

Journal of Research in Mathematics Education
Volume 14, Issue 2, 24th June 2025, Pages 139-162
© The Author(s) 2025
<http://dx.doi.org/10.17583/redimat.17691>

Data Analysis Skills through a Research Cycle in Undergraduate Students

Hugo Alvarado Martínez¹, Lidia Retamal¹, Soledad Estrella², Johanna Díaz³ & Maritza Galindo Illanes⁴

- 1) *Universidad Católica de la Santísima Concepción*, Chile
- 2) *Pontificia Universidad Católica de Valparaíso*, Chile
- 3) *Universidad Tecnológica de Chile Inacap*, Chile
- 4) *Universidad San Sebastián*, Chile

Abstract

This study, oriented in a statistical research cycle, assesses the data analysis and problem-solving skills acquired by 450 engineering students. Performance level descriptors on descriptive statistics were applied in 168 contextualised scientific initiation works of future engineers. The results show progress in collaborative work and the formulation of conclusions, although areas for improvement are identified, especially in the formulation of hypotheses, data cleaning and interpretation of graphical and statistical measures. The active methodology applied and the feedback from a group of teachers promoted greater motivation, autonomy and competence in the students, although it is necessary to reinforce fundamental aspects of statistics. It is suggested to promote research activities in students, creating problems in coherence with the formulation of questions, the development of hypotheses and data analysis.

Keywords

Descriptive statistics, data analysis, research cycle, statistical skills, engineering education

To cite this article: Alvarado, H., Retamal, L., Estrella, S., Díaz, J. & Galindo, M. (2025). Data Analysis Skills through a Research Cycle in Undergraduate Students. *Journal of Research in Mathematics Education*, 14(2), pp. 139-162. <http://dx.doi.org/10.17583/redimat.17691>

Corresponding author(s): Hugo Alvarado

Contact address: alvaradomartinez@ucsc.cl

Journal of Research in Mathematics Education
Volumen 14, Número 2, 24 de junio, 2025, Páginas 139-162
© Autor(s) 2025
<http://dx.doi.org/10.17583/redimat.17691>

Habilidades de Análisis de Datos mediante un Ciclo de Investigación en Estudiantes Universitarios

Hugo Alvarado Martínez¹, Lidia Retamal¹, Soledad Estrella², Johanna Díaz³ y Maritza Galindo Illanes⁴

- 1) *Universidad Católica de la Santísima Concepción*, Chile
- 2) *Pontificia Universidad Católica de Valparaíso*, Chile
- 3) *Universidad Tecnológica de Chile Inacap*, Chile
- 4) *Universidad San Sebastián*, Chile

Resumen

Este estudio, orientado en un ciclo de investigación estadístico, evalúa las habilidades de análisis de datos y resolución de problemas adquiridas por 450 estudiantes de ingeniería. Se aplicaron descriptores de niveles de desempeño sobre estadística descriptiva en 168 trabajos contextualizados de iniciación científica de los futuros ingenieros. Los resultados muestran avances en el trabajo colaborativo y la formulación de conclusiones, aunque se identifican áreas de mejora, especialmente en la formulación de hipótesis, limpieza de datos e interpretación de medidas gráficas y estadísticas. La metodología activa aplicada y la retroalimentación de un grupo de docentes, promovió una mayor motivación, autonomía y competencia en los estudiantes, aunque es necesario reforzar aspectos fundamentales de la estadística. Se sugiere promover en los estudiantes actividades de investigación, creando problemas en coherencia con la formulación de preguntas, la elaboración de hipótesis y el análisis de datos.

Palabras clave

Estadística descriptiva, análisis de datos, ciclo de investigación, habilidades estadísticas, educación en ingeniería

Cómo citar este artículo: Alvarado, H., Retamal, L., Estrella, S., Díaz, J. y Galindo, M. (2025). Habilidades de Análisis de Datos mediante un Ciclo de Investigación en Estudiantes Universitarios. *Journal of Research in Mathematics*, 14(2), pp. 139-162. <http://dx.doi.org/10.17583/redimat.17691>

Correspondencia Autor: Hugo Alvarado

Dirección de contacto: alvaradomartinez@ucsc.cl

En el contexto de la sociedad de la información y el avance de las tecnologías, la creciente disponibilidad de datos exige que los ciudadanos desarrollen competencias estadísticas que les permitan evaluar críticamente afirmaciones basadas en datos y sustentar argumentaciones con base en la evidencia empírica (Estrella, 2017; Weiland, 2017). La estadística, como disciplina fundamental en la Ciencia de Datos, facilita la interpretación de los datos y respalda la toma de decisiones informadas, desempeñando un papel central en las múltiples disciplinas de la educación universitaria. Sin embargo, a pesar de su relevancia tanto en el ámbito profesional como en la formación de ciudadanos con pensamiento crítico ante la información, los cursos de estadística en la educación superior no han incorporado de manera sistemática metodologías activas que favorezcan el desarrollo de habilidades en ciclos de investigación (e.g., Lee et al., 2022). En particular, se observa una limitada integración de estrategias pedagógicas que promuevan la formulación de preguntas, la construcción de hipótesis, el diseño metodológico de problemas contextualizados y la apropiación del conocimiento científico.

La renovación metodológica en la enseñanza universitaria de la estadística emerge como una necesidad urgente en la sociedad actual. Los temas vinculados a la ciencia de datos no han constituido un componente central en los programas de pregrado orientados a la formación estadística. Como señalaban Hardin et al. (2015), es indispensable una transformación curricular innovadora que permita incorporar nuevos objetivos de aprendizaje acordes con las demandas de estos tiempos. En esta línea, el informe GAISE (2016) recomendaba que, a lo largo de un curso introductorio, se aborde el ciclo completo de investigación estadística (Wild y Pfannkuch, 1999), comenzando con una pregunta motivadora que justifique la recolección de datos, finalizando con las conclusiones y direcciones para el trabajo futuro.

Un estudio sobre la educación estadística en Latinoamérica, evidenció que el 63,8% de los trabajos analizados se centraba en la estadística descriptiva y la asociación de variables, mientras que la presencia de estudios innovativos con enfoques didácticos y propuestas pedagógicas fue considerablemente baja (Salcedo y Díaz-Levicoy, 2023). Parece necesario implementar estrategias de enseñanza planificadas, organizadas y fundamentadas que fomenten el desarrollo de habilidades cognitivas en los estudiantes, particularmente en la resolución de problemas contextualizados (Canal, et al., 2020). En este sentido, la estadística permite tanto transformar datos en información, como también promover el pensamiento estadístico para la toma de decisiones fundamentadas, con aplicaciones que van desde el ámbito académico hasta la optimización de procesos en entornos profesionales (López y Sánchez, 2004).

En el ámbito universitario, la estadística es frecuentemente percibida por los estudiantes como una asignatura de alta complejidad, especialmente en carreras orientadas a las ciencias e ingeniería. A pesar de reconocer su aplicabilidad en diversos contextos de resolución de problemas, los niveles de rendimiento académico en cursos de estadística suelen ser inferiores en comparación con otras asignaturas de matemáticas dentro de las Ciencias Básicas. Diversos factores inciden en esta problemática, entre ellos, la actualización curricular, que ha implicado un aumento en la carga de contenidos sin necesariamente fortalecer la comprensión progresiva de los conceptos estadísticos fundamentales. Asimismo, existe la presunción de que los estudiantes ingresan a la universidad con un dominio previo de habilidades estadísticas esenciales y una actitud positiva hacia la disciplina. Sin embargo, la evidencia empírica sugiere

que esta suposición no es real, lo que genera desafíos adicionales en la enseñanza de la estadística en educación superior. En particular, se ha identificado una apropiación deficiente del conocimiento conceptual y procedimental de la estadística descriptiva, lo que resulta crítico dado su papel fundamental en la fase inicial del análisis de datos dentro de procesos de indagación científica. Estudios previos han documentado dificultades persistentes en la comprensión y aplicación de medidas estadísticas, la interpretación de gráficos y la identificación de relaciones entre variables estadísticas, lo que evidencia la necesidad de revisar y fortalecer las estrategias pedagógicas en la enseñanza de la estadística en la formación universitaria (Alvarado et al., 2018; Chance et al., 2004; Gea et al., 2017; Gea et al., 2019; Inzunza, 2016; Juárez e Inzunza, 2014; Mayén et al., 2009).

En la era del Big Data y la inteligencia artificial, las instituciones educativas deben replantear el diseño curricular tradicional para integrar de manera más explícita los nuevos aprendizajes emergentes de la Ciencia de Datos (De Veaux et al., 2017). En un contexto donde la toma de decisiones basada en datos es crucial, la comprensión de los conceptos y procedimientos estadísticos se vuelve indispensable para la formación de los ingenieros. Entre las competencias esenciales que debe desarrollar un futuro ingeniero se encuentran no solo la identificación, formulación y resolución de problemas de ingeniería, sino también el análisis e interpretación de datos y su comunicación efectiva. Estas competencias están alineadas con los criterios establecidos por el *Accreditation Board for Engineering and Technology* (ABET, 2019), que enfatizan la importancia del pensamiento crítico y la toma de decisiones fundamentada en evidencia. Sin embargo, en la educación en ingeniería, existe una carencia de estudios, especialmente cualitativos, sobre las percepciones de los estudiantes respecto al aprendizaje basado en problemas y su aplicación en contextos reales, lo que resalta la necesidad de investigar cómo estas metodologías pueden potenciar el desarrollo de competencias estadísticas y analíticas en escenarios prácticos (Boelt et al., 2022).

