

Lectura e interpretación de gráficos
estadísticos en estudiantes de
pregrado en una universidad Mexicana

*Reading and interpretation of statistical
graphs in undergraduate students
at a Mexican university*

Jesús Enrique Pinto Sosa¹  0000-0002-7962-2966

Armando Josué Marín Ché¹  0000-0002-7101-1175

Resumen

El artículo presenta los niveles de lectura e interpretación de gráficos estadísticos como parte de la alfabetización estadística en estudiantes universitarios. El objetivo principal fue realizar un diagnóstico acerca de la interpretación de información presentada mediante gráficos estadísticos en los medios de comunicación. El estudio, de corte cuantitativo y alcance descriptivo, se llevó a cabo a través de un muestreo por conglomerados de 362 estudiantes, provenientes de 14 programas de pregrado en una universidad pública, quienes resolvieron el "Cuestionario sobre lectura e interpretación de datos a través de gráficos estadísticos", una prueba de ejecución

¹ Universidad Autónoma de Yucatán, Campus de Ciencias Sociales, Económico-Administrativas y Humanidades, Facultad de Educación. Mérida, Yucatán, México. Correspondencia a/Correspondence to: J. E. Pinto Sosa. Email: psosa@correo.uady.mx.

Como citar este artículo/How to cite this article

Pinto Sosa, J. E.; Marín Ché, A. J. Lectura e interpretación de gráficos estadísticos en estudiantes de pregrado en una universidad Mexicana. *Revista de Educação PUC-Campinas*, v. 28, e238483, 2023. Doi: <https://doi.org/10.24220/2318-0870v28e2023a8483>



máxima con 18 ítems que medían comprensión gráfica. Los resultados muestran que los estudiantes no están desarrollando habilidades de interpretación de datos en gráficos estadísticos y reconocen necesidades en la lectura e interpretación de la información presentada de esta forma. No se encontró diferencias respecto a la lectura de gráficos entre las carreras que incluyen algunos temas de estadística en sus programas educativos y las que no. Las conclusiones señalan debilidades en una parte medular de la alfabetización estadística en la interpretación de gráficos estadísticos presentes en los medios de comunicación, lo que sustenta la necesidad de realizar una revisión más profunda y detallada de las orientaciones curriculares y didácticas en las asignaturas de estadística, así como realizar propuestas de un marco curricular común en lo que respecta a la alfabetización estadística en la universidad.

Palabras clave: Enseñanza superior. Estadística. Gráficos. Datos estadísticos. Comprensión gráfica.

Abstract

The article presents the levels of reading and interpretation of statistical graphs as part of statistical literacy in university students. The main objective was to make a diagnosis about the interpretation of information presented through statistical graphics in the media. The study, of a quantitative nature and a descriptive scope, was carried out through a cluster sampling of 362 students, from 14 undergraduate programs at a public university, who answered the "Questionnaire on reading and interpreting data through statistical graphics", a maximum performance test with 18 items that measured graphic comprehension. The results show that students are not developing data interpretation skills in statistical graphs and recognize needs in reading and interpreting information presented in this way. It was not found that there are differences regarding the reading of graphs between the careers that include some statistical topics in their educational programs and those that do not. The conclusions point out weaknesses in a core part of statistical literacy in the interpretation of statistical graphs present in the media, which supports the need to carry out a deeper and more detailed review of the curricular and didactic orientations in the subjects of statistics, as well as making proposals for a common curricular framework regarding statistical literacy in the university.

Keywords: Higher education. Statistics. Graphics. Statistical data. Graphic comprehension

Introducción

El fácil acceso a los medios de comunicación expone a los ciudadanos a grandes cantidades de información en múltiples temas, razón por la cual algunos autores como Batanero y Borovcnik (2016), han denominado a esta época como la era de la información, tiempos en que la mayoría de las instituciones o empresas recolectan cualquier cantidad de datos para analizarlos y tomar decisiones que puedan favorecerles. En consecuencia, es constante leer en los periódicos, la televisión, las páginas web o las redes sociales virtuales como el *Facebook* o el *Twitter*, información acerca de preferencias entre candidatos políticos, pronósticos del clima, variabilidad de las tasas de interés, comportamiento de la moneda, resultados de estudios o encuestas, o algún tema de interés para los usuarios, comúnmente presentado a través de tablas, gráficos estadísticos o alguna estrategia estadística para presentar los resultados o conclusiones (Arteaga *et al.*, 2011).

No obstante, distintos estudios evidencian el uso de errores, abusos o mal uso de la Estadística como medio de representación social. Best (2009) en su libro *Uso y abuso de las estadísticas*, hace

referencia a ciertas situaciones en las cuales se manipula la información con finalidades sociales o políticas. Contreras *et al.* (2017) señalan que la diversidad de errores encontrados en las publicaciones va desde escalas no proporcionales a las frecuencias, eliminación de los ejes del gráfico, ejes truncados en el origen, comparación de distintas variables en un mismo gráfico, errores de edición, uso tendencioso de la información, muestras no representativas, por mencionar algunas.

En la última década, el estudio de la Estadística y su introducción al currículo escolar ha sido un tema central de diversos proyectos y organizaciones alrededor del mundo ubicándola como una herramienta necesaria para todos los ciudadanos sin importar su ocupación o área profesional. En este sentido, al hablar de las herramientas y habilidades básicas de estadística que todo ciudadano debe tener para desarrollar como persona crítica de la información que se publique en los medios, autores como Watson (1997) y Gal (2002), por mencionar algunos, lo han nombrado *statistical literacy*, que para efectos de este trabajo será traducido como alfabetización estadística. Constructo que cada día ha adquirido un valor primordial en el currículo académico en diferentes países, sobre todo por el Proyecto internacional de alfabetización estadística (*International Statistical Literacy Project*, véase <http://iase-web.org/islp/>).

Leer, comprender y construir representaciones gráficas son competencias esenciales en la vida diaria, así como en la mayoría de los contextos educativos y profesionales. Las representaciones gráficas son algunas de las herramientas más importantes y útiles para que los científicos sociales comuniquen datos, construyan teorías y realicen otras funciones importantes (Pérez; Postigo; Marín, 2010). La formación preuniversitaria y universitaria debería permitir a los estudiantes adquirir esta competencia. Sin embargo, la enseñanza de gráficos generalmente se limita al aula matemática o estadística en contextos no relacionados con el contenido y los problemas.

No obstante, muchas veces el estudio de los gráficos, su comprensión e interpretación es dejada como temas sin tanta importancia o “fáciles de aprender”, sobre todo a nivel universitario. Sin embargo, la verdadera comprensión de éstos, su evaluación o inferencia a partir de ellos requiere de habilidades altamente complejas (Pérez; Postigo; Marín, 2010). Lamentablemente, aún existen carreras profesionales (en pregrado) que no contemplan este espacio como parte su formación académica, más aún en el área de las ciencias sociales (Marín; Pinto, 2017), como son derecho, comunicación, historia y otras más.

Lo anterior evidencia la necesidad de formar ciudadanos estadísticamente alfabetizados debido a que es un espacio de formación para todas las personas educadas sin importar el campo de conocimiento. La Estadística como una herramienta debe permitir el conocimiento y la habilidad para comprender y tomar decisiones como ciudadano, es decir con un significado intrínseco asociado al uso que le dé a su vida y a su entorno. Que la Estadística forme parte del perfil de egreso de todo futuro profesionista, independientemente de la carrera que estudie, permitirá desarrollar la formación crítica como ciudadano en los problemas relevantes y emergentes que nos interesa como sociedad, al mismo tiempo, que incrementará el análisis y la toma de decisiones en su práctica profesional, desde una perspectiva multi e interdisciplinar.

