

De la pregunta a la decisión: fomentando el pensamiento estadístico en estudiantes universitarios

From question to decision: Fostering statistical thinking in university students

Roberto Carlos Barrientos Medina¹

¹Universidad Autónoma de Yucatán, México (rcbm73@gmail.com)

Cómo citar este artículo:

Barrientos Medina, R. C. (2024). De la pregunta a la decisión: fomentando el pensamiento estadístico en estudiantes universitarios. *Educación y ciencia*, 13(61), 120-129.

Recibido: 3 de noviembre de 2023 | Aceptado: 26 de abril de 2024 | Publicado: 15 de julio de 2024

Resumen

Este artículo describe una experiencia educativa, un seminario sobre el pensamiento estadístico impartido a estudiantes de ciencias biológicas y agropecuarias. Se destaca la importancia de la alfabetización y el pensamiento estadístico en la formación de estos estudiantes. A través del análisis de los intereses y motivaciones de los participantes, se adaptó el seminario para abordar conceptos clave del pensamiento estadístico. Se ejemplificó con un caso real en ecotoxicología, enfatizando la importancia de un enfoque práctico en la enseñanza estadística. Finalmente, se analiza la evolución de la comprensión de los participantes y las lecciones clave aprendidas, subrayando la relevancia de la alfabetización estadística y el pensamiento estadístico en su formación académica.

Palabras clave: estadística; visualización de datos; correlación; inferencia estadística

Abstract

This article describes an educational experience, a seminar on statistical thinking delivered to students of biological and agricultural sciences. It highlights the importance of statistical literacy and thinking in the education of these students. Through the analysis of the participants' interests and motivations, the seminar was adapted to address key concepts of statistical thinking. It was exemplified with a real case in ecotoxicology, emphasizing the importance of a practical approach in statistical education. Finally, the evolution of the participants' understanding and key lessons learned is analyzed, emphasizing the relevance of statistical literacy and statistical thinking in their academic development.

Keywords: statistics; data visualization; correlation; statistical inference

INTRODUCCIÓN

Actualmente, se considera que la estadística debe formar parte de la herencia cultural de los ciudadanos (Batanero, 2004). Es por eso que se ha incorporado, como asignatura formal o como temas transversales, a los currículos de diferentes niveles educativos. En su enseñanza, se deben perseguir dos objetivos (Batanero, 2000): la comprensión y apreciación

de la importancia de la estadística para la sociedad, así como la comprensión y valoración del método estadístico como medio para la resolución de problemas.

En el proceso de enseñanza de la estadística, la inclusión de la instrucción formal sobre el pensamiento estadístico es de suma importancia (Aliaga et al., 2005; American Statistical Association [ASA], 2016). El pensamiento estadístico puede definirse como el proceso que permite la resolución de problemas desde el planteamiento de preguntas relevantes desde un contexto, la recolección de datos pertinentes, la exploración adecuada de los datos para visualizar y apreciar la variación existente, elegir el procedimiento de inferencia estadística más apropiado para el caso e inclusive generar nuevas preguntas de investigación (Snee, 1990; Chance, 2002; Pfannkuch y Wild, 2004).

A pesar de lo anterior, autores como Behar y Grimma (2004) se preguntan si en realidad estamos formando profesionales capaces de utilizar las habilidades relacionadas con el pensamiento estadístico o si la educación estadística a este nivel se enfoca únicamente en algoritmos y cálculos. En el campo particular de las ciencias biológicas y agropecuarias, la existencia de textos especializados en las aplicaciones de la Estadística en la Biología (Scheffler, 1979; Zar, 1999), la Ciencia Animal (Kaps y Lamberson, 2004; Petrie y Watson, 2006) y la Agronomía (Balzarini et al., 2012), señalan su importancia en la formación de los profesionales de estas disciplinas. Sin embargo, como se puede apreciar en las tablas de contenido de las obras antes señaladas, el énfasis se encuentra en los métodos analíticos, más que en el pensamiento que debe llevar a la aplicación (Dalsey, 1979; Gigerenzer, 1998). Por lo tanto, es importante exponer explícitamente a los estudiantes al pensamiento estadístico.

Con base en lo anterior, se ofreció un seminario de dos horas y media a los estudiantes, tanto de licenciatura como de posgrado, del campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Yucatán, con el fin de introducirlos en el proceso del pensamiento estadístico. En este artículo se describe esta experiencia educativa, al tiempo que se reflexiona sobre sus utilidades y potencialidades.

