, por ejemplo, Australia (Australian Curriculum, 2018) y Nueva Zelanda (Ministry of Education New Zealand, 2014) han realizado cambios curriculares y pedagógicos con objetivos de aprendizaje centrados en el desarrollo de habilidades de alfabetización, razonamiento y pensamiento estadístico desde la primaria, enfocando sus esfuerzos en el desarrollo de la interpretación y entendimiento de los datos por parte de los estudiantes a través de la realización de investigaciones, recolección, organización, representación e interpretación de datos, resolución de problemas y comunicación de sus resultados; esto difiere de lo observado en el currículo mexicano en cuanto que este solo ubica la estadística en sus últimos años de educación obligatoria, dentro del último ciclo, sin tener un carácter obligatorio y enfocado en la realización de procedimientos básicos (Inzunza y Rocha, 2021).

## 2.1 El significado de alfabetización y razonamiento estadístico

Los términos de alfabetización y razonamiento estadístico han sido definidos por diversos investigadores (Gal, 2002; Garfield, 2002; Rumsey, 2002; Watson y Callingham, 2003), sin embargo, no existe aún una definición consensuada, pues los procesos cognitivos que los caracterizan tienen algunas similitudes y existe un traslape en sus definiciones (Sharma, 2017). Con el objetivo de identificar los aspectos comunes de ambos constructos, Sabbag (2016) analiza a profundidad la relación entre ellos, sus resultados fueron considerados por nosotros para abordar estos conceptos en la investigación.

### 2.1.1 Alfabetización estadística

Wallman (1993) plantea una de las primeras definiciones de alfabetización estadística: "Habilidad para comprender y evaluar en forma

crítica resultados estadísticos que permean la vida diaria" (p. 1). Similarmente, Gal (2002) propone una conceptualización de la alfabetización estadística en el contexto de educación de adultos, y define un modelo para su análisis y desarrollo en el aula de clase, partiendo de la identificación de dos componentes interrelacionadas. La primera componente que menciona este autor hace referencia a la habilidad definida por Wallman, pero incluye, además, la habilidad para discutir o comunicar sus reacciones a tal información estadística, tales como la 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.

En términos generales, Gal (2002) propone un modelo de alfabetización estadística que 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).

Como puede verse, el aspecto crítico ocupa un papel relevante en la alfabetización estadística, entendido este como el cuestionamiento de los diferentes procesos y etapas que se involucran desde el planteamiento hasta la solución de un problema estadístico. Entonces, un estudio sobre alfabetización va más allá del análisis de la comprensión de conceptos estadísticos. Mientras tanto, Rumsey (2002) utiliza el concepto de *competencia estadística* para referirse al conocimiento estadístico (comprensión de conceptos, términos y lenguaje) que, según su opinión, debe adquirirse antes de poder razonar y pensar estadísticamente; y el concepto de *estadística ciudadana*, como la habilidad de las personas para desenvolverse en una sociedad basada en datos. Ambos términos como parte de la alfabetización estadística.

Callingham y Watson (2017), por su parte, conceptualizan la alfabetización 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.

En particular, los planteamientos sobre alfabetización estadística de Gal (2002) fueron los que se utilizaron en la investigación para caracterizar esta habilidad, pues sintetizan las componentes cognitivas y afectivas, a la vez que evitan imbricarse en lo que se concibe como razonamiento estadístico, como se observa en el siguiente apartado.

### 2.1.2 Razonamiento estadístico

Entre las definiciones de razonamiento estadístico más citadas en la literatura se encuentra la de Garfield (2002):

Es la forma como las personas razonan con ideas estadísticas y dan sentido a información estadística. El razonamiento estadístico puede involucrar conectar un concepto con otro (por ejemplo, centro y dispersión) o combinar ideas sobre datos y azar. El razonamiento estadístico significa, además, comprender y explicar procesos estadísticos e interpretar resultados estadísticos. (p. 1)

La comprensión conceptual de importantes conceptos estadísticos tales como distribución, promedio, variabilidad, asociación, aleatoriedad y muestreo, es necesaria para un buen razonamiento estadístico, en este sentido, la literatura muestra evidencia de diversos tipos de razonamiento estadístico incorrecto debido a que los sujetos no comprenden los conceptos e ideas que se involucran (Garfield, 2002). Ejemplo de ello son las investigaciones psicológicas y educativas sobre situaciones que involucran datos y azar (Kahneman et al., 1982; Konold, 1989; Lecoutre, 1992), mismas que dan muestra de una diversidad de sesgos y razonamientos incorrectos que las personas, incluso con preparación estadística avanzada, tienen sobre el azar, los datos y la incertidumbre.

Para Shaughnessy et al. (2009), la variabilidad de los datos está en el corazón del razonamiento estadístico:

El razonamiento estadístico utiliza una combinación de ideas desde los datos y azar en búsqueda de *comprender y explicar la variabilidad*. El objetivo no solo es resolver problemas en presencia de la variación, sino además obtener una medida de como la variación puede afectar la solución. (p. 1)

Con base en ello, identifican los siguientes elementos clave para el razonamiento y poder dar sentido a la estadística y probabilidad:

- *Analizar datos*. Tener una idea de la solución

a una pregunta estadística recolectando datos y describiendo características de los datos mediante representaciones gráficas y tabulares y resúmenes numéricos.

- *Modelar distribuciones*. Desarrollar modelos de probabilidad para describir comportamiento a largo plazo de observación de una variable aleatoria.
- *Conectar estadística con probabilidad*. Reconocer a la variabilidad como esencial del enfoque de la estadística y comprensión del rol de la probabilidad en el razonamiento estadístico para tomar decisiones bajo incertidumbre.
- *Interpretar estudios estadísticos*. Extraer conclusiones apropiadas desde los datos e interpretar resultados desde estudios estadísticos usando inferencia estadística.