Lo expresado pone de manifiesto la creencia de que algunas carreras de ciencias sociales, económico-administrativas y de humanidades no necesitan una formación estadística, mientras que en otras sí se requiere. En este sentido, ¿la formación en estadística es diferente?, ¿existe diferencia entre la alfabetización estadística de estudiantes que han tomado algún curso al respecto, de aquellos que no?,

o ¿en qué aspectos se diferencia la formación recibida en Estadística? Cuestiones críticas que fueron de interés y guiaron esta investigación, las cuales, para poder responderlas, se delimitó a la comprensión de gráficos estadísticos en carreras del área de ciencias sociales a nivel universitario.

El objetivo de la investigación fue diagnosticar el nivel de lectura e interpretación de información de estudiantes universitarios mexicanos respecto de gráficos estadísticos. En particular, se buscó identificar el nivel de lectura de gráficos de estudiantes de pregrado de una universidad mexicana y encontrar relaciones y diferencias, si existiesen, entre los niveles de comprensión de gráficos estadísticos entre alumnos que han cursado estadística en algún momento de su preparación académica profesional con los estudiantes que no han cursado.

A continuación, se describe el marco de referencia sobre la comprensión gráfica, su significado, características y niveles taxonómicos para su análisis, así como una síntesis de los estudios encontrados. Posteriormente se plantean y argumentan los procedimientos metodológicos sobre cómo se llevó a cabo la investigación, para luego exponer los resultados, discusión y consideraciones finales.

Marco de referencia

Comprensión gráfica, significado y niveles taxonómicos de análisis

La representación de datos involucra, entre otras acciones, la selección adecuada de gráficos según las variables utilizadas, así como su correcta interpretación, la construcción, el resumen gráfico para variables cualitativas y cuantitativas, el reconocimiento de formas, tendencias de datos y valores atípicos (Garfield; delMas; Chance, 2003).

Estas actividades demandan un conjunto de tareas a nivel de alfabetización estadística, que implica tener la habilidad para leer y comprender gráficos y tablas estadísticas (Friel; Curcio; Bright, 2001), favoreciendo no sólo la forma de desarrollo del pensamiento crítico, como objeto de alfabetización, sino también como un aprendizaje necesario para desarrollar en la escuela. Estos trabajos de alfabetización se vuelven cada día más necesarios en la sociedad debido a la constante presentación de información exhibida en periódicos, revistas, televisión y redes sociales virtuales (Mafokozi, 2011), cuya correcta interpretación depende de la adecuada habilidad lectora para la comprensión de gráficos.

El lenguaje gráfico en nuestra sociedad alcanza niveles de complejidad considerable y existen diferentes tipos de representaciones, tales como diagramas, gráficas, mapas, planos, croquis e ilustraciones, que sirven para comunicar relaciones conceptuales o numéricas. Postigo y Pozo (2000, p. 90) mencionan que, aunque existen diversas modalidades de representación de la información cuantitativa sea en gráficos de sectores, barras, líneas, tablas, entre otros, señalan de manera general “[...] las gráficas como representaciones que presentan la relación numérica que existe entre dos o más variables a través de distintos elementos espaciales (barras, líneas...)”.

En este sentido, se puede señalar que entender una gráfica es una tarea compleja (Eudave, 2009) y con diversos niveles de comprensión. Algunos estudios muestran que los estudiantes en general sólo logran una comprensión superficial de las tablas y gráficas y que pueden hacer descripciones de

los elementos más evidentes, pero sin establecer relaciones entre los valores de una misma variable ni entre los de dos o más variables que contengan las gráficas (Curcio, 1987; Postigo; Pozo, 2000). Por consiguiente, la comprensión gráfica ha sido considerada como una línea de investigación emergente desde diversos autores que la han caracterizado por diferentes niveles taxonómicos en función de la lectura e interpretación de información que se obtiene sobre diversos gráficos estadísticos. La Figura 1 presenta la caracterización realizada por cinco de los principales autores que han propuesto ciertos niveles taxonómicos para identificar los niveles de comprensión gráfica. Se aprecian las similitudes entre las propuestas de los autores, sus variantes y diferencias.

La primera propuesta taxonómica surge de Bertín (1973) a través de la cual se presentan tres niveles de lectura e interpretación gráfica. Posteriormente, Curcio (1989) distingue tres de lectura

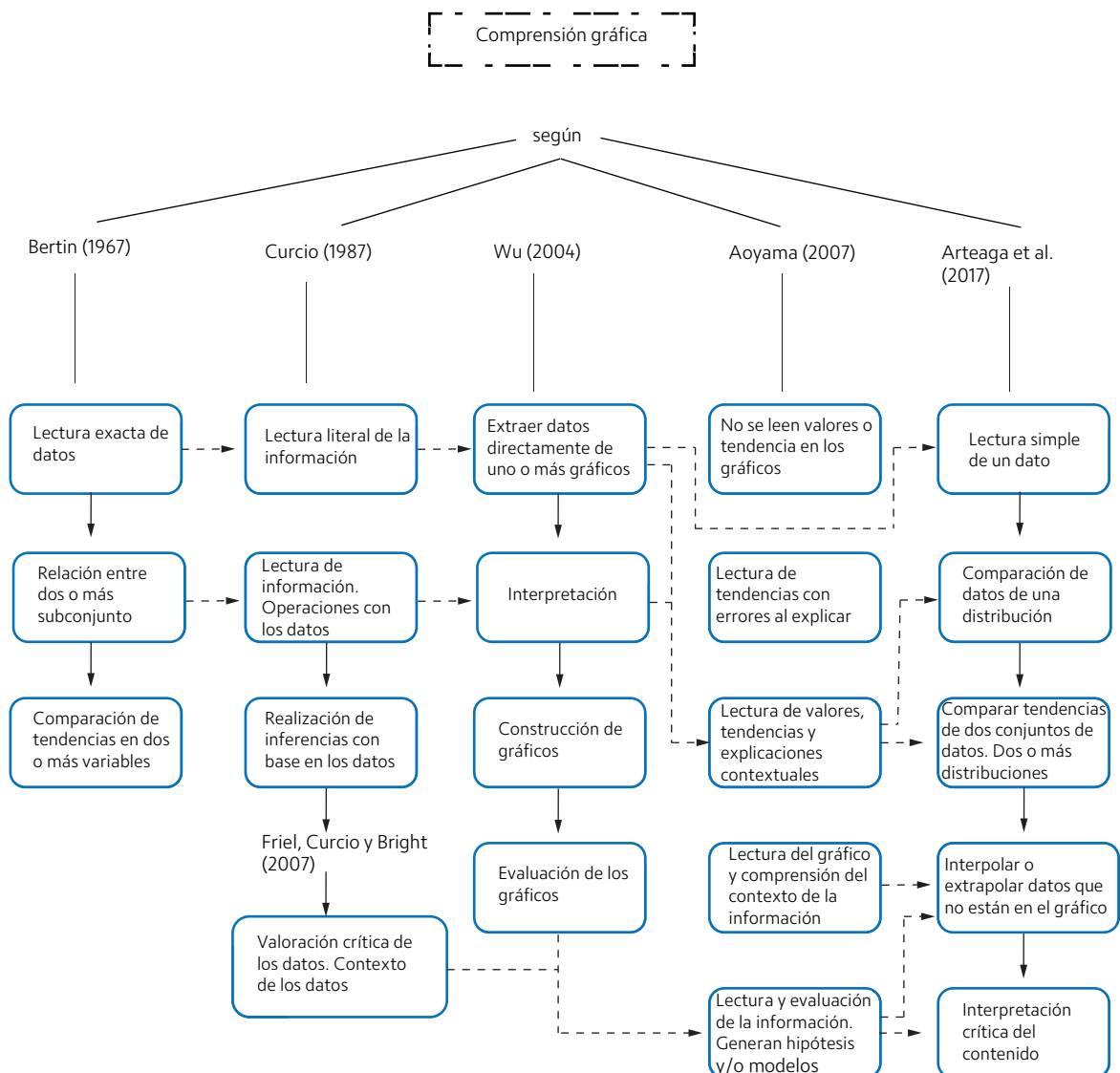


Figura 1 – Niveles de comprensión gráfica según distintos autores
Fuente: elaboración propia con base en la revisión de la literatura (2017).