El objetivo de esta investigación es evaluar en estudiantes de ingeniería el aprendizaje sobre estadística descriptiva orientado por un ciclo investigativo, mediante los niveles de desempeño en análisis de datos. Además, examinar las percepciones individuales de los estudiantes en aspectos investigativos y habilidades de trabajo colaborativo.

Marco Referencial

Esta sección se sustenta en investigaciones previas que abordan las dificultades asociadas con la comprensión de los conceptos de la estadística descriptiva. Asimismo, se consideran orientaciones pedagógicas para fomentar el desarrollo del pensamiento estadístico, destacando la relevancia de la estadística en la formación integral de los ingenieros. Además, se propone el uso de metodologías activas como estrategia para promover el análisis de datos y fortalecer su aprendizaje.

Las dificultades de comprensión de elementos conceptuales de estadística descriptiva se presentan tanto en tablas de frecuencias, gráficos y medidas estadísticas, como estudios de asociación y correlación. Investigaciones con estudiantes universitarios sobre niveles de comprensión y errores de aplicación de conceptos, señalan que, si bien los estudiantes elaboran tablas y gráficos, la dificultad surge al momento de las interpretaciones y comprensión

superficial de conversión de representaciones gráficas y medidas de tendencia central y de dispersión. La falta de apropiación y confusión con los objetos estadísticos evidencia la complejidad de los estudiantes para utilizar y resolver de manera adecuada las situaciones problemas (Álvarez et al., 2020; Arteaga et al., 2016; Estrella et al., 2017; Fernández et al., 2019; Gea et al., 2017; Juárez e Inzunza, 2014; Suyunovich, 2025).

En cuanto a los errores de comprensión de las medidas estadísticas, se evidencia confusión entre promedio y valor de la variable, sobre el significado de la media aritmética, la aplicación de la mediana como representante de posición del conjunto de datos, la determinación de la medida estadística adecuada para datos con valores atípicos, y la interpretación de la media y la desviación estándar (Alvarado y Segura, 2012; Cobo y Batanero, 2004; Mayen et al., 2009; Ortiz y Font, 2014; Sánchez y Hoyos, 2013).

En estudios de estadística descriptiva bivariada para tablas de contingencia y regresión lineal, la complejidad de sus aplicaciones es señalada respecto a los errores de interpretación de tablas de contingencia y no sobre la obtención de tablas marginales y condicionales. Asimismo, se han encontrado errores de interpretación de los coeficientes de correlación y de bondad de ajuste, y coeficiente del modelo, como en la predicción del modelo y confusión entre las variables respuesta y explicativa (Alvarado et al., 2018; Gea et al., 2019; Inzunza, 2016).

El presente estudio valora reconocer y comprender el proceso de investigación completo, desde la pregunta planteada hasta la elección de los análisis para la toma de decisiones. Considerando las ideas fundamentales de datos, gráficos y asociación de la alfabetización estadística y el razonamiento estadístico, como la forma de argumentar el uso y proceso de la información, los modos fundamentales de reconocer la necesidad de los datos y la integración de la estadística y el contexto. El enfoque adopta la mirada de dar solución a un problema estadístico, teniendo en cuenta que el pensamiento estadístico conjuga el conocimiento estadístico y del contexto (Ben-Zvi y Garfield, 2004; Wild y Pfannkuch, 1999).

Se reconoce importante la formación del pensamiento estadístico pues permite desarrollar las habilidades básicas como organizar datos, construir y presentar tablas, y reconocer e interpretar diferentes representaciones de datos, siendo importante las representaciones estadísticas para transformar los datos en información (Bargagliotti, 2020; Estrella, 2015; Suyunovich, 2025). Así, pensar correctamente induce a evaluar los argumentos estadísticos de los demás y sustentar los propios (Arteaga et al., 2012; Canal et al., 2020; Moore, 1998; Régnier y Kuznetsova, 2014; Tunstall, 2018).

En ingeniería se concibe el pensamiento estadístico como un conjunto de principios y valores que permiten identificar los procesos, caracterizarlos, cuantificarlos, controlar y reducir su variación. También, se fundamenta en tres principios de la Estadística, que toda actividad es un proceso, la variación está presente en todo proceso, y comprender y reducir la variabilidad es la clave del éxito (American Society Quality, 1996; Snee, 1990).

Actualmente se promueve con fuerza en distintas universidades chilenas, un modelo que busca proporcionar a los estudiantes el aprendizaje que necesitan para convertirse en ingenieros exitosos con conocimientos técnicos, conciencia social y una tendencia hacia la innovación en un entorno moderno y trabajo basado en equipos, liderando la creación y resolución de problemas complejos y sostenibles. Este modelo, denominado CDIO, es práctico y se sitúa en el contexto de la práctica de la ingeniería, esto es, la concepción, el diseño, la implementación y la operación (Crawley et al., 2007). La estadística en ingeniería desempeña un papel crucial

en el desarrollo de competencias analíticas, más aún cuando se valora el análisis de datos y las visualizaciones como herramientas claves para la enseñanza y la comunicación con datos. Las orientaciones de la enseñanza de la estadística conducen a implementar metodologías activas, como el trabajo con proyectos para desarrollar el pensamiento estadístico (Franconeri et al., 2021). Pocos estudios han explorado los niveles de desempeño de análisis de datos junto a las percepciones de los estudiantes sobre contenido estadístico y habilidades técnicas y profesionales, como la colaboración, después de una intervención con uso del ciclo investigativo estadístico.

En el presente estudio se considera importante implementar la estrategia de aprendizaje colaborativo para situar al estudiante; trabajando en grupos pequeños y compartiendo sus ideas, ayudando a resolver problemas, discutiendo para llegar a un acuerdo y trabajando para alcanzar el objetivo. En particular, se usa la estrategia de creación de problemas para estimular la creatividad y desarrollar la habilidad de análisis de datos. Las investigaciones ponen en evidencia su alcance y potencial desarrollo en los planes de estudio (Bonotto, 2013; Malaspina y Vallejo, 2019). Dicha estrategia es importante en el trabajo de pensar estadísticamente, competencia del futuro ingeniero, tanto para su aprendizaje (creación de problemas por los estudiantes) contribuyendo a identificar problemas y de investigar, ampliar la visión de la estadística y adquirir una formación estadística más sólida, como vivir el ciclo de investigación, al formularse preguntas, identificar problemas y formular modelos estadísticos, desarrollar la creatividad, que por cierto aumenta la motivación y el compromiso de los estudiantes.

La pregunta orientadora del estudio es ¿Cómo influye la implementación de un ciclo investigativo en el aprendizaje de la estadística descriptiva en estudiantes de ingeniería, considerando sus niveles de desempeño en análisis de datos y sus percepciones sobre los aspectos investigativos y habilidades de trabajo colaborativo?

Metodología

El análisis se desarrolla bajo un enfoque cualitativo-interpretativo, centrado en analizar una intervención pedagógica basada en el ciclo de investigación, aplicada a estudiantes de ingeniería de una universidad chilena. La muestra estuvo compuesta por 450 universitarios, pertenecientes a las carreras de Ingeniería Civil Industrial (23,8%), Ingeniería Civil (20,8%), Ingeniería Geológica (24,6%), Ingeniería Informática (7,9%) e Ingeniería Eléctrica (22,8%). Los participantes se encontraban cursando su segundo o tercer año de formación, y el 71 % tenía entre 19 y 22 años de edad. Del total, un 32 % correspondía a mujeres en formación en ingeniería.

La intervención se estructuró en torno al trabajo colaborativo del equipo docente, quienes diseñaron y presentaron un problema de ingeniería en el aula para su discusión y análisis. Los estudiantes, organizados en grupos, desarrollaron la formulación del problema, la declaración de variables emergentes, la recolección y depuración de la base de datos (Etapa 1) y aplicaron conceptos de Estadística Descriptiva centrados en el análisis de datos univariado (Etapa 2). Para ello, se emplearon herramientas informáticas que facilitaron el análisis de datos, complementado con la entrega de informes y retroalimentación continua por parte de los docentes. El proceso culminó con la evaluación de las habilidades de análisis de datos y la

implementación del ciclo investigativo por parte de los estudiantes, consolidando así su formación en el ámbito estadístico.

La universidad enmarca su formación en ingeniería bajo el enfoque Concebir-Diseñar-Implementar-Operar (CDIO, <http://www.cdio.org/>). El programa curricular de la asignatura incluye tres horas semanales de cátedra, dos horas de prácticas y una hora en el laboratorio de computación, donde se utiliza la planilla Excel como herramienta principal. Durante el semestre en que se realizó la intervención, el curso contó con la participación de cinco docentes responsables de las cátedras, mientras que las actividades prácticas y de laboratorio fueron apoyadas por cuatro docentes adicionales.