### 3. Antecedentes de la investigación

Mucha investigación se ha desarrollado en los años recientes sobre el conocimiento y comprensión de conceptos estadísticos en los diferentes niveles educativos, tanto por estudiantes como por profesores (Frost et al., 2019; Saffran y Kirkham, 2018; Zapata, 2016). Sin embargo, en el rubro de alfabetización y razonamiento estadístico, los resultados son más escasos, pues son habilidades estadísticas de interés investigativo más reciente.

Rodríguez (2017), en un estudio con profesores chilenos, evaluó los niveles de alfabetización estadística y la percepción que tienen futuros docentes. Los resultados muestran que en general los estudiantes y profesores en ejercicio presentan porcentajes bajos de situaciones de tipo textual y hacen argumentaciones poco plausibles sobre saberes estadísticos con conceptos básicos de estadística. La inferencia, comprensión de tablas de doble entrada, gráficas e interpretación de estadígrafos presentaron los porcentajes de logro más bajos, tanto en los estudiantes como en los profesores. Desde el punto de vista de la argumentación es posible afirmar que los sujetos esgrimen argumentos poco plausibles e incoherentes con los saberes estadísticos tales como muestra, representatividad, estadígrafos y parámetros y su relación con la inferencia estadística.

Los promedios son otro concepto estadístico que se utiliza con mucha frecuencia para resumir información estadística. 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.

Juárez e Inzunza (2014) reportan diversas 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.

De la misma manera, Inzunza (2015), en una investigación con estudiantes universitarios de México 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 de una taxonomía creada exprofeso. Sus interpretaciones estuvieron enfocadas principalmente en aspectos locales de las gráficas y tuvieron dificultades para relacionar información relevante y el contexto.

Estos resultados fueron similares a los obtenidos por Estrella et al. (2015) con estudiantes y profesores chilenos. Estos autores evaluaron el conocimiento estadístico de los estudiantes y los conocimientos necesarios para enseñar en esta área. Se evidenció que enfrentan dificultades en todas las temáticas evaluadas y se asociaron a la falta de presencia de la estadística en su currículo y a la desarticulación de los temas en su instrucción.

Finalmente, en el contexto de la docencia, Molina et al. (2020) hicieron un estudio con futuros profesores españoles de primaria y encontraron en ellos una deficiente alfabetización estadística, concretamente en la componente de postura crítica, una de las disposiciones señalada por Gal (2002). Ello significa una falta de conocimiento del contexto y la postura crítica y reflexiva hacia la información basada en datos.

## 4. Metodología

### 4.1 Instrumento de evaluación

El instrumento que hemos construido está conformado por 21 ítems de opción múltiple, de los cuales 12 son de alfabetización estadística y 9 de razonamiento estadístico. Algunos ítems son de elaboración propia, otros fueron seleccionados y adaptados de instrumentos diversos, como es el caso de Statistics Concepts Inventory (SCI) (Allen, 2006); Basic Literacy in Statistics (BLIS) (Ziegler, 2014); Reasoning and Literacy Instrument (REALI) (Sabbag, 2016); LOCUS (Jacobbe et al., 2014); GOALS (Sabbag y Zieffler, 2015); CAOS (delMas et al., 2007) y SRA (Garfield, 2003). En la Tabla 1 se encuentra el listado de los ítems, el tema general al que cada uno pertenece y el contenido particular que evalúa, la habilidad con la que se relaciona, el nivel de desarrollo cognitivo necesario para resolverlo y el método de validación.

Tabla 1. Ítems por tema, habilidad, nivel, contenido, fuente de elaboración y su validación

Tema		Habilidad y nivel	Contenido	Instrumento	Validación
<b>Recolección de datos</b>	1	Alfabetización (U)	Muestra y Población	BLIS	$\alpha = 0.83$ *1
	2	Alfabetización (U)	Tipo de estudio estadístico	BLIS	$\alpha = 0.83$ *1
	3	Alfabetización (U)	Muestreo	REALI	$\alpha = 0.76$ $\alpha = 0.78$ *2
	6	Alfabetización (M)	Variabilidad muestral	BLIS	$\alpha = 0.83$ *1
	11	Alfabetización (U)	Diseño de un estudio	LOCUS	$\alpha = 0.71 \pm 1$ $\alpha = 0.87$ *3
	12	Alfabetización (U)	Muestreo	LOCUS	$\alpha = 0.71 \pm 1$ $\alpha = 0.87$ *3
	17	Razonamiento (U)	Muestreo	LOCUS	$\alpha = 0.71 \pm 1$ $\alpha = 0.87$ *3
<b>Interpretación de representaciones gráficas de datos</b>	5	Alfabetización (M)	Interpretar un diagrama de puntos	REALI	$\alpha = 0.76$ $\alpha = 0.78$ *2
	7	Alfabetización (R)	Interpretar un histograma	REALI	$\alpha = 0.76$ $\alpha = 0.78$ *2
	8	Alfabetización (M)	Interpretar un histograma	Elaboración propia	Validación externa y $\alpha = 0.5234$ *4
	10	Alfabetización (R)	Interpretar un diagrama de barras	Elaboración propia	Validación externa y $\alpha = 0.5234$ *4
	18	Razonamiento (R)	Interpretar un diagrama de línea	LOCUS	$\alpha = 0.71 \pm 1$ $\alpha = 0.87$ *3
<b>Medidas descriptivas de datos</b>	4	Alfabetización (U)	Deciles y percentiles	SCI	$\alpha = 0.61$ *5
	9	Alfabetización (R)	Correlación	Elaboración propia	$\alpha = 0.5234$ *4
		Razonamiento (M)	Media y mediana	GOALS	Validación externa y modelo de 2 parámetros *6
	14	Razonamiento (R)	Distribuciones de datos	CAOS	$\alpha = 0.82$ *7
	15	Razonamiento (M)	Distribuciones de datos	CAOS	$\alpha = 0.82$ *7
	19	Razonamiento (R)	Desviación estándar	LOCUS	$\alpha = 0.71 \pm 1$ $\alpha = 0.87$ *3