característicos de la comprensión gráfica según las habilidades desarrolladas. A diferencia de Bertín (1973), Curcio (1987) propone un modelo más específico lectura e interpretación a la cual Friel, Curcio y Bright (2001) añaden un cuarto nivel sobre esta taxonomía que involucra una comprensión más profunda del origen y el alcance de los datos. Años más adelante Wu (2004) define cuatro niveles cognitivos sobre la comprensión gráfica. En cada uno de ellos, se presenta ciertos rasgos específicos que los estudiantes deben desarrollar de los cuales presenta los dos primeros niveles equivalentes a Bertín y Curcio, con la diferencia de que incluye un tercer nivel relacionado a la Construcción de gráficos. En este nivel propuesto, el autor señala que los estudiantes que cuentan con este nivel de comprensión gráfica construyen, presentan o editan datos en forma gráfica. El último nivel de Wu (2004) señala la evaluación de los gráficos y la información contenida en ellos. Es importante señalar que este nivel, aunque, en una menor o mayor escala, corresponde al último nivel complementado por Friel, Curcio y Bright (2001) así como los propuestos en años posteriores por Aoyama (2007) y Arteaga, Vigo y Batanero (2017). La característica principal de este nivel superior señala que los estudiantes ubicados en este nivel se caracterizan por evaluar un gráfico respecto a su exactitud y efectividad, así como la interpretación crítica de su contenido y su origen o contexto.

A su vez, Aoyama (2007) propone una taxonomía similar basada en cinco niveles centrados en la interpretación de los gráficos de los estudiantes, con la diferencia de que su nivel superior se caracteriza por la lectura y evaluación de la información del gráfico, además de que especifica que los estudiantes ubicados en este nivel estructuran y generan sus propias hipótesis o modelos y actúan como investigadores estadísticos y no se limitan únicamente a la recepción de información que se les presenta.

En los últimos años, el desarrollo de la investigación sobre la comprensión gráfica se ha enfocado en dos aspectos principales en identificar niveles de lectura presentes a partir del análisis de libros de texto (Díaz-Levicoy *et al.*, 2016) y el nivel de lectura e interpretación gráfica que poseen profesores y estudiantes cuando son evaluados acerca de la información representada en gráficos estadísticos.

A continuación, se presentan los avances de investigación realizada con estudiantes en el nivel de educación superior. En este sentido, los estudios encontrados se pueden clasificar en dos grupos: (a) con estudiantes para profesor o de carreras de pedagogía, docencia o similares, y (b) con estudiantes de otras carreras universitarias.

Investigaciones con estudiantes para profesor

De las investigaciones con alumnos y alumnas del ámbito de la educación a nivel superior, están los estudios de Espinel (2007), Gea, Arteaga y Cañadas (2017) y Vázquez (2021).

Espinel (2007) realizó un estudio con futuros profesores de educación primaria para conocer los errores cometidos en la construcción y al momento de analizar y razonar sobre las representaciones de distribuciones de datos. Adaptó la prueba sobre razonamiento estadístico diseñada en el proyecto ARTIST – *Assessment Resource Tools for Improving Statistical Thinking* (delMas; Garfield; Ooms, 2005). El enfoque que proporcionó la investigadora se dirigió en dos sentidos: preguntas relacionadas con la

alfabetización estadística y, por otro lado, hacia el razonamiento estadístico. Los resultados señalan que se encontraron errores como confundir un histograma con un gráfico de barras o la mala etiquetación de los intervalos en el eje de las abscisas. Asimismo, se encontró que no todos los estudiantes leen e interpretan los histogramas correctamente y que existe un amplio fracaso en reconocer patrones de comportamiento de variables.

Gea, Arteaga y Cañadas (2017) realizaron una investigación con el objetivo de evaluar la interpretación de gráficos estadísticos por parte de estudiantes que se preparan como futuros profesores de educación secundaria y bachillerato. Analizaron las respuestas de 65 estudiantes de la especialidad de matemática a tres tareas en las que deben interpretar el histograma, diagrama acumulativo y gráfico de la caja de la distribución de la esperanza de vida al nacer en 193 países diferentes. Los gráficos y datos fueron tomados de una página de internet de las Naciones Unidas. Se categorizan las interpretaciones de los participantes, en función del nivel de lectura de Curcio (1987) y Friel, Curcio y Bright (2001) y de acuerdo con los resúmenes estadísticos y elementos del gráfico que interpretan. Aunque la mayoría de las interpretaciones fueron correctas, en el análisis de las respuestas se identifican errores de comprensión de algunos conceptos estadísticos, que deberían considerarse en la formación de profesores.

Una investigación más reciente es la de Vázquez (2021), que trabajó con 48 futuros profesores de Educación Primaria, quienes analizaron dos gráficos estadísticos presentes en los medios de comunicación, en el contexto de la COVID-19. Se les solicitó que propongan preguntas que le harían a sus estudiantes a partir del gráfico, para desarrollar en estos la comprensión gráfica y el desarrollo de competencias para la sostenibilidad. Las preguntas elaboradas fueron en su mayoría en el nivel leer datos y leer entre datos (82% y 97%, respectivamente). No hubo preguntas en el último nivel de leer detrás de los datos. La autora concluye afirmando que “[...] la triada ‘educación estadística-formación del profesorado-educación para el desarrollo sostenible’ debe ser considerada como parte fundamental para formar ciudadanos educados para la sostenibilidad en el contexto escolar” (Vázquez, 2021, p. 186).

Investigaciones con estudiantes universitarios

Arteaga, Vigo y Batanero (2017) realizaron un estudio exploratorio de evaluación del nivel de lectura de gráficos estadísticos en 47 alumnos de 1º y 2º curso de formación profesional básica de la especialidad de peluquería y estética, antes de la enseñanza formal del tema. Asimismo, proponen una clasificación de niveles de lectura que combina las clasificaciones previas de Curcio y Bertin y evalúan el nivel alcanzado en dicha clasificación en una tarea que pide comparar las tendencias de dos series de datos y predecir datos nuevos. Se observa mejor desempeño en los alumnos de 2º curso, aunque ninguno llega al nivel máximo teórico de lectura del gráfico.

Por su parte, Pérez, Postigo y Marín (2010) señalan que, en su estudio dirigido a 53 estudiantes de Psicología y 38 de Economía, la mayoría de éstos pudieron relacionar la información textual con el gráfico adecuado, pero también revelaron errores en su comprensión de los aspectos sintácticos importantes de los gráficos. Afirman que los estudiantes interpretaron los gráficos correctamente, pero su interpretación tenía diferentes niveles de complejidad, que no siempre eran óptimos revelando diferencias significativas con respecto a la dificultad de los informes y los tipos de interpretaciones equivocadas de los gráficos. Las dos tareas propuestas en su estudio revelaron imágenes diferentes

de las habilidades de los estudiantes para leer e interpretar gráficos y, en consecuencia, cómo las características de las demandas de la tarea influyen en su rendimiento.