La inscripción de los estudiantes en las distintas secciones de la asignatura se gestionó a través de la plataforma virtual institucional, con el requisito previo de haber aprobado el curso de Cálculo II. Una vez completado el cupo de una sección, los estudiantes debían incorporarse a otra con disponibilidad, lo que resultó en la formación de diez secciones con grupos que oscilaban entre 35 y 50 estudiantes cada una.

Los informes de iniciación científica elaborados por los estudiantes fueron evaluados por los docentes, centrándose en el análisis de datos. Durante este proceso, los estudiantes recibieron retroalimentación continua por parte del equipo docente, lo que permitió guiar su desarrollo. Para evaluar el aprendizaje de los futuros ingenieros, se adaptaron y aplicaron tres instrumentos específicos, los cuales permitieron medir el progreso y la adquisición de competencias en el ámbito estadístico: pauta, escala de apreciación y cuestionario de percepción.

La pauta de evaluación consideró las etapas del ciclo de investigación: indagación de problemas investigables, formulación de preguntas e hipótesis, identificación de variables, recolección y procesamiento de datos, análisis de resultados, y elaboración de conclusiones. Esta pauta permitió clasificar 168 proyectos en cuatro niveles de desempeño: pre-elemental, elemental, intermedio y avanzado (ver Tabla 1).

Tabla 1

Niveles de Aplicación del Ciclo Investigativo en el Proyecto

Niveles	Componentes
Nivel 0 pre-elemental	No se observan contenidos estadísticos. Se deja la respuesta en blanco, no se aplica el análisis de datos.
Nivel 1 elemental	Copia literalmente la descripción de la fase sin indicar cómo la aplica. Reconoce su presencia pero no específica en qué modo se emplea la fase.
Nivel 2 Intermedio	Aplica y se refiere a la descripción de la fase, mostrando algunos de los contenidos estadístico, o faltando algunos aspectos del análisis de datos.
Nivel 3 avanzado	Aplica los contenidos estadísticos, lenguaje y representaciones estadísticas, y comunica conclusiones basadas en el análisis de datos.

Nota. Elaboración propia.

La escala de apreciación numérica (con un máximo de 22 puntos) permitió evaluar cuantitativamente los proyectos, midiendo el nivel de logro de los estudiantes.

El cuestionario de percepción, diseñado por el equipo docente y validado por jueces expertos en el área, incluyó ítems cerrados con una escala de cuatro niveles (insuficiente, aceptable,

buena, excelente) y permitió analizar las percepciones de 339 de los 450 futuros ingenieros sobre los aprendizajes asociados al ciclo investigativo y las habilidades de trabajo colaborativo desarrolladas durante la intervención.

Resultados

Se analizaron un total de 168 informes, distribuidos de la siguiente manera: 122 informes fueron elaborados por grupos de tres integrantes, 32 informes por grupos de dos integrantes y 14 informes realizados de manera individual. En la Tabla 2 se detalla la frecuencia de participantes según su especialidad en ingeniería, junto con los temas de interés abordados por los estudiantes, como el uso de internet, servicios, sismología, medio ambiente, y energía solar.

Tabla 2

Distribución de Trabajos de Creación de Problemas por Área de Ingeniería y Temas Abordados

Ingeniería	Frecuencia	Porcentaje	Temas de especialidad
Informática	15	9%	Uso de internet-dispositivos móviles
Industrial	46	27%	Servicios básicos- producción
Civil	40	24%	Sismos- transportes
Geológica	42	25%	Medio ambiente-hidrología
Eléctrica	25	15%	Energía solar- consumo de electricidad
Total	168	100%	

Nota. Elaboración propia

El proceso de evaluación se estructuró en dos etapas claramente definidas. La Etapa 1 abarcó desde la formulación del problema, la declaración de variables emergentes, hasta la recolección y depuración de la base de datos. La Etapa 2 se centró en el análisis de datos univariado realizado por los estudiantes.

En la Etapa 1, los estudiantes plantearon situaciones problemáticas, formularon preguntas e hipótesis, describieron el procedimiento empleado para la recolección y depuración de los datos, y definieron las variables estadísticas relevantes (ver Tabla 3). Durante este proceso, los docentes brindaron acompañamiento para garantizar la continuidad y mejora del trabajo.

Tabla 3

Distribución de Niveles de Desempeño en Porcentajes, en la Formulación y Desarrollo del Problema de Investigación [Etapa 1], según Descriptores de cada Componente

Descriptores de componentes / niveles	Nivel 0 Pre-elemental	Nivel 1 Elemental	Nivel 2 Intermedio	Nivel 3 Avanzado
<i>Situación-problema</i>				
Formulación problema contextualizado	7%	8%	36%	49%
Búsqueda bibliográfica (citas)	11%	24%	52%	13%
<i>Preguntas e hipótesis</i>				
Formulación preguntas de indagación	9%	23%	46%	22%
Formulación hipótesis de indagación	19%	20%	46%	16%
<i>Recogida y procesamiento de datos</i>				
Búsqueda datos reales	10%	13%	62%	15%
Depuración y limpieza de datos	26%	44%	19%	11%
<i>Variables estadísticas</i>				
Definición de variables, unidad observación	17%	23%	39%	21%
Clasificación de variables de estudio	19%	29%	32%	20%

Nota. Elaboración propia.

En la *situación-problema*, el 85% de los estudiantes alcanzaron niveles intermedios y avanzados en la formulación del problema. Entre los temas más recurrentes destacaron los sismos y tsunamis en Chile (20%), el consumo de servicios básicos de electricidad, agua potable y gas (10%), y la producción de cobre (6%).

En las *preguntas e hipótesis*, el 68% de los estudiantes alcanzaron niveles intermedios y avanzados en la formulación de preguntas de indagación. Sin embargo, se observó que algunas preguntas eran ambiguas o demasiado genéricas, lo que dificultaba su respuesta mediante el análisis de datos. Asimismo, el 62% formularon hipótesis coherentes con el problema y las preguntas planteadas, aunque en algunos casos estas no estaban expresadas como afirmaciones o presentaban ambigüedades en su redacción.

En cuanto a la *recogida y procesamiento de datos*, el 77% de los estudiantes alcanzaron niveles intermedios y avanzados en la búsqueda de datos reales, obteniendo información empírica contextualizada al problema formulado. Sin embargo, se observaron dificultades en la distinción entre bases de datos (donde las columnas representan variables) y tablas estadísticas univariada y bivariada ya establecidas. Además, solo el 30% lograron niveles intermedios y avanzados en la depuración y limpieza de la base de datos, lo que podría limitar el análisis y alcance estadístico de los resultados.

Respecto a las *variables estadísticas*, el 60% de los estudiantes alcanzaron niveles intermedios y avanzados en la definición de variables y unidad de observación, aunque algunos trabajos presentaron definiciones incompletas o confundieron las variables con la unidad de observación. Asimismo, el 52% clasificaron correctamente las variables de estudio, diferenciando entre variables cualitativas y cuantitativas, y entre discretas y continuas. Aunque,

se observaron errores en la identificación de escalas de medición, particularmente en la distinción entre escalas de razón e intervalo.

La Etapa 2, enfocada en el análisis de datos univariado y elaboración de conclusiones en los informes realizados por los estudiantes de ingeniería. Este proceso se llevó a cabo considerando la retroalimentación proporcionada por los docentes durante la Etapa 1, la cual abarcó desde la formulación del problema y la declaración de variables emergentes hasta la recolección y depuración de la base de datos. A continuación, se resumen los resultados para el análisis de datos y las conclusiones, incluyendo ejemplos de respuestas representativas de los niveles 1 (elemental) y 3 (avanzado) en el análisis de datos univariado.

Análisis de Datos: Representaciones Tabular y Gráfica

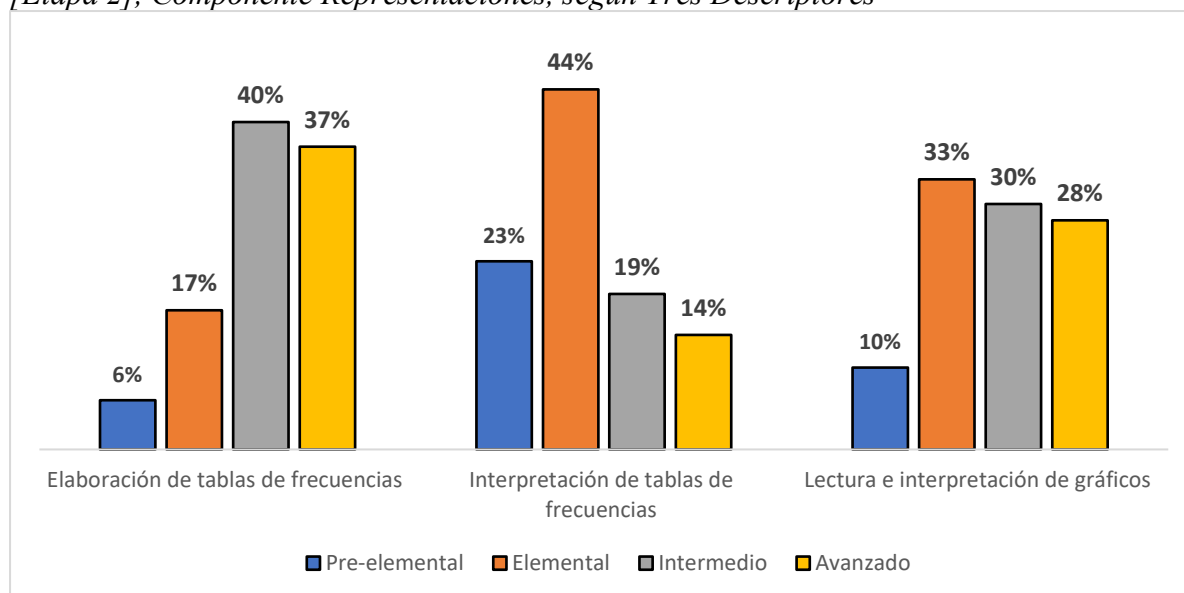
En el análisis de datos referido a representaciones de datos en tablas y gráficos univariados, se evaluó el nivel de logro alcanzado por los diferentes grupos de estudiantes en la elaboración de tablas de frecuencias en Excel, interpretación de dichas tablas, y lectura e interpretación de gráficos pertinentes (ver Figura 1).