<b>Probabilidad</b>	16	Razonamiento (M)	Tablas de contingencia	CAOS	$\alpha = 0.82$ *7
	20	Razonamiento (R)	Probabilidad	SRA	$\alpha = 0.70$ $\alpha = 0.75$ *8
	21	Razonamiento (M)	Probabilidad	SRA	$\alpha = 0.70$ $\alpha = 0.75$ *8

Nota: \*1 (Ziegler, 2014, p. 122); \*2 (Sabbag, 2016, p. 69, son valores para los ítems de alfabetización y razonamiento por separado respectivamente); \*3 (Whitaker et al., 2015, p. 9, valores para los ítems de nivel principiante/intermedio e intermedio/avanzado respectivamente); \*4 valor de alfa aceptable para ítems dicotómicos (Pedhazur y Pedhazur, 1991); \*5 (Allen, 2006, p. 109, Tablas 27 a-e); \*6 (Sabbag y Zieffler, 2015, p. 96, existen tres valores diferentes para cada ítem que se utilizan para la validación); \*7 (delMas et al., 2007, p. 33); \*8 (Garfield, 1998, p. 785, valores para respuestas correctas e incorrectas respectivamente).

Los temas y contenidos evaluados en el instrumento planteado fueron escogidos en función del currículo de estadística en el bachillerato de México (Inzunza y Rocha, 2021). En este sentido, los contenidos que no se incluyeron son los que se relacionan principalmente con la estadística inferencial. Además, los ítems que se tomaron de los instrumentos fueron traducidos al español, se cambiaron valores de monedas, ubicaciones y contextos que pudieran generar confusiones, por elementos locales conocidos.

Los niveles uniestructural (U), multiestructural (M) y relacional (R) que se señalan en cada uno de los ítems, corresponden a los niveles de la taxonomía SOLO desarrollada por Biggs y Collis (1982). El modelo SOLO categoriza el desarrollo cognitivo de manera jerárquica y estructural, es útil para interpretar y clasificar las respuestas de estudiantes a una evaluación o para diseñar evaluaciones, de acuerdo con el número de conceptos y propiedades que utilizan en sus argumentaciones, la cual proporciona una base sobre su nivel de comprensión y razonamiento sobre un tema.

El modelo SOLO considera cinco niveles, los cuales se describen en la Tabla 2. Como se percibe, en los ítems que conforman el instrumento solo se utilizaron tres de los cinco niveles, esto se debe a que dentro de los objetivos de aprendizaje de estadística del currículo mexicano no se considera que los estudiantes se queden con un conocimiento básico como en el nivel preestructural, ni que alcancen procesos complejos como en el nivel abstracto extendido (Inzunza y Rocha, 2021).

Tabla 2. Niveles y descripción del modelo SOLO

Nivel	Descripción
<b>Preestructural</b>	Las tareas en este nivel se limitan al cálculo simple de medidas descriptivas de los datos (media, mediana y moda, por ejemplo), con base en un conjunto de datos. Para resolver estos, el estudiante no requiere identificar, caracterizar o comprender conceptos.
<b>Uniestructural</b>	La característica principal de los ítems de este nivel es que se requiere la comprensión de un único concepto o aspecto relevante por parte del estudiante para su resolución. Aunque es posible que la tarea planteada presente conexiones con otros conceptos, estas son explícitas y hechas para facilitar la identificación del concepto principal.
<b>Multiestructural</b>	Los ítems en este nivel presentan varios conceptos al mismo tiempo, sin que esto implique una dependencia o relación importante entre ellos (por ejemplo, las comparaciones entre medidas descriptivas). Aunque no es necesario que el estudiante relacione los conceptos entre ellos, es indispensable que los comprenda individualmente para resolver correctamente lo que se plantea en este nivel.
<b>Relacional</b>	A diferencia del anterior nivel, las tareas en este punto requieren de manera indispensable que el estudiante relacione los conceptos involucrados (por ejemplo, los datos atípicos y las medidas descriptivas, elementos anexos a una representación gráfica, relación entre partes, frecuencias y medidas de ubicación, entre otros).
<b>Abstracto extendido</b>	Las tareas de este nivel requieren, además de abordar la complejidad de las del nivel anterior, una transferencia del conocimiento a un contexto diferente al que fue aprendido.

Nota. Adaptado de Biggs y Collis (1982).

## 4.2 Contexto

En México, la educación preuniversitaria está dividida en dos tipos: básica y media superior. La educación básica se divide en preescolar, primaria y secundaria, mientras que la educación media superior se divide en el nivel bachillerato y la educación profesional técnica. La Secretaría de Educación Pública (SEP) establece programas de estudio para la educación básica a nivel nacional, sin embargo, en el caso de la educación media superior es diferente, pues esta es impartida por diferentes sistemas (federal, estatal y autónomo), en los cuales se definen diversos programas de estudio (Inzunza y Rocha, 2021).

La educación estadística es impartida en México desde el nivel preescolar y la probabilidad empieza en el grado quinto de primaria. En la educación secundaria la estadística y probabilidad se incluyen en la asignatura de Matemáticas. Por su parte, en el nivel medio superior el currículo está dividido en tres

componentes (básica, propedéutica y profesional), la Estadística corresponde a la componente propedéutica, lo que indica que esta asignatura no es obligatoria, sin embargo, las instituciones pueden elegir agregarla al plan de estudios de forma obligatoria u optativa. El contenido, por tema y nivel educativo, en el currículo mexicano, puede verse resumido en la Tabla 3.