Fernández *et al.* (2019), llevaron a cabo un estudio con 36 estudiantes del primer semestre de la Lic en Matemáticas, a quienes se les solicitó realizar la tarea de leer e interpretar los mismos datos representados en una tabla y un gráfico de barras, con la finalidad de analizar los niveles de comprensión gráfica y los componentes característicos que se presentan en sus respuestas. Concluyen que la mayor proporción de las lecturas e interpretaciones se encuentran en un nivel inicial o intermedio de comprensión gráfica, hallazgos que según los autores coinciden con otras investigaciones.

En síntesis, algunos estudios de comprensión gráfica se centran en la importancia de características perceptivas de los gráficos como los principales factores que influyen en su lectura y comprensión. Las investigaciones enfatizan que, en general, es más sencillo interpretar gráficos de barras que los gráficos de líneas continuas, cuya lectura requiere una interpretación y análisis general de tendencias de la información. Esta investigación parte de este marco de referencia, pero con la diferencia de que utiliza gráficos publicados en algún medio como periódico, reporte institucional o revista científica, para plantear diferentes preguntas y explorar los niveles de interpretación de Curcio (1987) y Friel, Curcio y Bright (2001).

Procedimientos Metodológicos

Se llevó a cabo un estudio de corte cuantitativo y alcance descriptivo, con estudiantes de los 14 programas de pregrado (licenciatura) del Campus de ciencias sociales, económico-administrativas y de humanidades de una universidad pública, del sursureste de México³. De estos programas, ocho (57.1%) contemplan llevar al menos un curso sobre Estadística: Psicología, Administración, Contaduría, Mercadotecnia, Enseñanza del Idioma Inglés, Educación, Economía y Comercio Internacional; mientras que seis no incluyen la Estadística en sus planes de estudio: Derecho, Comunicación Social, Historia, Literatura Latinoamericana, Turismo y Arqueología.

Población y muestra

La población estaba compuesta por los estudiantes que habían cursado durante su carrera universitaria alguna asignatura de estadística o su equivalente, como podría ser estadística, estadística aplicada a la psicología, estadística para los negocios, métodos cuantitativos o técnicas de investigación cuantitativas⁴. Se encontró que estas asignaturas estaban ubicadas entre el cuarto y décimo semestre de la carrera, por lo que la población considerada fue de 1214 estudiantes de licenciatura inscritos (de todos los programas), que hayan cursado o no alguna asignatura de estadística. En cada programa podría haber uno o dos grupos de clases. En este rango de semestres se eligió el número de estudiantes que

³ Esta universidad dio el acceso y las facilidades para la investigación, y fue la única que tenía las condiciones para poder contrastar los resultados entre estudiantes que llevaron algún curso de estadística de los que no.

⁴ Estas asignaturas tienen una carga presencial de clases que varía entre 60 a 120 horas al semestre, que es el equivalente entre 4 a 6 horas por semana. La mayoría de los cursos tienen contenidos asociados a probabilidad, tratamiento de la información, estadística descriptiva e inferencial. Más información de los programas en Marín y Pinto (2017).

llevaron la asignatura. Del total, 782 estudiantes (de 8 programas) ya habían cursado alguna asignatura de estadística, mientras que 432 no la cursó (de 6 programas).

Se obtuvo una muestra por conglomerados. De cada carrera, se seleccionó un grupo o dos al azar, según el caso, por cada programa de licenciatura (Scheaffer; Mendenhall; Ott, 2006) y como criterio se estableció que al menos se logre conservar y elegir un 20% como mínimo (en cada programa), para obtener una muestra representativa de ella (Moreno, 1993). Respondieron los que se encontraban en el momento de la administración del cuestionario y que decidieron participar de manera voluntaria. La muestra quedó conformada por 362 estudiantes (43% hombres y 57% mujeres); 220 estudiantes que habían cursado estadística y 142 que no, es decir, un 61% y 39%, respectivamente.

Instrumento

Se diseñó el “Cuestionario sobre lectura e interpretación de datos a través de gráficos estadísticos”, una prueba de ejecución máxima que midió la comprensión gráfica de cada estudiante. Este consistió en cuatro gráficos, los cuales fueron seleccionados por ser representaciones de temas comunes y vigentes hacia los ciudadanos, además de estar publicados en medios de comunicación al alcance de cualquier persona, esto es, en los periódicos, revistas o sitios de gran circulación a nivel nacional y local. Los tópicos de los gráficos fueron: (1) nivel educativo máximo de estudios (gráfico de barras), (2) población económicamente activa y no (gráficos circulares), (3) comportamiento del dólar (lineal o serie de tiempo) y (4) resultados de México PISA 2012 (gráfico de barras apiladas).

Las preguntas que se incluyeron en cada gráfico estuvieron orientadas bajo la taxonomía y niveles de Curcio (1989) y Friel, Curcio y Bright, (2001). Asimismo, se tomó en consideración el tipo de unidad que han utilizado expertos en el área, así como en el trabajo de Aoyama (2007) para clasificar sus niveles de lectura e interpretación de representaciones gráficas. En la Tabla 1, se estructura la clasificación de las preguntas por tipo de gráfico y por niveles de lectura. El estudiante visualizaba cada gráfico con una breve información del contexto, tal cual aparecía en la fuente, seguido entre 4 a 6 preguntas de respuesta abierta, clasificadas por los niveles taxonómicos de comprensión gráfica.

Tabla 1 – Nivel de lectura según Curcio (1989) y Friel, Curcio, y Bright, (2001) por ítem y tipo de gráfico.

Fuente ->	Tipo de gráfico				Total (%)
	Tauber (2010)	INEGI	Por Esto	Mexicanos Primero	
Nivel	Barras	Sectores / Circular	Línea / Serie de tiempo	Barras apiladas	
1 – LD	1a	2a	3a	4a	4 (22.2%)
2 – LED	1b, 1c	2b	3b	4b, 4c	6 (33.4%)
3 – LMD	1e	2c	3c, 3d		4 (22.2%)
4 – LDD	1d	2d	3e	4d	4 (22.2%)
Total	5	4	5	4	18 (100%)

Nota: LE: leer datos; LED: leer entre datos; LMD: leer más allá de los datos; LDD: leer detrás de los datos.

Fuente: elaboración propia (2017).

Ejemplo de las preguntas relativas al gráfico de barras:

- a) ¿Qué porcentaje de mujeres tienen estudios universitarios incompletos?
- b) ¿Consideras iguales los porcentajes de varones y mujeres con secundaria finalizada? ¿Por qué?
- c) ¿Consideras que el número de varones y mujeres con primaria incompleta es igual? ¿Por qué?
- d) ¿A qué conclusión puedes llegar al interpretar este gráfico respecto del nivel educativo máximo alcanzado?
- e) Describe cuáles son las principales diferencias que puedes apreciar respecto al nivel educativo alcanzado entre hombres y mujeres.

El cuestionario fue juceado por seis especialistas en el campo de la educación matemática, con grado de doctorado en educación estadística y experiencia en investigación sobre gráficos estadísticos, quienes, a partir de un formulario de validación, revisaron y dictaminaron sobre cada gráfico, las preguntas y su formato, así como su correspondiente nivel de comprensión. Posteriormente, se realizó una prueba piloto con 29 estudiantes con características similares a la población de estudio: mismo rango de edad, nivel de estudios y carrera, para adecuar detalles en la redacción y posibles confusiones. Se trató de alumnos de primer y segundo semestre de la carrera de Educación, quienes no habían cursado estadística, y cuya administración se hizo en similares condiciones a como se iba a llevar a cabo con la muestra real.