Explorando el pensamiento estadístico

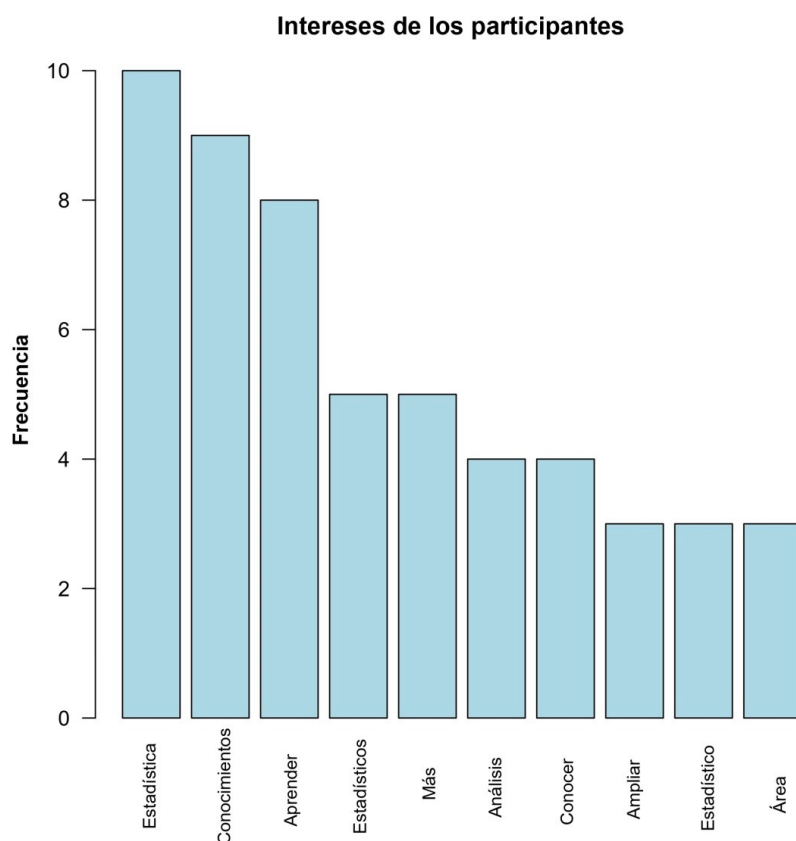
El seminario se llevó a cabo el 12 de mayo de 2023. Durante el mes previo, se promovió el evento en diversas redes sociales y a los estudiantes que confirmaron su interés por correo electrónico (n=26), se les envió el enlace de un formulario de Google, en el que además de datos generales y de contacto, se les preguntó sobre sus intereses y motivaciones para inscribirse al seminario, dado que tanto el tema era novedoso para ellos y la forma de abordarlo resultara de interés.

Para analizar los intereses y motivaciones de los estudiantes, se recurrieron a técnicas de análisis relacionadas con la minería de datos de texto (Solka, 2008), para extraer patrones relevantes incluidos en las respuestas de los participantes inscritos. Para este fin, se concentraron todas las opiniones de cada tema (intereses y motivaciones) en un solo documento, el cual se sometió al procedimiento de curado y análisis descrito por Mendoza-Vega (2016), implementado en el ambiente de programación R (R Core Team, 2023).

Las palabras más frecuentes citadas por los participantes en sus intereses fueron *estadística*, *conocimientos* y *aprender*. Al indagar sobre las asociaciones de los términos estadística y pensamiento (puesto que se encuentran en el corazón del seminario) en los intereses señalados por los participantes, en el primer caso la correlación más alta fue con *análisis* ($r= 0.60$), mientras que en el segundo las asociaciones más altas fueron con *entenderlo*, *estadístico*, *futuro*, *usarlo* y *acerca*, todas ellas con una $r= 0.69$.