Tabla 3. Contenidos de estadística y probabilidad de la educación básica y bachillerato en México

<b>Tema</b>	<b>Preescolar</b>	<b>Primaria</b>	<b>Secundaria</b>	<b>Bachillerato</b>
<b>Recolección de los datos</b>	Observación, encuestas, entrevista, consulta de información.	Encuestas, observación, entrevista, consulta de información.	Encuestas, observación, entrevista, consulta de información.	Encuesta, entrevista, observación, experimentación. Muestreo probabilístico y no probabilístico.
<b>Organización, representación, interpretación de datos</b>	Pictogramas, tablas.	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.
<b>Medidas descriptivas de los datos</b>		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.
<b>Probabilidad</b>		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.

*Nota. Obtenido de Inzunza y Rocha (2021). En consecuencia, en la etapa educativa que corresponde al nivel medio superior, a algunos sujetos de estudio no se les impartieron contenidos estadísticos; además, cabe aclarar que los sujetos eran estudiantes de primer semestre universitario que no habían tomado ningún curso de estadística.*

### 4.3 Sujetos de estudio

Los participantes fueron 193 estudiantes de primer semestre en sus carreras de la Universidad Autónoma de Sinaloa, que aún no habían tomado el curso de Estadística, por lo que sus antecedentes de estudio de esta área corresponden a los niveles preuniversitarios (en la Tabla 4 se observa la cantidad de estudiantes por carrera universitaria). Sus antecedentes estadísticos eran muy diversos, pues, aunque el currículo de educación básica es el mismo para todos, no así lo es el de bachillerato. En la siguiente tabla se puede

observar el porcentaje de estudiantes por carrera universitaria que durante su bachillerato tuvieron un currículo en el cual la estadística pertenecía al componente propedéutico o básico, el 23.3% de los estudiantes participantes pudieron optar por matricular o no la asignatura de Estadística, mientras que el 76.7% vieron la asignatura de forma obligatoria.

Tabla 4. Estudiantes por carrera universitaria

Carrera universitaria	Sexo		Estudios previos bachillerato		Total
	M	F	Propedéutico	Básico	
Arquitectura	62	66	24.2%	75.8%	128
Diseño Urbano		1	100%		1
Estudios Internacionales	2	3	40%	60%	5
Informática	43	5	16.7%	83.3%	48
Ingeniería Electrónica	3	1		100%	4
Ingeniería en Telecomunicaciones, Sistemas y Electrónica	2	1	66.7%	33.3%	3
NN		1		100%	1
Políticas Públicas	2	1		100%	3
<b>Total</b>	<b>114</b>	<b>79</b>	<b>23.3%</b>	<b>76.7%</b>	<b>193</b>

Nota. Elaboración propia.

### 4.4 Estrategia de aplicación del instrumento y análisis de la información

El instrumento de evaluación se diseñó con la herramienta de formulario de Google Forms para aplicarse en línea. Se envió un correo electrónico a 887 estudiantes pidiendo que respondieran el cuestionario sin vincular su participación a ninguna motivación externa, por lo que los 193 sujetos fueron participantes voluntarios.

Una vez aplicado el instrumento, se procedió a contar la cantidad de respuestas correctas para cada ítem y cada estudiante, haciendo distinción entre los puntajes de alfabetización y razonamiento estadístico. Dado que los ítems de evaluación eran dicotómicos, la asignación del puntaje se determinó con 1 punto para respuesta correcta y 0 puntos para respuestas incorrectas, para un máximo de 21 puntos. Posteriormente se hizo un análisis conceptual de las respuestas para proporcionar explicaciones de los resultados.

## 5. Resultados y discusión

### 5.1 Alfabetización estadística

Los resultados obtenidos por los estudiantes en la habilidad de alfabetización estadística se resumen en la Tabla 5, donde se encuentra cada ítem de dicha categoría, el porcentaje de estudiantes que seleccionó cada opción de respuesta (A, B, C o D) (el asterisco en los resultados indica la respuesta correcta) y el nivel de la taxonomía SOLO al que pertenece cada ítem.

Tabla 5. Porcentaje de respuestas correctas de los ítems que evalúan la alfabetización estadística

#	Porcentajes de respuestas correctas				Nivel SOLO
	A	B	C	D	
1	37.8	10.4	51.8*		U
2	13.5	83.4*	3.1		U
3	45.1	24.9	30.1*		U
4	17.1	21.8	19.2*	42	U
5	32.6	24.4	43*		M
6	16.1	32.1	51.8*		M
7	20.7	14	22.8	42.5*	R
8	16.6*	17.1	18.1	48.2	M
9	18.7	28	39.9*	13.5	R
10	14.5	21.8	18.1	45.6*	R
11	26.4	57*	8.3	8.3	U
12	68.4*	5.7	10.9	15	U

Nota: Las celdas vacías en los ítems 1, 2, 3, 5 y 6 se deben a que solo poseen tres opciones de respuesta.

#### 5.1.1 Ítems de nivel uniestructural

Los ítems con mayor porcentaje de respuestas correctas fueron el 2 y el 12, con 83.41% y 68.4%, respectivamente. Ambos ítems corresponden al tema de recolección de datos. El ítem 2 tiene como objetivo evaluar si los estudiantes distinguen un estudio observacional de uno experimental a partir

de una situación dada. Por su parte, el ítem 12 tiene como propósito evaluar si los estudiantes consideran al muestreo aleatorio para hacer generalizaciones hacia una población, a partir de la descripción de una situación que implica la elección de una opción de muestreo entre cuatro opciones presentadas.