El proceso de recolección de la información se llevó a cabo en escenario real, y los estudiantes contestaron en lápiz y papel el cuestionario correspondiente. Elegido el grupo, se ingresó al aula y se les explicó la finalidad de la investigación, así como las indicaciones para responderlo. El tiempo de respuesta fue entre 20 a 35 minutos.

Análisis de la información

Para la calificación de los ítems se elaboraron rúbricas para identificar las respuestas correctas en cada ítem. En todos los casos se realizaron las rúbricas tomando como base el estudio de Sorto (2004) en las que presenta respuestas exitosas y no exitosas, cada una con las posibles respuestas y su categorización. El esquema de cada rúbrica contenía:

Pregunta → Opciones de respuesta exitosa/correcta → Opciones de respuesta no exitosa/incorrecta

Se hicieron los análisis específicos por niveles de comprensión gráfica, por pregunta y por tipo de gráficos. Adicionalmente se calificó el instrumento en su totalidad en una escala de 0 a 100 puntos, con base en las respuestas correctas. Esto permitió determinar las diferencias entre las puntuaciones entre haber o no cursado alguna asignatura de estadística o similar. Para este análisis, se realizó en primer lugar una clasificación de las puntuaciones en una escala de desempeño. Los fundamentos considerados para los cortes en esta escala fueron los siguientes: (a) la calificación mínima aprobatoria es 70 puntos (como lo marca la universidad donde se llevó a cabo la investigación, y (b) una puntuación superior a 90 puntos ya es considerada como un desempeño alto según expertos. De esta forma, se conformaron tres niveles de desempeño quedando de la siguiente forma:

Nivel bajo: puntuación comprendida cero y 70 puntos.

Nivel medio: puntuación comprendida entre 71 y 90 puntos.

Nivel alto: puntuación comprendida entre 91 y 100 puntos.

A continuación, se presentan los principales hallazgos que permiten responder al objetivo de la investigación, descrito con anterioridad.

Resultados

El porcentaje promedio de respuestas correctas por cada nivel de comprensión estuvo dado por 38.4%, 35.7%, 47.2% y 40.1%, respectivamente. Se puede apreciar en la Figura 2 que, respecto a la interpretación del gráfico de barras apiladas, se mantuvo un mayor porcentaje de respuestas correctas por encima del promedio en los niveles 1, 2 y 3 (51.4%, 56.4% y 56.6%, respectivamente); solamente el 35.5% de alumnos contestaron correctamente las cuestiones de nivel 4.

Respecto del gráfico de barras, el nivel de interpretación donde se encontró un mayor porcentaje de respuestas correctas fue en el nivel 1 (50.8%), el cual estuvo por encima de la media. Por el contrario, el nivel 2 de interpretación fue el más deficiente en respuestas correctas (19.6%). En los niveles 3 y 4 se obtuvo un porcentaje de aciertos cercanos a la media de cada nivel (45% y 41.2% respectivamente).

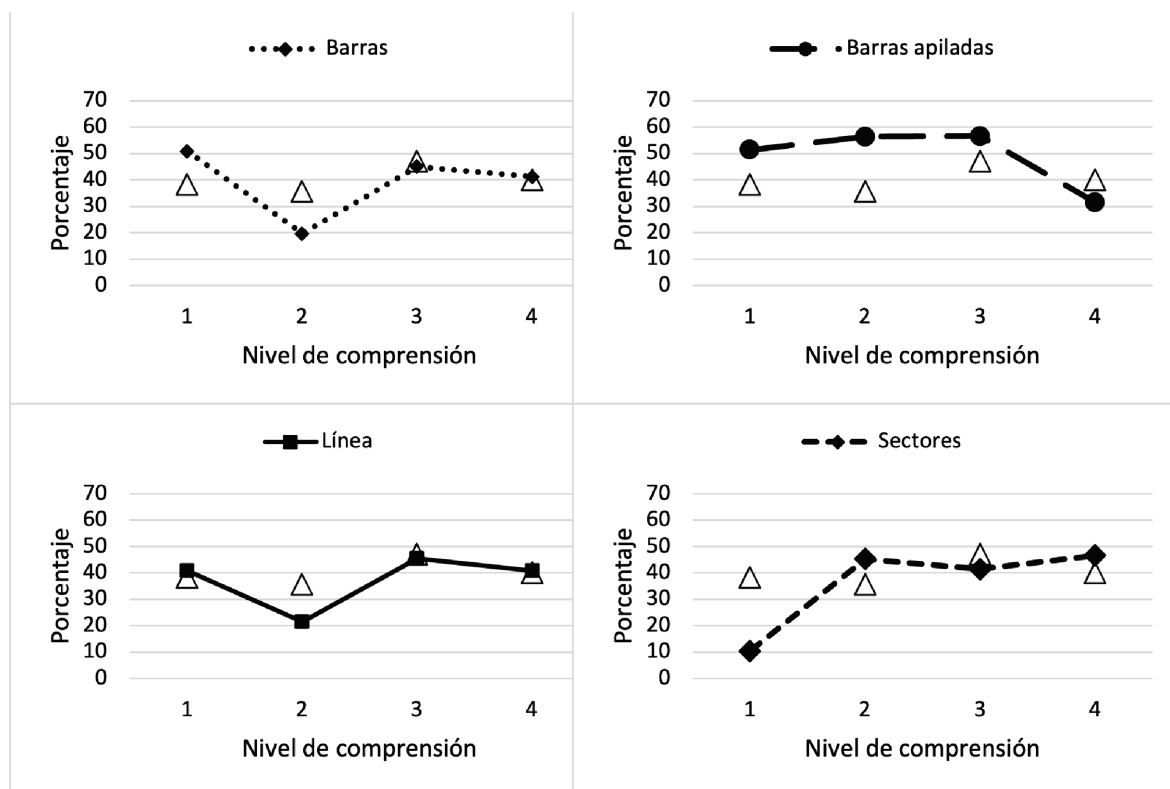


Figura 2 – Porcentaje de alumnos que respondieron correctamente por nivel de lectura según el tipo de gráfico.

Fuente: elaboración propia con base en el análisis de resultados (2017).

El gráfico de líneas presentó un porcentaje de aciertos cercanos al promedio en los niveles 1, 3 y 4 (40.9%, 45.6% y 40.9% respectivamente). Únicamente en el nivel 2 se encontró un porcentaje de respuestas correctas por debajo de la media (21.5%).

Por último, respecto al gráfico de sectores, los niveles 3 y 4 fueron los que obtuvieron mayores porcentajes de respuestas correctas y cercanos al promedio general por tipo de gráfico (41.4% y 46.7%). El nivel 2, estuvo ligeramente por encima de la media con 45.3% de respuestas correctas y, el nivel 1, fue el tipo de interpretación con menor porcentaje de aciertos (10.5%).

Posterior a los análisis descriptivos de niveles de interpretación respecto a cada gráfico, se realizó la prueba estadística Chi-Cuadrada para observar la existencia de alguna relación entre el desempeño en cada tipo de gráfico, sea correcto e incorrecto, y el estudio previo de alguna asignatura relacionada a la estadística durante la carrera.

Los resultados de la prueba fueron significativos únicamente en los gráficos de sectores y barras apiladas como se indica en la Tabla 2. Su interpretación señala que los estudiantes pueden interpretar mejor cada uno de esos gráficos cuando han cursado previamente la asignatura y viceversa.