En la *elaboración de tablas de frecuencias utilizando Excel*, el 77% de los estudiantes alcanzaron niveles intermedios y avanzados, mientras que el 17% se ubicó en el nivel elemental. Cabe destacar que la mayoría de los estudiantes construyeron tablas de frecuencia mediante tablas dinámicas de Excel; sin embargo, se observaron falencias en la selección del tipo de tabla según la clasificación de las variables. Por ejemplo, se identificaron errores como la construcción de tablas para variables cualitativas nominales que incluían frecuencias acumuladas y frecuencias relativas acumuladas, lo cual no aporta a una interpretación válida. Algunos estudiantes presentaron tablas con datos no agrupados o utilizaron intervalos con amplitudes inadecuadas, ya sea generando una cantidad excesiva o insuficiente de intervalos, sin aplicar criterios estadísticos como la regla de Sturge. Esto evidenció una falta de consideración hacia la dispersión de los datos, lo cual es fundamental para asegurar que las representaciones tabulares y gráficas sean útiles en el análisis de los datos.

También se detectaron dificultades en la elaboración de tablas univariadas, como la omisión del lenguaje simbólico propio de la estadística. En algunos casos, las tablas construidas no guardaban relación con las preguntas e hipótesis planteadas, e incluso se confundieron con resúmenes de medidas estadísticas generadas automáticamente por Excel para datos no agrupados, lo cual limitó su utilidad.

Figura 1

Distribución de Niveles de Desempeño en Porcentajes, en Análisis de Datos Univariados [Etapa 2], Componente Representaciones, según Tres Descriptores



Nota. Elaboración propia.

En cuanto a la *interpretación de tablas de frecuencia*, el 33% de los estudiantes alcanzaron los dos niveles de desempeño más altos (intermedio y avanzado), mientras que el 44% se ubicó en el nivel elemental. La mayoría de los estudiantes realizó una interpretación básica de los datos presentados en las tablas, limitándose a identificar elementos visuales como cantidades, etiquetas, variables, categorías y títulos, sin profundizar en el análisis de las frecuencias absolutas, relativas o acumuladas. En varios casos, los estudiantes se limitaron a hacer comentarios generales en lugar de interpretar de manera crítica y contextualizada los datos presentados en las tablas.

Respecto a la *lectura e interpretación de gráficos*, el 58% de los participantes alcanzó los niveles intermedio y avanzado, mientras que el 10% no realizó gráficos o presentó construcciones incorrectas. Los estudiantes utilizaron diversas representaciones gráficas para resumir sus datos, como gráficos circulares, de barras, histogramas y de puntos. Sin embargo, la construcción de box-plot fue casi nula, quizás debido a limitaciones en la versión de Excel disponible.

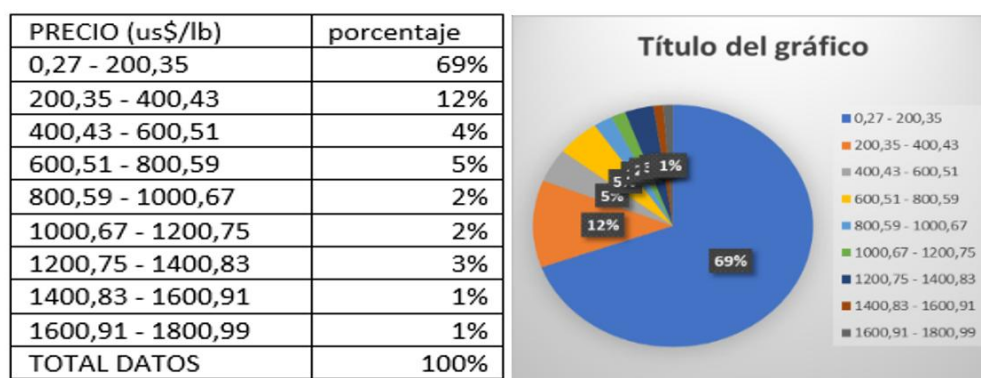
Un 33% de los estudiantes realizó interpretaciones básicas de los gráficos, identificando elementos visuales, pero sin profundizar en el análisis. Entre las dificultades más comunes, se observaron errores en la clasificación de variables, lo que llevó a la elaboración de gráficos inadecuados. Por ejemplo, se utilizaron gráficos circulares para variables cuantitativas o histogramas para variables discretas, lo que refleja una comprensión inadecuada de representaciones gráficas según el tipo de variable.

La Figura 2 muestra un ejemplo de la situación-problema sobre el comportamiento económico de los metales, evaluada en el nivel 1 de desempeño. En este caso, los estudiantes hacen referencia a la frecuencia relativa, pero no la indican de manera explícita (Figura 2a). Además, se observa un error en la unidad de medida de la variable, la cual es cuantitativa continua, pero está representada incorrectamente mediante un gráfico circular. La

representación adecuada para este tipo de variable sería, por ejemplo, un histograma. Otros aspectos que limitan la calidad del gráfico incluyen la falta de un título descriptivo y etiquetas poco claras (Figura 2b). En cuanto a la interpretación, esta es escasa puesto que solo mencionan el tipo de gráfico utilizado, sin hacer referencia a los datos de la tabla de frecuencias ni a su representación, lo que evidencia una falta de profundidad en el análisis y una desconexión entre los datos, el contexto y su interpretación.

Figura 2

Trabajo de un Grupo de Estudiantes de Nivel Elemental en la "Elaboración e Interpretación de Tablas de Frecuencia y Gráficos". (a) Tabla Construida por Estudiantes; (b) Gráfico Elaborado con Datos de la Tabla



Nota. Trabajo realizado por un grupo de estudiantes durante la implementación del estudio.

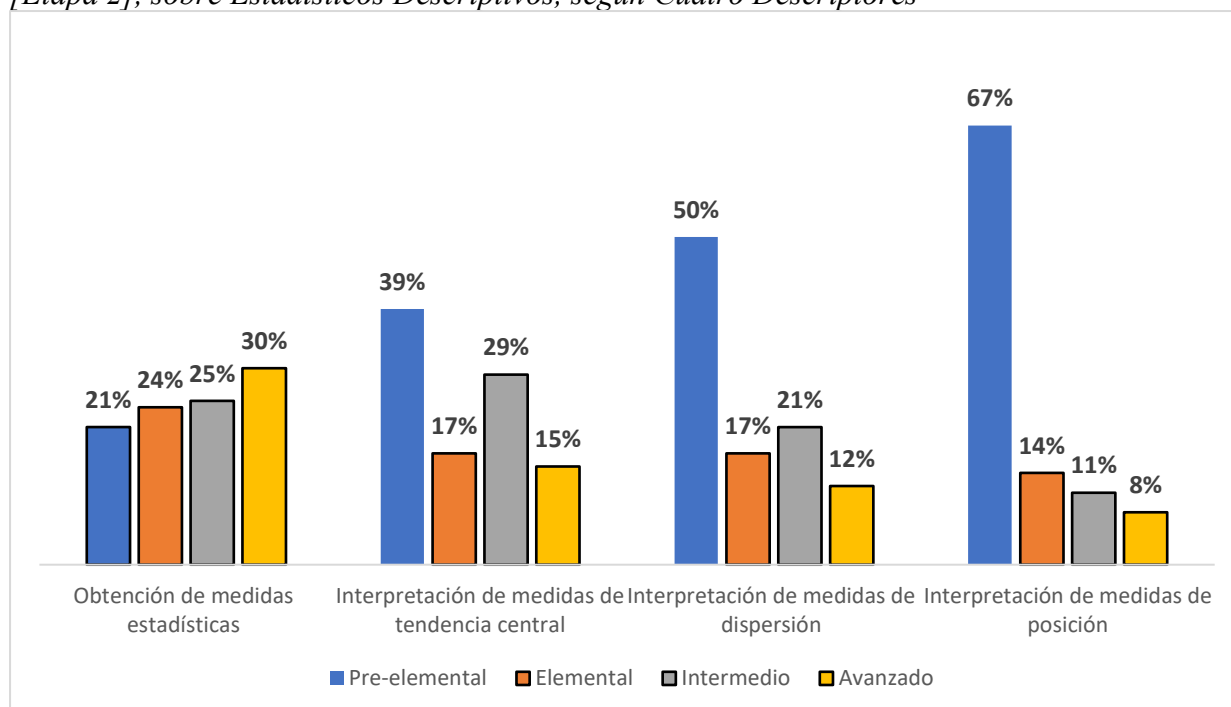
Análisis de Datos: Estadísticos Descriptivos

En el análisis de datos, se evaluó el nivel de logro alcanzado respecto a estadísticos descriptivos por los diferentes grupos de estudiantes en la obtención y la interpretación de medidas de tendencia central, dispersión y posición (ver Figura 3).