Por otro lado, los ítems de mayor dificultad fueron el 3 y el 4, correspondientes a los temas de recolección de datos y medidas descriptivas, respectivamente. El ítem 3, con una tasa de respuestas correctas de 30.1%, tiene como propósito evaluar la validez de los resultados de una encuesta en la que se selecciona una gran muestra no aleatoria de una población. La complejidad de este ítem consistió en que los estudiantes atendieron más el tamaño de la muestra que la forma en que fue seleccionada; los estudiantes que eligieron la muestra grande pero no aleatoria, asociando la representatividad de una muestra más al tamaño de ella que a la forma como se selecciona la muestra, porque no reconocen el poder de la aleatoriedad.

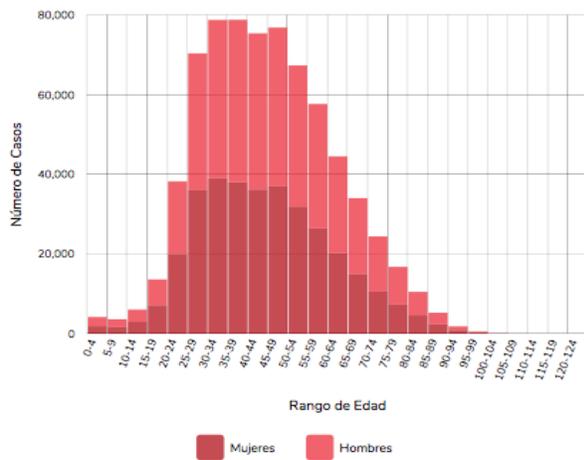
Por su parte, el ítem 4 tiene como objetivo evaluar si los estudiantes comprenden el significado de un decil a partir de un enunciado que involucra los puntajes de un examen. La tasa de respuestas correctas fue de apenas 19.2%. En este caso, cabe decir que el tema es nuevo en el currículo mexicano, centrado más en la descripción de datos mediante medidas de centro y de variabilidad, que en los deciles y cuartiles.

En general, los ítems de nivel uniestructural, no obstante, involucran solo un concepto o propiedad en su argumentación, no resultaron sencillos para los estudiantes, salvo los ítems 2 y 12 donde superaron las dos terceras partes de respuestas correctas.

#### 5.1.2 Ítems de nivel multiestructural

Los ítems 5 y 8 corresponden a interpretación de representaciones gráficas, y el ítem 6 a recolección de datos. El ítem 8 fue el más difícil del cuestionario, pues solo fue respondido correctamente por 16.6% de los estudiantes; consiste en interpretar un histograma construido con el número de casos COVID-19 en México en un momento dado de la pandemia, según la edad de las personas y haciendo distinción entre hombres y mujeres (ver Figura 1).

Figura 1. Número de casos Covid-19 en México por rango de edad y género



Nota. Secretaría de Salud

Como puede verse, involucra dos variables que requieren ponerse en conexión para interpretar correctamente la información. Por su parte el ítem 5, que constaba de dos diagramas de puntos, el primero con los datos de una muestra y el segundo con los promedios de un conjunto de muestras (distribución muestral), obtuvo el 43% de respuestas correctas. Los estudiantes tenían que distinguir que en un diagrama los datos eran brutos y en el otro estaban procesados (medias muestrales).

5.1.3 Ítems de nivel relacional

Se consideraron tres ítems, 7, 9 y 10, todos con tasas de respuestas correctas menores al 50%. El ítem 7 consistía en interpretar un histograma cuyos datos eran las horas de sueño diarias de un grupo de estudiantes; se obtuvo una tasa de respuestas correctas de 42.5%. El ítem 9 consistía en relacionar la gráfica de la Figura 1 (número casos COVID-19 por grupo de edad) y un histograma con indemnizaciones de gastos médicos de enfermos COVID-19 por los mismos grupos edad; se obtuvo un 39.9% de respuestas correctas. Como puede verse, se involucran dos gráficas de dos variables cada una, lo cual resultó complejo para los estudiantes, pues requerían poner en relación simultánea ambas gráficas.

Resultados de estudios previos sobre alfabetización estadística con estudiantes y profesores (Rodríguez, 2017) concuerdan con estos resultados, al reportar porcentajes bajos de situaciones de tipo textual con argumentaciones no sustentadas en conceptos básicos de estadística, como son las gráficas e

interpretación de medidas descriptivas, muestreo y representatividad. De la misma manera, Mayen et al. (2007) reportaron serias dificultades de estudiantes de bachillerato sobre los promedios y sus propiedades.

5.2. Razonamiento estadístico

Los resultados obtenidos por los estudiantes en la habilidad de razonamiento estadístico se resumen en la Tabla 6, donde se encuentra cada ítem de dicha categoría, el porcentaje de estudiantes que seleccionó cada opción de respuesta (A, B, C o D; el asterisco en los resultados indica la respuesta correcta) y el nivel de la taxonomía SOLO al que pertenece cada ítem.

Tabla 6. Porcentaje de respuestas correctas de los ítems que evalúan el razonamiento estadístico

#	Porcentajes de respuestas correctas					Nivel SOLO
	A	B	C	D	E	
17	67.4*	11.9	13.5	7.3		U
18	7.3	50.8*	18.1	23.8		R
13	31.1	43	25.9*			M
14	41.5*	21.2	21.2	16.1		R
15	53.9	7.3	38.9*			M
16	38.3*	24.4	37.3			M
19	24.4	29	46.6*			R
20	10.4	5.7	2.6	39.4*	42	R
21	20.2	11.9	20.7	35.8*	11.4	M

Nota. Elaboración propia

5.2.1 Ítems de nivel uniestructural

Solo un ítem de este nivel fue contemplado, su propósito era identificar al muestreo aleatorio como el mejor método para seleccionar a las personas y recolectar información en una encuesta para conocer la opinión de una población; el 67.4% respondió correctamente. Este tema fue abordado en otros ítems de alfabetización estadística, con resultados mixtos, dependiente del contexto.