Tabla 2 – Frecuencia de respuestas correctas e incorrectas entre cursado o no estadística y el desempeño en la interpretación gráfica.

Ha cursado estadística	Desempeño		χ^2	p
	Correcto	Incorrecto		
Gráfico de sectores				
Si	114	115	20.4	< 0.001
No	34	99		
Total	148	214		
Gráfico de barras apiladas				
Si	82	147	5.38	< 0.05
No	32	101		
Total	114	248		

Nota: En todos los casos los grados de libertad (df) fue de 2.

Fuente: elaboración propia con base en el análisis de datos (2017).

Para obtener una puntuación general sobre el instrumento se procedió a proporcionar una calificación sobre 100 puntos en cada gráfico con la finalidad de obtener un panorama general de cada estudiante. La puntuación promedio de puntos del gráfico de barras fue de 47, del gráfico de sectores con 38 puntos, del gráfico de serie de tiempo 32 y, por último, el gráfico de barras apiladas con 48 puntos en promedio. El gráfico de línea o serie de tiempo fue el que menor calificación obtuvo siendo de 32; el gráfico con mayor puntuación obtenida fue el que corresponde al gráfico de barras apiladas. Se encontró que existe diferencia estadísticamente significativa (Anova de una vía, $F=29.136$, $p<0.001$) entre los promedios de puntos obtenidos entre los cuatro gráficos, siendo esta atribuible a dos grupos de dificultad: los de barras y barras apiladas con mayor puntaje promedios y, por otro lado, el de sectores y serie de tiempo con menores puntajes.

Respecto al promedio en cada nivel de comprensión gráfica, las puntuaciones en cada caso estuvieron por debajo de 45 puntos de una calificación sobre 100. Específicamente, se obtuvo 38 puntos en el nivel LD, 44 puntos en el nivel LED, 34 puntos en el nivel LMD y 40 puntos en el nivel LDD. Se observa que el nivel LED, que corresponde a la lectura entre gráficos, fue el que presentó mayor puntaje. El nivel de *lectura más allá de los datos* presentó la puntuación más baja entre los cuatro niveles analizados. Al correr la prueba de hipótesis de comparación, se encontró que sí existe diferencia en al menos dos niveles de lectura ($F=3.788$, $p<0.05$): entre LED y LMD.

Por último, se clasificaron las frecuencias y porcentajes correspondientes a cada nivel de desempeño de la prueba. Los resultados indican que el 95.6% ($n=346$) de los participantes se encuentran en un nivel bajo, mientras que el 4.4% ($n=16$) se clasificó en un nivel de desempeño medio. No se encontraron niveles de desempeño alto. Sin embargo, las pruebas de hipótesis no evidenciaron un avance significativo entre los niveles de desempeño y haber cursado una asignatura relacionada a la estadística. En la Tabla 3 se presentan los niveles de desempeño en la prueba y su relación con el haber cursado o no alguna asignatura relacionada a la estadística durante la carrera.

Tabla 3 – Relación entre el nivel de desempeño en la prueba y haber cursado estadística previamente.

Cursó estadística	Nivel de desempeño			χ^2	p
	Bajo	Medio	Alto		
Si	218	11	0	.217	.641
No	128	5	0		

Nota: Grados de libertad (df) fue de 2.

Fuente: elaboración propia según el análisis de los datos (2017).

Con relación al puntaje promedio obtenido por los estudiantes de cada una de las 14 licenciaturas, todos fueron por debajo de 50 puntos, entre un rango mínimo y máximo de 32 y 48 puntos, respectivamente. Las puntuaciones más altas la obtuvieron la licenciatura en comunicación social (48 puntos), seguido de la licenciatura en enseñanza del idioma inglés (46 puntos). Los resultados más bajos se obtuvieron en la licenciatura en educación (32 puntos).

A partir del cuestionario aplicado y respecto a la interpretación por tipo de gráfico, aunque si se encontraron diferencias significativas entre la interpretación que se realizó por tipo de gráfico, las puntuaciones en todos los casos no superaron los 50 puntos en una escala de 100. Por el contrario, el promedio oscila entre 47 y 32 puntos.

El tipo de gráfico con mejor interpretación fue el de barras apiladas seguido del gráfico de barras. Este tipo de representación suele ser la más utilizada en los medios de comunicación y con mayor presencia en el currículo escolar desde la educación básica. La Lectura literal de Datos (LD) resultó la mejor interpretación en ambos casos. Fue el caso de observar y responder acerca de un valor específico del gráfico. Asimismo, la Lectura Entre Datos (LED) resultó otra de las mejores interpretaciones que realizaron los participantes. En este caso, se trataba de realizar comparaciones entre dos valores. Al ser un gráfico de barras, la comparación resultó ser más visible entre uno menor o mayor.

Respecto a lectura más allá de los datos (LMD) que se realizaron en este tipo de gráfico se observó que estuvieron fundamentadas en las creencias y experiencias de los alumnos, y escasas veces en la representación gráfica, los valores representados y la población a la cual hace referencia la información. El tipo de respuesta obtenido sugiere que los universitarios realizan conclusiones basadas en el contexto social y atribuyen sus ideas a la situación social del país. La Lectura Detrás de los Datos (LDD) presentó un menor número de aciertos en ambos casos. En su mayoría se encontraron respuestas en las que no se realizó una interpretación acerca del verdadero alcance de los datos.

El gráfico con menor puntaje en interpretación fue el lineal o serie de tiempo. Los errores cometidos en este tipo de gráfico corresponden al primer nivel de interpretación: lectura de datos. En las respuestas proporcionadas, se observa la visualización reducida sobre los últimos datos que se ubican en la representación gráfica, es decir, los participantes observan únicamente los valores inmediatos anteriores a los últimos, haciendo caso omiso a los primeros valores del gráfico. En sus respuestas se encontró que no se realizó un análisis u observación total, pues al citar sus respuestas se fundamentan solamente en los últimos meses que presenta el gráfico. Este tipo de representación no se observa como una sucesión de valores que puedan oscilar conforme transcurre el tiempo con posibilidades de asumir ciertos valores iguales a lo largo de toda la gráfica o que algunos valores finales sean similares a los primeros.

Asimismo, en la lectura más allá de los datos, al realizar una predicción de posibles valores futuros, las respuestas no se basan en el comportamiento previo de los datos representados, por el contrario, se sustenta en sus creencias y experiencias en el tema. Las puntuaciones más altas encontradas en este caso se observaron al solicitar la diferencia entre un mismo valor en dos momentos específicos. Este tipo de lectura e interpretación corresponde a la lectura entre datos.

De igual forma, en el gráfico de sectores o circular se encontraron interpretaciones no fundamentadas con la información proporcionada. Se encontró que los estudiantes no lograron observar que el porcentaje total de la representación no complementaba un 100%. En este sentido, no se logró extraer un sentido crítico en la estructura de los datos. Las inferencias realizadas por los participantes se fundamentan, al igual que en los casos anteriores, en las creencias y las experiencias, asumiendo conclusiones que no se cimentan en la información incluida en el gráfico.

Discusión y conclusión

Una primera explicación a estos resultados se debe a la inclusión de estos contenidos en el acervo académico desde la educación primaria hasta el bachillerato. Los gráficos de barras y circular son estudiados a partir de cuarto grado de primaria como uno de los sistemas de representación de datos fundamentales (Secretaría de Educación Pública, 2011). Con base en lo anterior, un estudiante de sexto o séptimo semestre de licenciatura ha estudiado estos contenidos temáticos por lo menos seis años de educación básica y un semestre en el bachillerato, independientemente que el plan de estudios de la carrera elegida incluya un programa de estadística en su mapa curricular.