Figura 1

Frecuencia de las palabras relacionadas con los intereses de los participantes

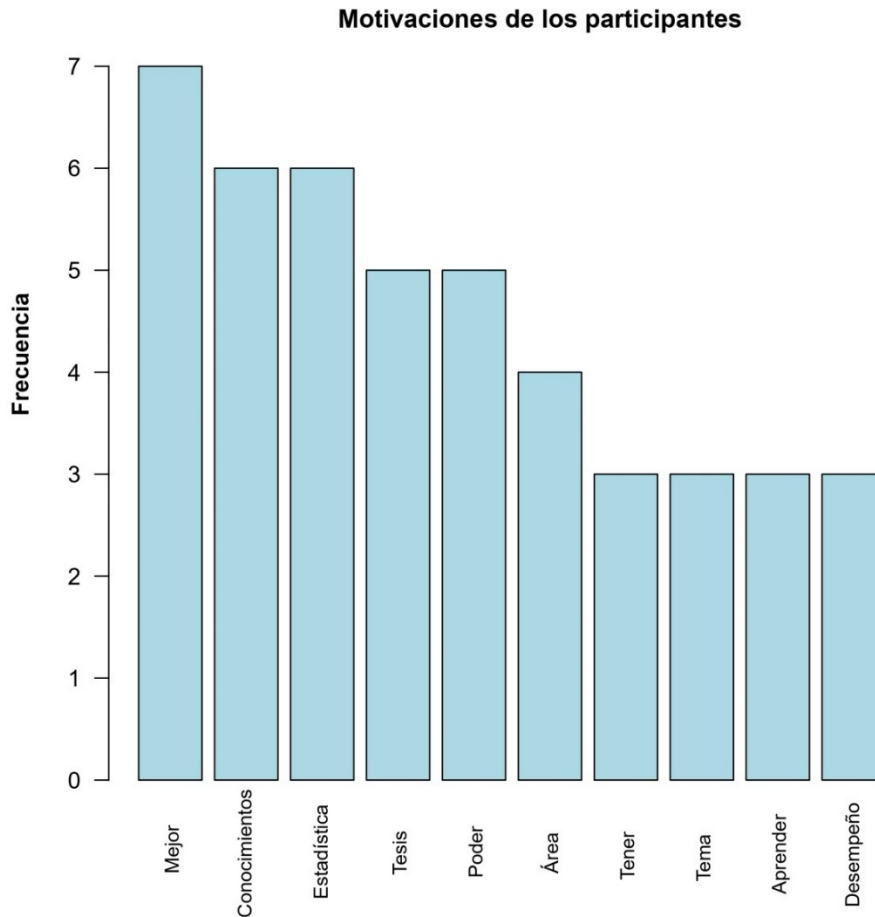


Nota. Elaboración propia.

En cuanto a las motivaciones, las palabras más frecuentes fueron *mejor*, *conocimientos* y *estadística*. En este punto, se encontró que las asociaciones más relevantes para estadística y conocimientos fueron *Egel*, *fortalecer* y *preparación*, todas con una $r= 0.37$.

Figura 2

Frecuencia de las palabras relacionadas con las motivaciones de los participantes



Nota. Elaboración propia.

Después de la revisión del nivel académico de los estudiantes inscritos y considerando tanto sus intereses como motivaciones, se tomó la decisión de dividir el seminario en dos partes. En la primera, se presentó la definición y las características principales de las etapas del pensamiento estadístico:

1. Formulación del problema de interés
2. Diseño del estudio
3. Recolección de datos
4. Análisis de los datos
5. Interpretación de los resultados
6. Comunicación de los resultados

En la segunda parte, se ejemplificó el proceso con el examen de un caso real. Esta parte se describe con detalle en la siguiente sección.

Estudio de un caso práctico en Ecotoxicología

Para ejemplificar el proceso del pensamiento estadístico, se empleó el estudio de Franco-Zubieta (2019), sobre la determinación del daño genotóxico en el sapo costero (*Incilius valliceps*).

Tabla 1

Etapas del proceso de pensamiento estadístico aplicadas al estudio de caso

Etapa	Elementos relevantes
Formulación del problema de interés	Contaminación ambiental
	Especies indicadoras
	Biomarcadores
	Objetivo del trabajo
Diseño del estudio	Áreas (expuesta a plaguicidas, control o referencia)
	Estrategias y técnicas de muestreo
Recolección de datos	Variable de respuesta
	Recolección de muestras de sangre
	Conteo de micronúcleos
Análisis de los datos	Determinación de las variables (factores, respuesta)
	Elección del contraste de hipótesis
	Tamaño del efecto
Interpretación de los resultados	Análisis de supuestos
	Inferencia estadística
	Alternativas de análisis
Comunicación de los resultados	Elementos esenciales de la reproducibilidad de la ciencia