El 55% de los participantes se ubicó en los niveles intermedio y avanzado en la obtención de medidas estadísticas utilizando Excel, mientras que el 21% no presentó un desarrollo adecuado de estas medidas. Algunos grupos de estudiantes utilizaron la herramienta resumen de “Análisis de datos” de Excel, la cual proporciona de forma directa estadísticos como la media aritmética, la mediana, la moda, la varianza y la desviación estándar. Sin embargo, no incluyeron otras medidas relevantes, como el coeficiente de variación o las medidas de posición, las cuales pueden obtenerse mediante comandos “Función” de Excel.

Figura 3

Distribución de Niveles de Desempeño en Porcentajes, en Análisis de Datos Univariados [Etapa 2], sobre Estadísticos Descriptivos, según Cuatro Descriptores



Nota. Elaboración propia.

En la *interpretación de las medidas de tendencia central*, el 44% de los estudiantes alcanzó los dos niveles superiores (intermedio y avanzado), mientras que el 39% no realizó una interpretación de estas medidas. En general, las interpretaciones fueron más bien técnicas, con pocas comparaciones entre las medidas y escasos comentarios sobre la distribución de los datos. Aunque algunos estudiantes relacionaron las medidas con las tablas de frecuencia y gráficos correspondientes, así como con las preguntas o hipótesis planteadas, sus interpretaciones fueron incompletas o incorrectas. Por ejemplo, se observó confusión entre conceptos clave, como la media aritmética y la mediana, y se utilizó un lenguaje verbal o simbólico poco preciso.

En cuanto a la *interpretación de las medidas de dispersión*, solo el 33% de los estudiantes alcanzó los niveles intermedio y avanzado, mientras que el 50% no interpretó adecuadamente las medidas de variabilidad. Las interpretaciones, cuando existieron, se limitaron a definiciones literales sin contextualización, especialmente en el caso de la desviación estándar. Además, no se calculó ni interpretó el coeficiente de variación, y no se indicó si los datos presentaban baja o alta dispersión en relación con las medidas de tendencia central. Tampoco se consideraron otras medidas, como el mínimo, el máximo o el rango, aunque en algunos casos se interpretaron el coeficiente de asimetría y la curtosis.

Respecto a la *interpretación de medidas de posición*, solo el 19% de los estudiantes alcanzó los niveles intermedio y avanzado, siendo este el porcentaje más bajo entre las medidas estadísticas evaluadas. Por otro lado, el 67% no presentó una interpretación de estas medidas. Una posible razón para este bajo desempeño es que las medidas de posición no se obtienen automáticamente mediante el comando “Análisis de datos” de Excel, lo que podría haber

dificultado su cálculo e interpretación. En los casos en que los estudiantes utilizaron cuartiles, desarrollaron expresiones que relacionaron la interpretación con el contexto del problema y las preguntas planteadas inicialmente.

A continuación, se presentan dos ejemplos de respuestas de estudiantes que ilustran los niveles 3 (avanzado) en Figura 4 y nivel 1 (elemental) en Figura 5, respecto al logro en el análisis univariado de medidas estadísticas.

Figura 4

Trabajo de Grupo de Estudiantes de Nivel Avanzado en la "Interpretación de Estadísticos Descriptivos". (a) Estadísticos calculados por los Estudiantes; (b) Interpretación dada por el Grupo de Estudiantes

Consumo anual per cápita (kWh/persona)		Interpretación:
Media	778,40	Media: El consumo anual en electricidad per cápita promedio es de 778,39 kWh.
Mediana	724,59	Mediana: El 50% de las personas tuvo un consumo anual en electricidad de a lo más 724,59 kWh.
Moda	-	Máximo: El mayor consumo eléctrico por persona es de 1.716,88 kWh. Mínimo: El menor consumo eléctrico por persona es de 442,22 kWh.
Desviación estándar	221,53	Rango: Es la diferencia entre el consumo eléctrico máximo y mínimo por persona, en este caso, corresponde a un valor de 1274,66 kWh. Desviación estándar: El consumo eléctrico por persona se desvía en 221,526 respecto del promedio.
Varianza de la muestra	49074,09	Coefficiente de variación: Los consumos en electricidad tienen una distribución con baja dispersión (homogénea) $CV = 28\% < 35\%$. Curtosis: Los consumos en electricidad tienen distribución leptocúrtica, ya que la curtosis es >0 .
Curtosis	6,25	Coefficiente de asimetría: Los consumos en electricidad tienen una distribución con sesgo positivo, ya que $g_1 > 0$ y además se ratifica ya que la media aritmética es mayor que la mediana. Cuartil 3: El 75% de las personas tuvo un consumo anual en electricidad de a lo más 817,89 kWh.
Coeficiente de asimetría	2,30	
Rango	1274,66	
Mínimo	442,22	
Máximo	1716,88	
Coeficiente de variación	28%	
Cuartil 3	817,89	
Cuenta	117	

Nota. Trabajo realizado por un grupo de estudiantes durante la implementación del estudio.

La Figura 4 muestra el trabajo de un grupo de estudiantes de ingeniería sobre el consumo eléctrico anual per cápita en Chile, evaluado en el nivel 3 (avanzado) de desempeño. Mediante Excel, los estudiantes obtuvieron e interpretaron diversas medidas estadísticas, tanto de forma automática como mediante funciones específicas, como el cálculo del coeficiente de variación y el cuartil 3 (Figura 4a). Interpretaron adecuadamente todas las medidas incluidas en el cuadro resumen, como las medidas de tendencia central y de dispersión, además de analizar la simetría, la curtosis y el coeficiente de asimetría. Destaca la interpretación del cuartil 3, la cual respondió de manera precisa a una de las preguntas formuladas por el grupo (ver Figura 4b).

En la Figura 5 se presenta el trabajo de otro grupo de estudiantes de ingeniería sobre los préstamos solicitados en Chile durante un período anual, calificado en el nivel 1 (elemental) de interpretación de medidas estadísticas. Aunque se incluyó el resumen de estadísticos descriptivos generado automáticamente por Excel, no se calcularon otras medidas de dispersión y posición, y no se eliminó el error típico, el cual no era relevante para este tipo de análisis (Figura 5a). Además, se observaron errores en la interpretación de la media y el coeficiente de asimetría (ver Figura 5b), así como la omisión de interpretaciones clave, como la mediana, el coeficiente de variación y la relación entre las medidas de tendencia central.

Figura 5

Trabajo de Grupo de Estudiantes en Nivel Elemental en la "Interpretación de Estadísticos Descriptivos". (a) Estadísticos Calculados por los Estudiantes; (b) Interpretación Dada por el Grupo de Estudiantes

<i>Préstamos Otorgados</i>	
Media	44034
Error típico	9534
Mediana	34044
Moda	#N/A
Desviación estándar	31622
Varianza de la muestra	99954222
Curtosis	-1
Coefficiente de asimetría	0.500083603
Rango	90856
Mínimo	6402
Máximo	97258
Suma	484372
Cuenta	11

Interpretación:

El promedio de los préstamos fue de 44034±31622 durante los 5 años estudiados.

El coeficiente de asimetría es positivo, por lo tanto, el total importaciones conforma un conjunto de registros simétrico, sesgo positivo a la derecha.

La curtosis nos indica que hay muy poca concentración de datos en la media, presentando una forma muy achatada.

Nota. Trabajo realizado por un grupo de estudiantes durante la implementación del estudio.

Conclusiones: Coherencia con el Problema o Pregunta de Investigación

La última componente del ciclo de investigación (ver Tabla 4) evalúa el nivel de logro alcanzado por los estudiantes en la elaboración de conclusiones y alcances del estudio, así como la coherencia de estas con las preguntas e hipótesis planteadas inicialmente, y metodología.

Tabla 4

Distribución de Niveles de Desempeño en Porcentajes, en Conclusiones [Etapa 2], según Dos Descriptores

Descriptor/ Niveles		Puntaje Ideal Promedio	Nivel 0 Pre elemental	Nivel 1 Elemental	Nivel 2 Intermedio	Nivel 3 Avanzado
Conclusiones y alcances del estudio	2	1,44	3%	5%	64%	28%
Coherencia preguntas, hipótesis y metodología	1	0,65	5%	9%	70%	16%

Nota. Elaboración propia.