Sin embargo, a pesar de que el gráfico de barras haya sido el tipo de representación con mejor interpretación de la información, la puntuación obtenida no supera los 50 puntos (de 100) en ambas gráficas. En congruencia con Monteiro y Ainley (2007), se puede explicar que los errores en la lectura

se deben a la diferencia existente entre interpretar un gráfico en la escuela y uno contextualizado o presente en los medios de comunicación. Si tomamos en cuenta que durante sus años escolares y, en particular en la universidad, los recursos de enseñanza y aprendizaje se limitan, en su mayoría, a la práctica con el libro de texto y la resolución de ejercicios descontextualizados (Marín; Pinto, 2017), sería más frecuente la probabilidad de error al enfrentarse a la interpretación de gráficos reales como los que se presentaron en el instrumento que se utilizó.

A diferencia de las puntuaciones que se encontraron al interpretar gráficos de barras, se encontraron las puntuaciones más bajas de la muestra (32 de 100) en los gráficos de línea o serie de tiempo. El mayor error que cometieron los participantes se debió a la elección de valores extremos, es decir, en la mayoría de los casos observaron únicamente los últimos valores del gráfico; los valores correspondientes al último año que se representaba en el gráfico. Al encontrarse una diferencia estadísticamente significativa entre los gráficos de barras y líneas, estos resultados evidencian una mayor dificultad de lectura en los de línea, como lo encontró Wainer (1980) en un estudio similar con jóvenes, afirmando que es más fácil leer una gráfica de barras que una gráfica de líneas o como lo indican Pérez, Postigo y Marín (2010, p. 225), “[...] la representación mediante barras facilita la comparación entre los datos”.

La muestra para el estudio incluyó estudiantes de diversas carreras, entre los que se observó que no todos cursaran estadística en su trayectoria universitaria. En este sentido, en congruencia con Mafokozi (2011), se esperaba que los alumnos que ya cursaron esta materia rindieran por encima de aquellos que no la habían cursado. Sin embargo, las puntuaciones y las pruebas estadísticas realizadas no reflejan un mayor desempeño de esta habilidad en los que cursaron estadística en la carrera. Estos resultados ponen en manifiesto las necesidades de lectura e interpretación en la mayoría de los alumnos de la muestra sin encontrarse una diferencia significativa entre ellos. Los hallazgos coinciden con Tauber (2010) y Mafokozi (2011) en el que encuentran las mismas dificultades en alumnos de humanidades y de matemáticas.

Los resultados de esta investigación son relevantes porque reflejan la evidencia que no se está desarrollando la alfabetización estadística de los futuros profesionistas (a partir del análisis de la lectura e interpretación de gráficos), incluso de aquellos que han llevado alguna asignatura al respecto. Una característica particular del estudio que se hizo fue que la base común ha sido la interpretación de gráficos provenientes de medios de comunicación y con datos reales. Esto igual pudo ser un referente distinto a como se enseña y aprende en la universidad.

Las posibles atribuciones pueden ser la concepción y creencia que se tenga sobre los gráficos estadísticos, la “superficialidad” con que se aborda en los cursos, así como al poco tiempo destinado para la profundización, al enfoque didáctico que tiene la asignatura, las características del diseño curricular, de las metodologías y estrategias de enseñanza, las formas de evaluación, o a la heterogeneidad de contenidos curriculares de estadística de los programas, entre otros. Sumado a esto, se añaden la actualización de los programas, los libros de texto y el poco manejo de proyectos y datos contextualizados.

Lo cierto es que si un profesionista no refleja el uso y conocimiento estadístico en situaciones o contextos reales (tanto para su vida como para su disciplina), puede significar que no está preparado para explorar, analizar, interpretar y tomar decisiones en la solución de problemas, a partir de la información generada por los datos en escenarios reales. Esto igual es en detrimento sobre la

formación ciudadana crítica recibida durante sus estudios universitarios a partir de las asignaturas de estadística que cursó.

Las necesidades detectadas ponen énfasis en la importancia de desarrollar un proceso formativo que se encuentre relacionado con el contexto actual, las tendencias educativas internacionales y las necesidades de formación que exige la sociedad, y que tomen en cuenta el contexto histórico, social y cultural (Rodríguez *et al.*, 2014), que desarrolle un pensamiento reflexivo y crítico en los estudiantes y que relacione la teoría con la práctica. En este sentido, las tendencias internacionales confirman la importancia de integrar la estadística en los planes de estudio independientemente del área de conocimiento que se trate, pues como aseguran Torre y Gil (2004), la estadística no es área exclusiva de los matemáticos, o de las ciencias exactas, de ingeniería o de la salud.

Consideraciones Finales

Los resultados encontrados evidencian las necesidades en lectura e interpretación de gráficos estadísticos y, por lo consiguiente, carencias en la comprensión de situaciones o informaciones cotidianas que son publicadas en los medios de comunicación. Tomando en cuenta el concepto de alfabetización estadística adoptado para este trabajo, se puede afirmar que los estudiantes presentan necesidades en uno de los temas pilares como lo son la interpretación de gráficos estadísticos que aparecen en los medios de comunicación. Con base en los hallazgos, se puede asegurar que, en la mayoría de los casos, los estudiantes están realizando interpretaciones erróneas o incompletas de la información estadística que encuentran en los medios, a pesar de haber cursado alguna asignatura de estadística o no.

En este sentido, la mayoría de las asignaturas a nivel universitario no están diseñadas para alfabetizar estadísticamente a los estudiantes pues asegura que los cursos de estadística y los profesores se encuentran preocupados por la necesidad de transmitir conocimientos y enseñar para los exámenes dejando a un lado la interpretación de gráficos aparentemente sencillos que se presentan en los medios. Al parecer, los alumnos se encuentran preparados para la resolución de problemas y ejercicios a partir de los libros y los exámenes, pero no para enfrentarse a las representaciones que utilizan comúnmente los medios de comunicación en general o lo particular. En lo general, en los programas universitarios la práctica en lectura e interpretación de gráficos estadísticos es muy escueta, y se limita principalmente a las barras y sectores, a pesar de haber otros relevantes y útiles, y que muchas ocasiones los encontramos en los medios de comunicación.

La investigación si bien permitió explorar la diferencia entre aquellos que han tomado algún curso de estadística de los que no, este fue únicamente sobre la lectura e interpretación de gráficos estadísticos; y con estudiantes de carreras del área social, económico-administrativas y de humanidades. Asimismo, el cuestionario diseñado fue específicamente para estudiantes de estas áreas.

Los hallazgos encontrados dan cuenta de lo que ocurre en una universidad pública mexicana en la comparación de desempeños entre estudiantes que han llevado o no una asignatura de estadística, respecto de la lectura y comprensión gráfica. Si bien, estos no pueden ser generalizables y llevan a la necesidad de mirar a la estadística más allá de contenidos o temas específicos “que hay que cumplir” y que “son los mismos para todo universitario”. Directamente nos lleva a cuestionarnos, ¿por qué no

hubo las diferencias presumiblemente esperadas? El principal reto sigue siendo la necesidad de contar con estudiantes estadísticamente alfabetizados y que se refleje en una formación crítica ciudadana.