### 5.2.2 Ítems de nivel multiestructural

Los ítems 13, 15, 16 y 21, correspondientes a medidas descriptivas y probabilidad, obtuvieron todos un porcentaje de respuestas correctas por debajo del 40%. El ítem 13 fue el más bajo (25.9%), este involucraba razonar con las propiedades de la media y la mediana, un tema poco analizado en el currículo mexicano, que se centra más en el cálculo y procedimientos. Los otros tres ítems apenas superaron la tercera parte de respuestas correctas. En el caso del ítem 15, este requería interpretar dos diagramas de caja, un tema que aparece en el currículo de bachillerato, pero por ser nuevo, es poco visto por los profesores, igual ocurre con el ítem 16 sobre tablas de contingencia.

### 5.2.3 Ítems de nivel relacional

En este nivel se ubican cuatro ítems. El ítem 14 involucra un par de diagramas de caja (41.5%), el ítem 18 trata sobre la interpretación de una serie de tiempo (50.8%), el ítem 19 involucra una situación que requiere la interpretación de la media y la desviación estándar de manera conjunta (46.6%), y el ítem 20 la interpretación de un enunciado de naturaleza probabilística (39.4%).

En la literatura se reportan dificultades de comprensión con conceptos de estadística considerados básicos para el nivel bachillerato, incluidos profesores, no solo estudiantes, tal es el caso de la interpretación y conversión de diversas representaciones gráficas, medidas de tendencia central y medidas de variabilidad. De la misma manera, Inzunza (2015), en una investigación con estudiantes universitarios de México 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 de una taxonomía creada exprofeso, lo cual guarda analogía con los niveles preestructural y uniestructural de la taxonomía SOLO, utilizada en esta investigación. Sus interpretaciones estuvieron enfocadas principalmente en aspectos locales de las gráficas y tuvieron dificultades para relacionar información relevante y el contexto.

En suma, los estudiantes evaluados presentaron un bajo nivel de alfabetización y razonamiento estadístico. De forma más específica, en la dimensión de alfabetización estadística el promedio de respuestas correctas de los estudiantes fue de 45.8%; mientras que, en la dimensión de razonamiento estadístico, el promedio de respuestas correctas fue de 42.7%. Ahora, los resultados por nivel basados en la taxonomía SOLO fueron mejores en los ítems de

nivel uniestructural. El promedio de aprobación fue de 49.7%; en los ítems de nivel multiestructural, la media de las puntuaciones fue 39.9%, mientras que, en los ítems de nivel relacional, el promedio de las puntuaciones fue 43.7%.

## 6. Conclusiones

No obstante, todos los ítems seleccionados para formar el cuestionario abordan conceptos presentes en el currículo de educación básica y media superior, los resultados muestran que los estudiantes desarrollaron un bajo nivel de alfabetización y razonamiento estadístico de acuerdo con los niveles de la taxonomía SOLO, lo cual es coincidente con resultados de otras investigaciones (por ejemplo, Estrella et al., 2015; Juárez e Inzunza, 2014; Mayen et al., 2007; Rodríguez, 2017). Aun en los ítems de nivel uniestructural, que contemplan argumentos que requieren movilizar un solo concepto o alguna propiedad, hubo un alto porcentaje de respuestas incorrectas en las dos habilidades estadísticas evaluadas.

En este sentido, los estudiantes –y mayormente quienes se ubicaron en el nivel uniestructural del modelo SOLO– mostraron insuficientes conocimientos estadísticos y falta de la actitud crítica que caracteriza a la alfabetización estadística; ambas componentes son centrales en el modelo de alfabetización que plantea Gal (2002). A su vez, en situaciones que requieren discutir o comunicar reacciones a información estadística publicada en los medios, estos estudiantes estarían en dificultades para hacerlo correctamente.

De la misma manera, los resultados muestran diversas dificultades por parte de los estudiantes con el dominio de los elementos clave para el razonamiento estadístico definidos por Shaughnessy et al. (2009), como es el caso de analizar datos, modelar distribuciones, conectar estadística con probabilidad e interpretar estudios estadísticos.

Como explicaciones sobre los resultados obtenidos destacamos las siguientes: un enfoque de enseñanza que enfatiza más en fórmulas y procedimientos que en alfabetización y razonamiento estadístico; explicación del muestreo desde la relación parte-todo (muestra-población) con énfasis en los instrumentos de recolección de datos, más que en propiedades del muestreo, como es la variabilidad y representatividad; los temas de correlación, diagramas de caja y deciles son nuevos en el bachillerato en México, y muchos profesores no los enseñan, o los enseñan de manera superficial; incluso en secundaria, se orienta a los profesores a construir gráficas manualmente, *para que los estudiantes comprendan cómo se construyen,*

en vez de fomentar la interpretación y el desarrollo de una postura crítica ante información presentada gráficamente sobre contextos significativos para los estudiantes (Inzunza y Rocha, 2021).

Finalmente, la probabilidad, aunque es parte del currículo desde el quinto grado de primaria, es tema complejo para muchos profesores, y se enfoca en el uso de técnicas combinatorias y enfoque clásico en secundaria y bachillerato.