En *conclusiones*, el 92% de los estudiantes alcanzó los dos niveles más altos de logro. Sus conclusiones se basaron en el análisis de los datos, estuvieron debidamente justificadas y destacaron los resultados más importantes. Además, incluyeron una argumentación sólida sobre el procedimiento estadístico utilizado y propusieron sugerencias para continuar el análisis del tema. Sin embargo, se observaron dificultades en la argumentación, ya que algunas conclusiones se limitaron a repetir los resultados sin resaltar los hallazgos clave, reduciéndose a comentarios superficiales. Por otro lado, el 3% de los participantes no presentó conclusiones ni alcances del estudio.

Respecto a la *coherencia entre preguntas, hipótesis y metodología*, el 86% de los estudiantes alcanzó los niveles intermedio y avanzado. Destacaron por establecer una relación clara entre las preguntas e hipótesis planteadas, la declaración de variables y el posterior análisis. No obstante, en algunos casos se identificaron análisis univariados con preguntas no respondidas

o respuestas que no guardaban coherencia con las variables declaradas. Además, el 5% de los participantes no mostró coherencia con la metodología desarrollada en el informe.

Lo anterior justifica analizar el progreso alcanzado desde la Etapa 1 a la Etapa 2 (ver Tabla 5) en la formulación de preguntas e hipótesis dentro del ciclo de investigación por parte de los estudiantes (ver Tabla 5). En la Etapa 2, el 84% de los estudiantes se ubicó en los niveles intermedio y avanzado en la formulación de preguntas de indagación, lo que representa una mejora del 16% en comparación con la Etapa 1, en que solo el 68% había alcanzado dichos niveles (ver Tabla 3).

Tabla 5

Distribución de Niveles de Desempeño en Porcentajes, en Formulación de Preguntas e Hipótesis [avance de Etapa 1 a Etapa 2], según Dos Descriptores

Descriptor/ Niveles	Puntaje		Nivel 0 Pre elemental	Nivel 1 Elemental	Nivel 2 Intermedio	Nivel 3 Avanzado
	Ideal	Promedio				
Formulación de preguntas	2	1,66	4	12	30	54
Formulación de hipótesis	2	1,30	7	15	38	40

Nota. Elaboración propia.

Por otro lado, en cuanto a la *formulación de hipótesis de indagación*, 78% de los estudiantes se encuentra en los niveles intermedios (38%) o avanzados (40%), presentando un progreso del 16% en relación con la etapa previa de iniciación científica, donde el 62% había alcanzado los niveles mencionados (ver Tabla 4).

La *formulación de la pregunta* e hipótesis enunciada por un grupo de estudiantes de una especialidad de ingeniería, fue contextualizada con la producción de queso maduro a nivel nacional, que fue evaluada la formulación a un nivel 1 (elemental). Si bien, la pregunta e hipótesis sugieren estudiar la relación entre dos variables, se presentan dos preguntas en una y la hipótesis está mal formulada, ya que se presenta como texto argumentando una respuesta que debe ser dada una vez analizada los datos. A continuación, se presenta como ejemplo de nivel elemental tales formulaciones:

P: ¿Qué tipo de relación tiene la producción de queso maduro con los tipos de leche?

¿Cuál es la variable dependiente?

H: Un gran porcentaje de la leche que se trabaja en las industrias va dirigido hacia la producción de

Queso maduro, la leche cuenta con dos tipos de leche valga la redundancia, aún a simple vista se puede

notar una mayor relación entre la leche adquirida y la producción de queso maduro.

Tras la retroalimentación proporcionada en la Etapa 1 y 2 se avanzó a la entrega final del Informe, la cual consistió en la elaboración del informe de iniciación científica. En esta fase, los estudiantes incorporaron las observaciones de los docentes y aplicaron los conceptos y propiedades de la estadística descriptiva en el análisis de una variable. Este proceso se basó en

las ideas fundamentales de datos y gráficos, utilizando tecnología y contextos reales para fomentar el razonamiento estadístico.

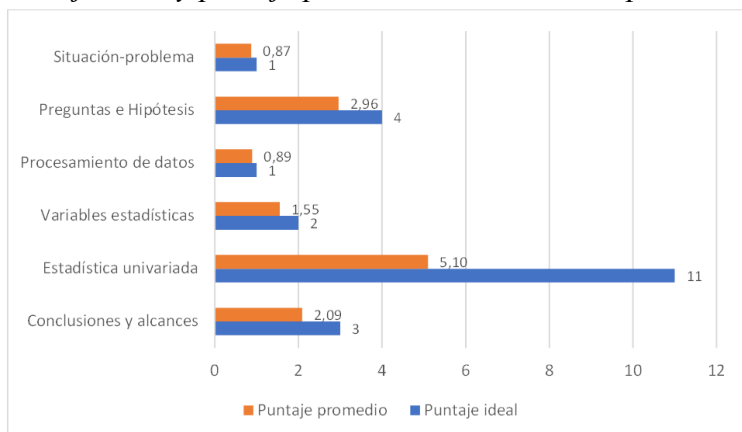
El informe fue evaluado mediante una escala de apreciación numérica, con un máximo de 22 puntos. Los resultados mostraron que la Etapa 1 fue la mejor evaluada en el informe final (ver Figura 6).

Específicamente, la *situación-problema* obtuvo un promedio de 0,87 puntos sobre 1, alcanzando un 87% de logro; en preguntas e hipótesis, se registró un promedio de 2,96 puntos sobre 4, equivalente a un 74% de logro; la a recogida y procesamiento de datos alcanzó un 89% de logro, con un promedio de 0,89 puntos sobre 1; en la identificación y clasificación de variables estadísticas, se obtuvo un promedio de 1,55 puntos sobre 2, logrando un 78%.

Por otro lado, aquellos con menor puntuación fueron, el análisis estadístico univariado, con un promedio de 5,1 puntos sobre 11, alcanzando solo un 46% de logro; y las conclusiones y alcances, con un promedio de 2,09 puntos sobre 3, equivalente a un 70% de logro.

Figura 6

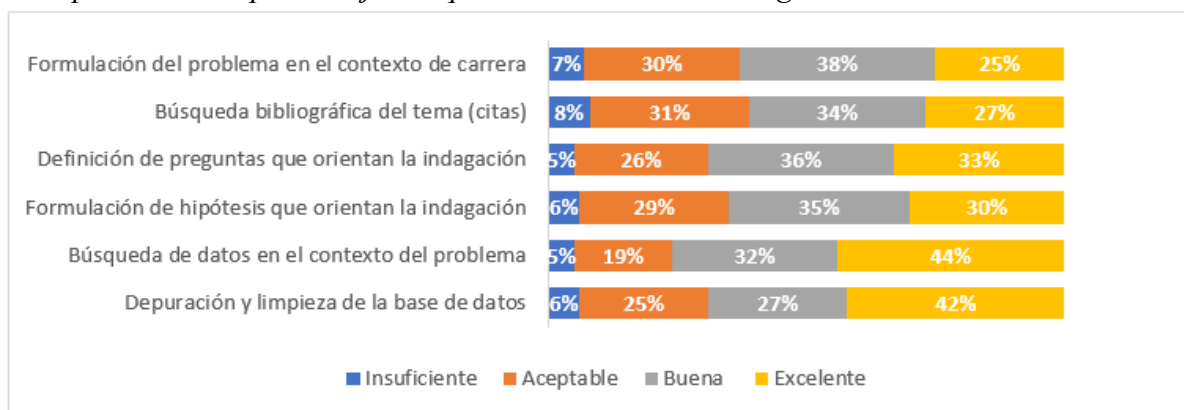
Puntaje ideal y puntaje promedio de las seis componentes del Ciclo de Investigación



Nota. Elaboración propia.

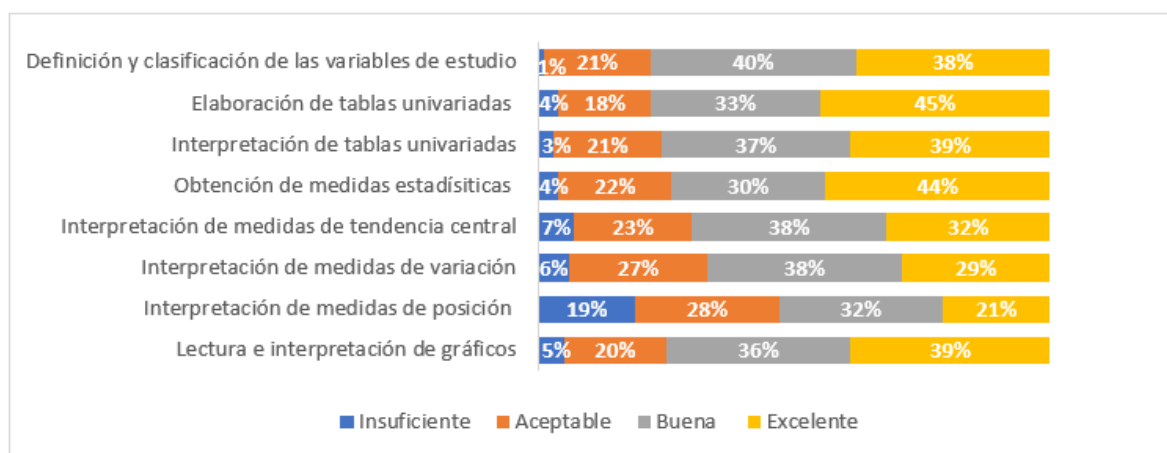
Tras la implementación del ciclo de investigación, los estudiantes de ingeniería respondieron un cuestionario diseñado para fomentar la autorreflexión sobre los aprendizajes adquiridos en aspectos clave del ciclo investigativo estadístico, así como en el desarrollo de habilidades técnicas, profesionales y de colaboración.