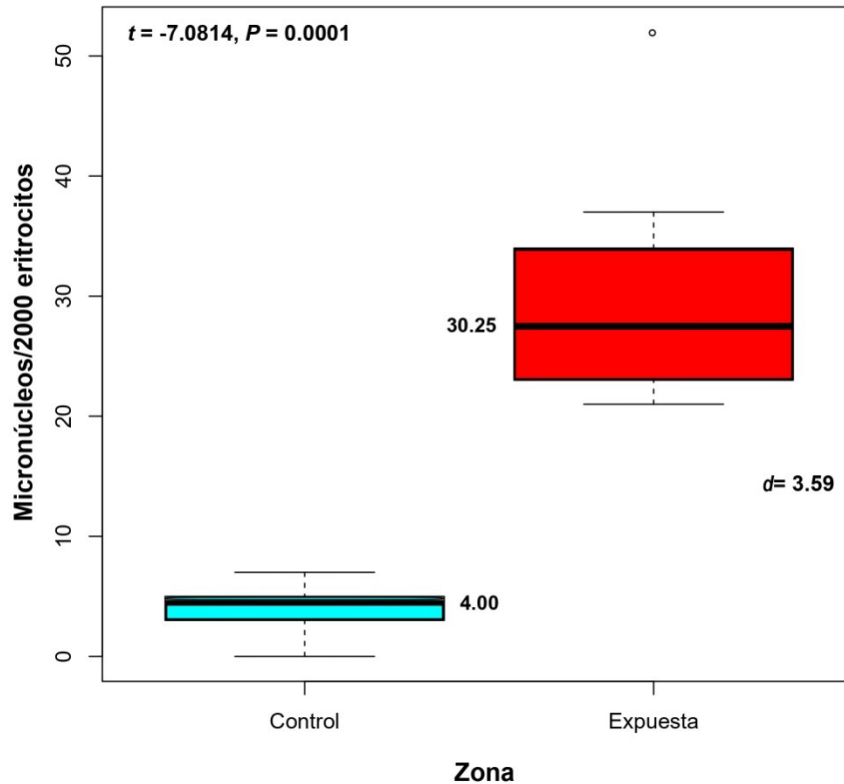
Nota. Elaborado con base en Franco-Zubieta (2019).

En la exposición se resaltó la importancia de tener un contexto disciplinar (epistémico) adecuado, del cual se derivan la pregunta de investigación, la hipótesis asociada y el diseño estadístico de la investigación, que se relaciona de manera directa con la estrategia de muestreo y con las técnicas de recolección de los datos.

En las secciones de análisis de los datos se hizo énfasis en el correcto uso de las técnicas de exploración (tanto numéricas como de visualización de datos), que además de permitir la familiarización con los datos ayudan a elegir el contraste de hipótesis adecuado. También se hizo hincapié en cómo realizar apropiadamente la inferencia estadística, que debe incluir una medida del tamaño del efecto en el caso de que se presenten diferencias significativas.

Figura 3

Resumen de los resultados del análisis estadístico, incluyendo el tamaño del efecto (d)



Nota. Elaboración propia.

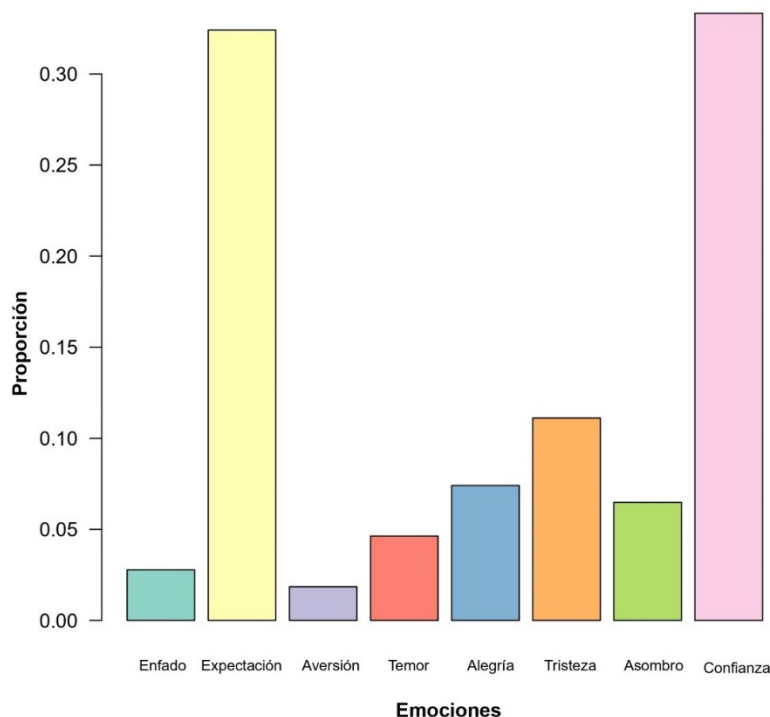
Finalmente, después de hablar de algunos métodos alternativos de análisis (pruebas no paramétricas, métodos de remuestreo, modelos lineales generalizados), se abordó la importancia de comunicar adecuadamente los resultados de las investigaciones, en el marco de los elementos de la ciencia reproducible (Munafó et al., 2017). También se mencionó el uso de herramientas como R Markdown (Baumer y Udwin, 2015), que permiten tener un reporte detallado de todo el proceso de análisis de datos, el cual puede incorporarse a las evidencias relacionadas con la generación de la investigación.