En concordancia con lo señalado por Inzunza y Rocha (2021), la metodología de enseñanza en educación básica otorga importancia a contextos reales y al planteamiento de preguntas estadísticas para responder con los datos, pero en bachillerato se hace mayor énfasis en el cálculo estadístico y técnicas combinatorias, promoviendo una desarticulación entre los temas y los contextos. Esto, como ya lo describieron Estrella et al. (2015), se relaciona con los bajos resultados y las dificultades que los estudiantes enfrentan en esta área.

En resumen, los resultados indican que los cursos de Estadística que han tomado los estudiantes en educación básica y media superior no han contribuido en gran medida en el desarrollo de habilidades de alfabetización y razonamiento estadístico. De tal forma, las reformas curriculares más recientes en educación en México, aun cuando se han enfocado en el desarrollo de competencias y resolución de problemas, no han logrado insertar el enfoque de alfabetización y razonamiento estadístico como sería deseable.

Los resultados de la investigación orientan a una revisión de los programas de estudio para incorporar una metodología de enseñanza que promueva el desarrollo de habilidades estadísticas que van más allá del cálculo, centradas en la interpretación y reflexión crítica de información estadística, así como en la comprensión de los métodos y sus fundamentos para la resolución de problemas estadísticos.

## Referencias

- Allen, K. (2006). *The statistics concept inventory: development and analysis of a cognitive assessment instrument in statistics* [Tesis doctoral, University of Oklahoma]. UMI Microform. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2130143>
- Australian Curriculum (2018, 26 de octubre). *National Numeracy Learning Progression*. Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority (ACARA). <https://www.australiancurriculum.edu.au/resources/national-literacy-and-numeracy-learning-progressions/national-numeracy-learning-progression/statistics-and-probability/?subElementId=50841&scaleId=0>
- Batanero, C., Díaz, C., Contreras, J., y Roa, R. (2013). El sentido estadístico y su desarrollo. *Números: Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 83, 7-18. <http://funes.uniandes.edu.co/3651/>
- Biggs, J., y Collis, K. (1982). *Evaluating the quality of learning: The SOLO taxonomy*. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/C2013-0-10375-3>
- Callingham, R., y Watson, J. (2017). The development of statistical literacy at school. *Statistics Education Research Journal*, 16(1), 181-201. <https://doi.org/10.52041/serj.v16i1.223>
- delMas, R., Garfield, J., Ooms, A., y Chance, B. (2007). Assessing students' conceptual understanding after a first course in statistics. *Statistics Education Research Journal*, 6(2), 28-58. <https://doi.org/10.52041/serj.v6i2.483>
- Estrella, S., Olfos, R., y Mena-Lorca, A. (2015). El conocimiento pedagógico del contenido de estadística en profesores de primaria. *Educação e Pesquisa*, 41(02), 477-493. <https://doi.org/10.1590/S1517-97022015041858>
- Frost, R., Armstrong, B., y Christiansen, M. (2019). Statistical learning research: A critical review and possible new directions. *Psychological Bulletin*, 145(12), 1128-1153. <http://dx.doi.org/10.1037/bul0000210>
- Gal, I. (2002). Adults' Statistical Literacy: Meanings, Components, Responsibilities. *International Statistical Review*, 70(1), 1-5. <https://doi.org/10.2307/1403713>
- Galesic, M., y García-Retamero, R. (2010). Statistical numeracy for health: A cross-cultural comparison with probabilistic national samples. *Archives of Internal Medicine*, 170(5), 462-468. <https://doi.org/10.1001/archinternmed.2009.481>
- Garfield, J. (1998). The statistical reasoning assessment: Development and validation of a research tool. En L. Pereira-Mendoza (Ed.), *Proceedings of the Fifth International Conference on Teaching Statistics* (pp. 781-786). The Netherlands: International Statistical Institute. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.219.5316>
- Garfield, J. (2002). The challenge of developing Statistical Reasoning. *Journal of Statistics Education*, 10(3). <https://doi.org/10.1080/10691898.2002.11910676>
- Garfield, J. (2003). Assessing Statistical Reasoning. *Statistics Education Research Journal*, 2(1), 22-38. <https://doi.org/10.52041/serj.v2i1.557>
- Garfield, J., y Ben-Zvi, D. (2008). *Developing Students' Statistical Reasoning: Connecting Research and Teaching Practice*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8383-9>
- 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. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14035408010>
- Inzunza, S., y Rocha, E. (2021). Los datos y el azar en el currículo de educación básica y bachillerato en México: reflexiones desde la perspectiva internacional. *Diálogos sobre Educación: temas actuales en investigación educativa*, 12(23), 1-13. <https://doi.org/10.32870/dse.v0i22.717>
- Jacobbe T., Case, C., Whitaker, D., y Foti, S. (2014, 13 al 18 de julio). *The LOCUS assessment at the college level: conceptual understanding in introductory statistics* [Conferencia]. 9th International Conference on Teaching Statistics, Flagstaff, Arizona. [https://icots.info/9/proceedings/pdfs/ICOTS9\\_3C3\\_WHITAKER.pdf](https://icots.info/9/proceedings/pdfs/ICOTS9_3C3_WHITAKER.pdf)
- Johannssen, A., Chukhrova, N., Schmal, F., y Stabenow, K. (2021). Statistical Literacy-Misuse of Statistics and Its Consequences. *Journal of Statistics and Data Science Education*, 29(1), 54-62. <https://doi.org/10.1080/10691898.2020.1860727>