Observando la Figura 7, en relación al planteamiento del problema, formulación de preguntas de investigación e hipótesis, entre el 61% y el 69% de los futuros ingenieros percibieron sus aprendizajes en los dos niveles superiores. Sin embargo, en el aspecto de búsqueda bibliográfica, se observó una percepción más baja, ya que el 39% ubicó sus aprendizajes en los dos niveles inferiores. Respecto a la recogida de datos, que incluye la comprensión del tipo de datos a recolectar, los métodos de obtención y la identificación de variables que respondan a las preguntas de investigación, el 76% de los estudiantes percibieron sus aprendizajes en los niveles superiores. Finalmente, en el procesamiento de datos (depuración y limpieza), el 69% de los futuros ingenieros evaluaron positivamente sus aprendizajes, como se observa en la Figura 7.

Figura 7*Percepción sobre Aprendizajes Adquiridos de los Futuros Ingenieros*

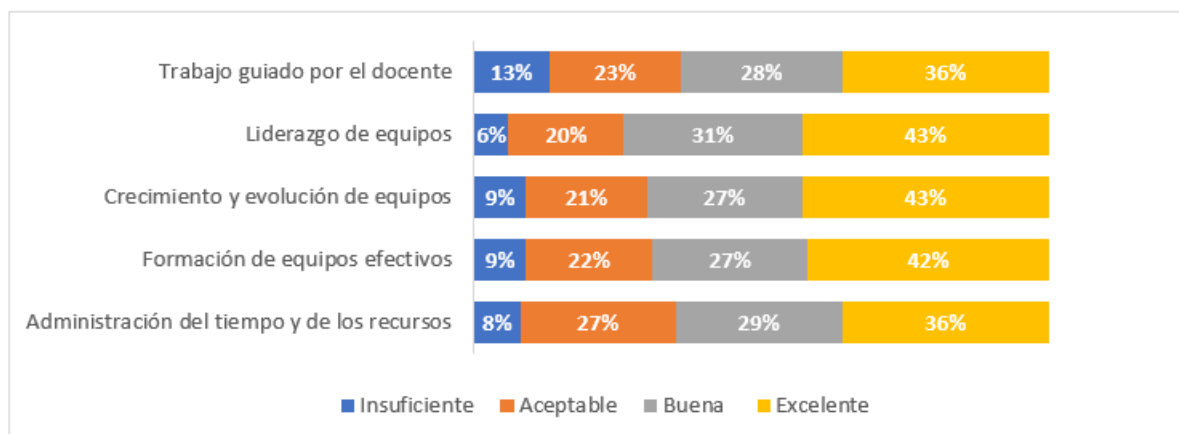
Nota. Elaboración propia.

En cuanto a los aprendizajes asociados al análisis de datos (Figura 8), entre el 53% y el 78% de los futuros ingenieros percibieron sus logros en los dos niveles superiores. Destaca que el 78% de los estudiantes evaluó positivamente la definición de variables y la elaboración de tablas univariadas en Excel, ubicándose en los niveles más altos. Sin embargo, el 19% consideró que sus aprendizajes en la interpretación de medidas de posición fueron insuficientes, reflejando una percepción menos favorable en este aspecto específico.

Figura 8*Percepción sobre los Aprendizajes Adquiridos de los Futuros Ingenieros*

Nota. Elaboración propia.

Como se observa en la Figura 9, entre el 64% y el 74% de los futuros ingenieros presentan una percepción positiva en los dos niveles superiores en cuanto al trabajo colaborativo. Destacan, en el nivel excelente, liderazgo de equipos (43%), crecimiento y evolución en equipos (43%) y formación de equipos efectivos (42%). Por otro lado, el 36% de los estudiantes mostró una percepción baja en el aspecto de administración del tiempo y de los recursos, lo que sugiere un área de mejora en la gestión de estas habilidades.

Figura 9*Percepción sobre Aspectos de Trabajo Colaborativo de los Futuros Ingenieros*

Nota. Elaboración propia.

Discusión

Los resultados de esta investigación sugieren que la implementación del ciclo investigativo en el ámbito de la estadística y probabilidad, especialmente en la formación de futuros ingenieros, ha influido positivamente en el desarrollo de habilidades clave relacionadas con el análisis de datos y la investigación. En particular, el enfoque colaborativo y basado en problemas reales, como se evidencia en el cuestionario de percepción, parece haber favorecido la implicación de los estudiantes y les permitió internalizar procesos fundamentales del análisis de datos. Sin embargo, también se identificaron áreas clave de mejora en la formación de habilidades estadísticas esenciales, como la correcta formulación de preguntas de investigación, la limpieza de bases de datos y la interpretación de estadísticos descriptivos. Aún persisten las dificultades observadas en la formulación de hipótesis y la declaración de variables, en la etapa inicial del ciclo de indagación (con porcentajes de error elevados en los niveles 0 y 1) resaltan como una debilidad crítica en la comprensión de los principios básicos que sustentan el análisis estadístico y su aplicación en contextos de ingeniería.

La interpretación de gráficos y tablas estadísticas también presenta desafíos para los estudiantes, relevando la importancia de una mayor atención y recursos para el desarrollo de estas habilidades básicas de la alfabetización estadística (Estrella, 2017). Esto concuerda con la literatura existente que destaca la importancia de la comprensión y el manejo adecuado de las representaciones gráficas y tabulares para evitar errores interpretativos que puedan distorsionar el análisis de datos (Bargagliotti, 2020; Huang et al., 2023; Suyunovich, 2025). A pesar de estos retos, las altas calificaciones en la etapa final de la investigación, especialmente en la formulación de conclusiones y en el trabajo colaborativo, muestran que cuando los estudiantes lograron superar estas dificultades iniciales, adquirieron una comprensión más profunda del ciclo investigativo y la estadística aplicada a problemas reales.

Asimismo, los resultados aportan nuevas perspectivas sobre la comprensión del ciclo investigativo para el desarrollo del pensamiento estadístico en estudiantes de ingeniería, en línea con las ideas propuestas por Wild y Pfannkuch (1999) y Lee et al. (2022). Se evidencia

que la formulación de problemas, la generación de hipótesis y el análisis de datos reales en contextos propios de la ingeniería promueven una integración efectiva entre el conocimiento estadístico, el razonamiento contextual y la comunicación de datos. Esta articulación favorece aprendizajes como vincular el análisis estadístico con la toma de decisiones con evidencia en los datos (Bargagliotti et al., 2020). Además, el trabajo colaborativo y la reflexión guiada por los docentes influyeron en que los estudiantes avanzaran en la argumentación y en la elaboración de conclusiones pertinentes al problema.

En relación con estudios previos, este trabajo aporta avances, ya Alvarado et al. (2018) documentaron que, en experiencias prácticas tradicionales, los estudiantes de ingeniería presentaban dificultades persistentes en la formulación de hipótesis y en la redacción de conclusiones coherentes. En contraste, en este estudio se observó un progreso sostenido en esos aspectos, atribuido a la implementación estructurada del ciclo investigativo con acompañamiento docente. Este estudio aporta evidencia empírica respecto a cómo la inclusión de preguntas auténticas y el uso de datos contextualizados puede fortalecer tanto las dimensiones técnicas como profesionales del aprendizaje estadístico, contribuyendo a una enseñanza más integrada, un aprendizaje con sentido y alineada con los desafíos actuales de la educación en ingeniería.

Conclusiones

La pregunta de investigación buscaba comprensión de cómo influía la implementación de un ciclo investigativo en el aprendizaje de la estadística descriptiva en 450 estudiantes de ingeniería a través de sus 168 trabajos contextualizados de iniciación científica, considerando sus niveles de desempeño en análisis de datos y sus percepciones sobre los aspectos investigativos y habilidades de trabajo colaborativo.

La implementación del ciclo investigativo demuestra ser una estrategia educativa efectiva para fortalecer el aprendizaje de los futuros ingenieros, facilitando el desarrollo de habilidades clave en el análisis de datos y la aplicación práctica de conceptos estadísticos. En este estudio se observaron avances significativos en las habilidades de los estudiantes sobre la formulación de conclusiones y el trabajo colaborativo. Sin embargo, se identificaron dificultades en aspectos como la formulación de hipótesis, la limpieza de datos y la interpretación de gráficos y estadísticas descriptivas. Estos resultados revelan la importancia de fortalecer la interpretación de medidas de dispersión y la contextualización de los datos en problemas reales de ingeniería, lo que contribuiría a un aprendizaje más profundo y aplicado de la estadística en este campo.

Es importante destacar que la metodología activa utilizada, basada en la creación de problemas y la interacción colaborativa entre los estudiantes y docentes, no solo promovió un aprendizaje con mayor significado, sino que también aumentó la motivación y la autonomía de los estudiantes, y sus competencias transversales, como el trabajo en equipo y la resolución de problemas complejos.