A futuro, una prioridad es analizar los programas de las asignaturas de estadística. Se debe de realizar, en la medida de lo posible, modificaciones curriculares en educación superior, orientado hacia el uso de datos reales y la interpretación y la reflexión de la información, más que centrarse a la sistematización de contenidos y los cálculos matemáticos. Debe ser una prioridad el desarrollo de la alfabetización estadística en el estudiando, que promueva la reflexión y vinculación de los contenidos con el uso cotidiano de esta herramienta independientemente el área de formación de cada estudiante, que sitúe la importancia de estas habilidades con las necesidades de formación personal y profesional.

Referencias

- Aoyama, K. Investigating a hierarchy of students' interpretations of graphs. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, v. 2, n. 3, p. 298-318, 2007.
- Arteaga, P. et al. Las tablas y gráficos estadísticos como objetos culturales. *Números: Revista de Didáctica de las Matemáticas*, n. 76, p. 55-67, 2011.
- Arteaga, P.; Vigo, J. M.; Batanero, C. Niveles de lectura de gráficos estadísticos en estudiantes de Formación Profesional. In: Muñoz-Escolano, J. M. et al. (ed.). *Investigación en Educación Matemática XXI* Zaragoza: SEIEM, 2017. p.129-136.
- Batanero, C.; Borovcnik, M. *Statistics and Probability in High School*. The Netherlands. Sense Publishers, 2016.
- Bertín, J. *Le Semiologie Graphique*. The Hague: Mouton-Gautier, 1973.
- Best, J. Uso y abuso de las estadísticas. *La distorsión en la percepción pública de los problemas sociales y políticos*. Santiago: Editorial Cuatro Vientos, 2009.
- Contreras, J. M. et al. Funciones semióticas críticas en el uso de diagramas de barras por los medios de comunicación. In: Contreras, J. M. et al. (ed.). *Actas del Segundo Congreso Internacional Virtual sobre el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemáticos*, 2017. Disponible en: https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/45104/Contreras_DiagramasBarras.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acceso en: 15 jun. 2023.
- Curcio, F. R. Comprehension of Mathematical Relationships Expressed in Graphs. *Journal for Research in Mathematics Education*, v. 18, n. 5, p. 382-393, 1987.
- Curcio, F. *Developing Graph Comprehension*. Elementary and Middle School Activities. Reston: National Council of Teachers of Mathematics, 1989.
- delMas, R.; Garfield, J.; Ooms, A. Using assessment items to study students' difficulty reading and interpreting graphical representations of distributions. In: Makar, K. (ed.). *Proceedings of the Fourth International Research Forum on Statistical Reasoning, Literacy, and Reasoning*. Nueva Zelanda: Universidad de Auckland, 2005.
- Díaz-Levicoy, D. et al. Gráficos estadísticos en libros de texto de Educación Primaria: un estudio comparativo entre España y Chile. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, v. 30, p. 713-737, 2016.
- Espinel, M. Construcción y razonamiento de gráficos estadísticos en la formación de profesores. In: Camacho, M.; Flores, P.; Bolea, P. (ed.). *Actas XI Simposio SEIEM*, La Laguna: Universidad de La Laguna, 2007. p. 99-119.
- Eudave, D. Niveles de comprensión de información y gráficas estadísticas en estudiantes de centros de educación básica para jóvenes y adultos de México. *Educación matemática*, v. 21, n. 2, p. 5-37, 2009.
- Fernández, N. et al. Comprensión de una tabla y un gráfico de barras por estudiantes universitarios. Areté. *Revista Digital del Doctorado en Educación de la Universidad Central de Venezuela*, v. 5 n. 10, p. 145-162, 2019.
- Friel, S. N.; Curcio, F. R.; Bright, G. W. Making sense of graphs: critical factors influencing comprehension and instructional implications. *Journal for Research in Mathematics Education*, v. 32, n. 2, p. 124-158, 2001.

- Gal, I. Adults' statistical literacy: Meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, v. 70, n. 1, p. 1-25, 2002.
- Garfield, J.; delMas, R.; Chance, B. The Web-based ARTIST: Assessment resource tools for improving statistical thinking. *In: Annual meeting of the American Educational Research Association*, Chicago, 2003.
- Gea, M. M.; Arteaga, P.; Cañadas, G. Interpretación de gráficos estadísticos por futuros profesores de Educación Secundaria. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, v. 12, p. 19-37, 2017.
- Mafokozi, J. Nivel de alfabetización estadística del alumnado universitario de letras: El caso de la Facultad de Educación de la Universidad Complutense de Madrid/Statistical literacy level of arts college students: The case of the School of Education of the Complutense University of Madrid. *Revista Complutense de Educación*, v. 22, n. 1, 2011.
- Marín, A.; Pinto, J. Análisis curricular de los programas de estadística en una universidad pública. En P. Canto y A. Zapata (ed.). *La educación para todas y todos a lo largo de la vida*. México: Unas letras industria editorial, 2017. p. 168-173.
- Monteiro, C.; Ainley, J. Investigating the interpretation of media graphs among student teachers. *International Electronic Journal Mathematics Education*, v. 2, n. 3, p. 187-207, 2007.
- Moreno, M. *Introducción a la metodología de la investigación educativa*. México: Editorial Progreso, 1993.
- Pérez, M. P.; Postigo, Y.; Marín, C. Las habilidades gráficas de los estudiantes universitarios: ¿cómo comprenden las gráficas los estudiantes de psicología? *Cultura y Educación*, v. 22, n. 2, p. 215-229, 2010.
- Postigo, Y.; Pozo, J. I. Cuando una gráfica vale más que 1.000 datos: la interpretación de gráficas por alumnos adolescentes. *Infancia y aprendizaje*, v. 23, n. 90, p. 89-110, 2000.
- Rodríguez, M. N. et al. La formación estadística universitaria orientada a la solución de problemas profesionales. *Pedagogía Universitaria*, v. 19, n. 1, 2014.
- Scheaffer, R.; Mendenhall, W.; Ott, R. *Elementos de muestreo*. 6. ed. España: Thompson, 2006.
- Secretaría de Educación Pública. *Programas de estudio 2011*. Guía para el maestro. Educación Básica. Secundaria. Matemáticas. Primera edición, México, 2011.
- Sorto, M. A. *Prospective middle school teachers' knowledge about data analysis and its application to teaching*. Tesis (PhD in Philosophy) — Michigan State University, 2004.
- Tauber, L. Análisis de elementos básicos de alfabetización estadística en tareas de interpretación de gráficos y tablas descriptivas. *Ciencias Económicas*, v. 1, n. 12, p. 53-74, 2010.
- Torre, J. C.; Gil, E. *Hacia una enseñanza universitaria centrada en el aprendizaje*. Universidad Pontificia Comillas, 2004.
- Vázquez, C. Comprensión y uso docente de gráficos estadísticos por futuros profesores para promover competencias para la sostenibilidad. *Revista Paradigma*, v. 42, p. 165-190, 2021.
- Wainer, H. A test of graphicacy in children. *Applied Psychological Measurement*, v. 4, n. 3, p. 331-340, 1980.
- Watson, J. Assessing statistical thinking using the media. *The assessment challenge in statistics education*, v. 12, p. 107-121, 1997.
- Wu, Y. Singapore Secondary School Students' Understanding of Statistical Graphs. *In: Proceedings of the 10th International Congress on Mathematical Education*. Copenhagen, Dinamarca, 2004.

Colaboración

J. E. PINTO SOSA y A. J. MARÍN CHÉ, participaron conjuntamente en la concepción y escritura de la obra.

Editora Responsável: Celi Aparecida Spasandin Lopes

Conflicto de intereses: Los autores declaramos que no nos encontramos en ninguna situación de conflicto de intereses.

Recibido el 28/4/2023, versión final el 19/6/2023 y aprobado el 6/7/2023.