Evolución de la alfabetización y el pensamiento estadístico

En el análisis de las reflexiones de los participantes sobre la evolución de su comprensión de la alfabetización estadística y el pensamiento estadístico, se utilizó el procedimiento descrito por Isasi (2021), relacionado con el análisis de sentimientos, también en el ambiente de programación R. Las emociones con mayor proporción fueron la confianza y la expectativa, mientras que la menos representada fue la aversión.

Figura 4

Emociones más representativas de los participantes en relación con su comprensión de los temas tratados.



Nota. Elaboración propia.

Los temas de mayor impacto, de acuerdo con lo señalado por los participantes, fueron *alfabetización estadística* (tres menciones), *análisis e interpretación de datos* (tres menciones), *aplicación correcta de la estadística* (dos menciones) y la *importancia del pensamiento estadístico en el proceso de investigación* (dos menciones).

CONCLUSIONES

En este artículo se ha descrito la experiencia educativa de la impartición de un seminario sobre el pensamiento estadístico. Las conclusiones derivadas son las siguientes.

De acuerdo con los temas de mayor impacto señalado por los participantes, resulta evidente la necesidad de integrar, de manera explícita, la alfabetización estadística y el pensamiento estadístico en la formación de estudiantes de ciencias biológicas y agropecuarias y, en general, de cualquier estudiante universitario. Estos elementos son esenciales para abordar los problemas de investigación (Taplin, 2003; Tong, 2019) y tomar

decisiones informadas en distintos contextos: científico, académico, docente y, en general, en la vida diaria.

Aunque el impacto del seminario se considera proximal, cercano a la participación de los estudiantes en la experiencia educativa, con el análisis de sus reacciones se pudieron identificar algunos aspectos clave, como la alfabetización estadística (en particular, la interpretación de datos) y la aplicación correcta de la estadística en el proceso de investigación. Estas habilidades deben enseñarse de manera explícita para promover un efecto positivo en los estudiantes, el cual puede ayudar a reducir la ansiedad ante el aprendizaje estadístico.

La estrategia de utilizar un formulario de Google para recabar información sobre los intereses y motivaciones de los participantes registrados en el seminario, además de permitir el análisis estadístico de estos aspectos (Tapia, 2015), facilitó el establecimiento del enfoque adecuado para el seminario. Una fortaleza de la experiencia fue el análisis de un caso práctico y real, un ejercicio de investigación enmarcado en la disciplina de la ecotoxicología. Esto subraya la relevancia de utilizar ejemplos propios de la disciplina científica que cultivan los estudiantes para promover el entendimiento y la apreciación de la estadística.

Otra fortaleza del seminario fue abordar la importancia de la ciencia reproducible y de utilizar herramientas como R Markdown (Baumer y Udwin, 2015) para la documentación detallada del proceso de análisis de datos y la promoción de la transparencia en la investigación y la comunicación adecuada de los resultados.

En resumen, esta experiencia educativa refleja la necesidad de una educación estadística más centrada en el pensamiento y la alfabetización estadística, con aplicaciones prácticas en el contexto de las ciencias biológicas y agropecuarias. El seminario ofrecido destaca cómo estas habilidades pueden impulsar su desarrollo profesional, preparándolos para enfrentar la toma de decisiones informadas en sus futuras investigaciones y carreras, así como en la vida cotidiana.