- Juárez, A., y Inzunza, S. (2014). Comprensión y razonamiento de profesores de Matemáticas de bachillerato sobre conceptos estadísticos básicos. *Perfiles Educativos*, 36(146), 13-29. <http://www.iisue.unam.mx/perfiles/articulo/2014-146-comprension-y-razonamiento-de-profesores-de-matematicas-de-bachillerato-sobre-conceptos-estadisticos-basicos.pdf>
- Kahneman, D., Slovic, P., y Tversky, A. (1982). *Judgment under uncertainty: heuristics and biases*. Cambridge University. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511809477>
- Konold, C. (1989). Informal Conceptions of Probability. *Cognition and Instruction*, 6, 59-98. [https://doi.org/10.1207/s1532690xci0601\\_3](https://doi.org/10.1207/s1532690xci0601_3)
- Lecoutre, M. (1992). Cognitive models and problem spaces in purely random situations. *Educational Studies in Mathematics*, 23(6), 557-568. <https://doi.org/10.1007/BF00540060>
- 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. <http://funes.uniandes.edu.co/14650/>
- Ministry of Education New Zealand. (2014, 3 de abril) *What is the mathematics and statistics?* The New Zealand Curriculum Online. <https://nzcurriculum.tki.org.nz/The-New-Zealand-Curriculum/Mathematics-and-statistics/What-is-mathematics-and-statistics>
- Molina, E., Contreras, J., Salcedo, A., y Contreras, J. M. (2020). Evaluación de la posturcítica de futuros profesores de Educación Primaria como componente de la cultura estadística. *Educación Matemática*, 32(3), 97-120. <https://doi.org/10.24844/em3203.04>
- Naya, S., Ríos, M., y Zapata, L. (2012). La estadística en la enseñanza preuniversitaria. *La Gaceta de la RSME*, 15(2), 355-368. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3952887>
- Pedhazur, E., y Pedhazur, L. (1991). *Measurement, design, and analysis*. Lawrence Erlbaum Associates. <https://doi.org/10.4324/9780203726389>
- Porkess, R. (2011). *The future of statistics in our schools and colleges*. Royal Statistical Society. <https://rss.org.uk/RSS/media/News-and-publications/Publications/Reports%20and%20guides/rss-reports-future-statistics-schools-colleges-roger-porkess-2012.pdf>
- Ridgway, J. (2016). Implications of the Data Revolution for Statistics Education. *International Statistical Review*, 84(3), 528-549. <https://doi.org/10.1111/insr.12110>
- Rodríguez, F. (2017). Alfabetización Estadística en Profesores de Distintos Niveles Formativos. *Revista Educação e Realidade*, 42(4), 1459-1477. <https://doi.org/10.1590/2175-623662610>
- Rumsey, D. (2002). Statistical Literacy as a Goal for Introductory Statistics Courses. *Journal of Statistics Education*, 10(3). <https://doi.org/10.1080/10691898.2002.11910678>
- Sabbag, A. (2016). *Examining the relationship between statistical literacy and statistical reasoning* [Tesis doctoral, University of Minnesota]. ProQuest. <https://www.proquest.com/openview/1a1181f6a728abbfcfd147ba730b4048/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750>
- Sabbag, A., y Zieffler, A. (2015). Assessing learning outcomes: an analysis of the GOALS-2 instrument. *Statistics Education Research Journal*, 14(2), 93-116. <https://doi.org/10.52041/serj.v14i2.263>
- Saffran, J., y Kirkham, N. (2018). Infant statistical learning. *Annual review of psychology*, 69, 181-203. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-122216-011805>
- Sharma, S. (2017). Definitions and models of statistical literacy: a literature review. *Open Review of Educational Research*, 4(1), 118-133. <https://doi.org/10.1080/23265507.2017.1354313>
- Shaughnessy, M., Chance, B., y Henry, M. (2009). *Focus in High School Mathematics: Statistics and Probability*. NCTM.
- Steen, L. (2002). The case for quantitative literacy. En L. A. Steen (Ed.), *Mathematics and Democracy: The Case for Quantitative Literacy* (pp. 1-22). NCED. [https://www.commoncorediva.com/wp-content/uploads/2016/10/8952\\_mathanddemocracy2.pdf](https://www.commoncorediva.com/wp-content/uploads/2016/10/8952_mathanddemocracy2.pdf)
- Tishkovskaya, S., y Lancaster, G. (2012). Statistical education in the 21st century: A review of challenges, teaching innovations and strategies for reform. *Journal of Statistics Education*, 20(2), 1-24. <https://doi.org/10.1080/10691898.2012.11889641>
- Wallman, K. (1993). Enhancing Statistical Literacy: Enriching Our Society. *Journal of the American Statistical Association*, 88(421), 1-8. <https://doi.org/10.1080/01621459.1993.10594283>

Watson, J. (2006). *Statistical literacy at school: Growth and goals*. Lawrence Erlbaum. <https://doi.org/10.4324/9780203053898>

Watson, J., y Callingham, R. (2003). Statistical literacy: A complex hierarchical construct. *Statistics Education Research Journal*, 2(2) 3-46. <https://doi.org/10.52041/serj.v2i2.553>

Weiland, T. (2017). Problematizing statistical literacy: An intersection of critical and statistical literacies. *Educational Studies in Mathematics*, 96, 33-47. <https://doi.org/10.1007/s10649-017-9764-5>

Whitaker, D., Foti, S., y Jacobbe, T. (2015). The Levels of Conceptual Understanding in Statistics (LOCUS) Project: Results of the Pilot Study. *Numeracy: Advancing education in quantitative literacy*, 8(2). <http://dx.doi.org/10.5038/1936-4660.8.2.3>

Zapata, L. (2016). Enseñanza de la estadística desde una perspectiva crítica. *Yupana Revista de Educación Matemática de la UNL*, 10, 30-41. <https://doi.org/10.14409/yu.v0i10.7695>

Ziegler, L. (2014). *Reconceptualizing statistical literacy: Developing an assessment for the modern introductory statistics course* [Tesis doctoral, University of Minnesota]. <http://iase-web.org/documents/dissertations/14.LauraZiegler.Dissertation.pdf>