REFERENCIAS

- Aliaga, M., Cobb, G., Cuff, C., Garfield, J., Gould, R., Lock, R., Moore, T., Rossman, A., Stephenson, B., Utts, J., Velleman, P., & Witmer, J. (2005). *Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education (GAISE) College Report*. https://www.amstat.org/asa/files/pdfs/GAISE/2005GaiseCollege_Full.pdf.
- American Statistical Association [ASA] Revision Committee (2016). *Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education College Report 2016*. https://www.amstat.org/asa/files/pdfs/GAISE/GaiseCollege_Full.pdf.
- Balzarini, M., Di Rienzo, J., Tablada, M., Gonzalez, L., Bruno, C., Córdoba, M., Robledo, W. y Casanoves, F. (2012). *Estadística y biometría. Ilustraciones del uso de Infostat en problemas de agronomía*. Universidad Nacional de Córdoba.
- Batanero, C. (2000). ¿Hacia dónde va la educación estadística? *Blaix*, 15, 2-13.

- Batanero, C. (2004). Los retos de la cultura estadística. *Yupana, Revista de Educación Matemática de la UNL*, 1, 27-36. <http://dx.doi.org/10.14409/ya.v1i1.238>
- Baumer, B. y Udwin, D. (2015). R markdown. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 7(3), 167-177. <http://dx.doi.org/10.1002/wics.1348>
- Behar-Gutiérrez, R. y Grima-Cintas, P. (2004). La Estadística en la Educación Superior ¿Formamos Pensamiento Estadístico? *Ingeniería y competitividad*, 5(2), 84-90.
- Chance, B. L. (2002). Components of statistical thinking and implications for instruction and assessment. *Journal of Statistics Education*, 10(3). <http://dx.doi.org/10.1080/10691898.2002.11910677>
- Daisley, P. (1979). Statistical thinking rather than statistical methods. *Journal of the Royal Statistical Society, Series D (The Statistician)*, 28(4), 231-239.
- Franco-Zubieta, P. (2019). Determinación de daño genotóxico en el sapo costero *Incilius valliceps* (Wiegmann, 1833) en el área natural protegida "San Juan Bautista Tabi y anexa Sacnicté", Yucatán, México [Tesis profesional, Universidad Autónoma de Yucatán].
- Gigerenzer, G. (1998). We need statistical thinking, not statistical rituals. *Behavioral and Brain Sciences*, 21(2), 199-200.
- Isasi, J. (2021). *Análisis de sentimientos en R con 'syuzhet'*. <https://programminghistorian.org/es/lecciones/analisis-de-sentimientos-r>.
- Kaps, M. y Lamberson, W. R. (2004). *Biostatistics for Animal Science*. CABI Publishing.
- Mendoza-Vega, J. B. (2016). *Introducción a la minería de textos con R*. <https://rpubs.com/jboscomendoza/mineria-de-textos-con-r>.
- Munafò, M. R., Nosek, B. A., Bishop, D. V., Button, K. S., Chambers, C. D., Percie du Sert, N., Simonsohn, U., Wagenmakers, E., Ware, J. J. y Ioannidis, J. (2017). A manifesto for reproducible science. *Nature human behaviour*, 1(1), 1-9. <http://dx.doi.org/10.1038/s41562-016-0021>
- Pfannkuch, M. y Wild, C. (2004). Towards an understanding of statistical thinking. En Ben-Zvi, D. y Garfield, J. *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking* (pp. 17-46). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Petrie, A. y Watson, P. (2006). *Statistics for Veterinary and Animal Science* (2a ed.). Blackwell Publishing.
- R Core Team (2023). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <<https://www.R-project.org/>>.

- Scheffler, W. C. (1979). *Statistics for the Biological Sciences*, Second Edition. Reading: Addison-Wesley Publishing.
- Snee, R. D. (1990). Statistical thinking and its contribution to total quality. *The American Statistician*, 44(2), 116-121. <http://dx.doi.org/10.2307/2684144>
- Solka, J. L. (2008). Text data mining: theory and methods. *Statistical Surveys*, 2, 94-112. <http://dx.doi.org/10.1214/07-SS016>
- Tapia, P. (2015). Extracción y análisis de datos estadísticos en el nivel superior a través del uso de los Formularios de Google. En Morales, E., Moranchel, M., Aureola, S. y Ángeles, B. *Diálogos, Las TIC en la Universidad* (pp. 319-326). México: Universidad Autónoma Metropolitana, Red Innovación Educativa y Apropiación Tecnológica, Grupo Editorial Hess.
- Taplin, R. H. (2003). Teaching statistical consulting before statistical methodology. *Australian & New Zealand Journal of Statistics*, 45(2), 141-152.
- Tong, C. (2019). Statistical inference enables bad science; statistical thinking enables good science. *The American Statistician*, 73(sup1), 246-261.
- Zar, J. H. (1999). *Biostatistical analysis* (4a ed.). Prentice Hall