Se recomienda para los docentes que deseen replicar la estrategia del ciclo investigativo estadístico, el diseño de experiencias de aprendizaje centradas en problemas reales en el contexto de la ingeniería, que permitan a los futuros ingenieros formular preguntas, recolectar

y analizar datos, con un enfoque centrado en los datos en que los estudiantes sigan toda la trayectoria del ciclo para comprender el origen y la variabilidad inherente de los datos, fortaleciendo así su pensamiento estadístico. Es fundamental acompañar cada fase del ciclo con retroalimentación docente oportuna, guiando tanto en aspectos técnicos como en la interpretación y comunicación de resultados y nuevas hipótesis. Además, se sugiere comenzar con un enfoque en el análisis univariado, utilizando herramientas digitales accesibles no solo para automatizar cálculos, sino para favorecer la comprensión conceptual de las medidas estadísticas y la lectura crítica de gráficos y tablas, antes de avanzar hacia análisis más complejos como el bivariado.

Para futuras investigaciones, se proyecta profundizar en la manera en que los docentes brindan retroalimentación durante las distintas etapas del ciclo investigativo, explorando distintos enfoques —órdenes, consejos, preguntas o reflexiones— y cómo estas influyen en el desarrollo de habilidades analíticas.

Finalmente, se sugiere extender estas metodologías a niveles terciarios más avanzados y profundizar en el análisis de datos bivariados, potenciando la capacidad de los estudiantes para abordar problemas contextualizados que involucren múltiples variables, en coherencia con su formación como futuros ingenieros.

Agradecimientos

Este estudio se desarrolló en el marco de los proyectos ANID/ING222010004, proyecto CIEDE 01/2022, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile; ANID/FONDECYT 1181525; ANID/Apoyo 2024 AFB240004.

Referencias

- ABET [Accreditation Board for Engineering and Technology] (2019). Accredited program search, <http://main.abet.org/aps/Accreditedprogramsearch.aspx>
- Alvarado, H., & Segura, N. (2012). Significado de las distribuciones muestrales en textos universitarios de Estadística. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, 7(2), 54-71. ISSN 1850-6666. <https://doi.org/10.54343/reiec.v7i2.117>
- Alvarado, H., Galindo, M., & Retamal, L. (2018). Evaluación del aprendizaje de la estadística orientada a proyectos en estudiantes de ingeniería. *Educación matemática*, 30, 151-183. <https://doi.org/10.24844/em3003.07>
- Álvarez, I. Guerrero, Y., & Torres, Y. (2020). Taxonomía de errores y dificultades en la construcción e interpretación de tablas de frecuencia. *Zetetiké*, 28, 1-22. <https://doi.org/10.20396/zet.v28i0.8656553>
- American Society Quality ASQC (1996). *Statistical Thinking, Special Edition, Quality Information Center, Statistics Division*. Springer.
- Arteaga, P., Batanero, C., Cañadas, G., & Gea, M. M. (2012). Evaluación del conocimiento especializado de la estadística en futuros profesores mediante el análisis de un proyecto estadístico. *Educ. Matem. Pesq.* 14(2), 279-297.
- Arteaga, P., Batanero, C., Contreras, J. & Cañadas, G. (2016). Evaluación de errores en la construcción de gráficos estadísticos elementales por futuros profesores. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 19(1), 15-40. <https://relime.org/index.php/relime/article/view/145>. <https://doi.org/10.12802/relime13.1911>
- Bargagliotti, B., Franklin, C., Arnold, P., Gould, R., Jhonson, R., Perez, L., & Spangles, D. A. (Eds.) (2020). Pre-K–12 guidelines for assessment and instruction in statistics education II (GAISE II). American Statistical Association. https://www.amstat.org/asa/files/pdfs/GAISE/GAISEIIPreK-12_Full.pdf
- Ben-Zvi, D., & Garfield, J. (2004). Statistical Literacy, Reasoning, and Thinking: Goals, definitions, and challenges. En D. Ben-Zvi y J. Garfield (eds.), *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning, and Thinking* (pp. 3-15), Netherlands, Kluwer Academic Publishers. <https://doi.org/10.1007/1-4020-2278-6>
- Boelt, A. M., Kolmos, A., & Holgaard, J. E. (2022). Literature review of students' perceptions of generic competence development in problem-based learning in engineering education. *European Journal of Engineering Education*, 47(6), 1399-1420. <https://doi.org/10.1080/03043797.2022.2074819>
- Bonotto, C. (2013). Artifacts as sources for problem-posing activities. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 37-55. <https://doi.org/10.1007/s10649-012-9441-7>
- Canal, D., Martinez, M. & Hákim, M. (2020). Desarrollo del pensamiento estadístico en estudiantes de nivel superior a través de una experiencia educativa. *Educación Matemática*, 32(29), 194-2016. <https://doi.org/10.24844/em3202.08>
- CDIO (2024). The CDIO standards: Conceive, Design, Implement, Operate. <http://www.cdio.org>
- Chance, B., delMas, R., & Garfield, J. (2004). Reasoning about Sampling Distributions. En Dani Ben-Zvi y Johan Garfield (eds.), *The Challenge of Developing Statistical Literacy*,

- Reasoning, and Thinking* (pp. 295-323), Netherlands, Kluwer Academic Publishers, https://doi.org/10.1007/1-4020-2278-6_13
- Cobo, B., & Batanero, C. (2004). Significado de la media en los libros de texto de secundaria. *Enseñanza de las ciencias* 22(1), 5-18. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3899>
- Crawley, E. F., Malmqvist, J., Östlund, S., Brodeur, D. R., Edström, K., Crawley, E. F.,... & Edström, K. (2014). The CDIO approach. Rethinking Engineering Education. *The CDIO Approach*, 11-45. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-05561-9>
- Crawley, E., Malmqvist, J., Östlund, S., Brodeur, D., & Edström, K. (2007). Rethinking engineering education. *The CDIO approach*, 302(2), 60-62.
- De Veaux, R. D., Agarwal, M., Averett, M., Baumer, B. S., Bray, A., Bressoud, T. C., ... & Ye, P. (2017). Curriculum guidelines for undergraduate programs in data science. *Annual Review of Statistics and Its Application*, 4(1), 15-30. <https://doi.org/10.1146/annurev-statistics-060116-053930>
- Estrella, S. (2015). El objeto tabla: un estudio epistemológico, cognitivo y didáctico. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 33(2), 257-258. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1719>
- Estrella, S. (2017). Enseñar estadística para alfabetizar estadísticamente y desarrollar el razonamiento estadístico. En Salcedo, A. (Ed.), *Alternativas Pedagógicas para la Educación Matemática del Siglo XXI*, pp.173-194. Caracas: Centro de Investigaciones Educativas. Universidad Central de Venezuela.
- Estrella, S., Mena-Lorca, A., & Olfos-Ayarza, R. (2017). Naturaleza del objeto matemático “Tabla”. *Magis. Revista Internacional de Investigación en Educación*, 10(20), 105-122. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.m10-20.nomt>
- Fernández, N., García-García, J. I., Arredondo, E., & López, C. (2019). 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*, 5(10), 145-162.
- Franconeri, S. L., Padilla, L. M., Shah, P., Zacks, J. M., & Hullman, J. (2021). The science of visual data communication: What works. *Psychological Science in the public interest*, 22(3), 110-161. <https://doi.org/10.1177/15291006211051956>
- GAISE College Report ASA Revision Committee (2016). *Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education College Report 2016*. <http://www.amstat.org/education/gaise>.
- Gea, M. M., Arteaga, P. & Cañadas, G. (2017). Interpretación de gráficos estadísticos por futuros profesores de educación secundaria. AIEM. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, 12, 19-37.
- Gea, M. M., Batanero, C., Arteaga, P. & Estepa, A. (2019). La componente cognitiva del conocimiento didáctico matemático de profesores en formación sobre correlación y regresión. *Caminhos da Educação Matemática em Revista/Online*, 9(2). ISSN 2358-4750.
- Hardin, J., Hoerl, R., Horton, N. J., Nolan, D., Baumer, B., Hall-Holt, O., ... & Ward, M. D. (2015). Data science in statistics curricula: Preparing students to “think with data”. *The American Statistician*, 69(4), 343-353. <https://doi.org/10.1198/tas.2006.s61> <https://doi.org/10.1080/00031305.2015.1077729>
- Huang, W., London, J. S., & Perry, L. A. (2023). Project-based learning promotes students’ perceived relevance in an engineering statistics course: a comparison of learning in

- synchronous and online learning environments. *Journal of Statistics and Data Science Education*, 31(2), 179-187. <https://doi.org/10.1080/26939169.2022.2128119>
- Inzunza, S. (2016) Análisis de datos bivariados en un ambiente basado en applets y software dinámico. *Educación Matemática*, 28(3), 61-89. <https://doi.org/10.24844/em2803.03>
- Juárez, J., & Inzunza, S. (2014). Comprensión y razonamiento de profesores de matemáticas de Bachillerato sobre conceptos estadísticos básicos. *Perfiles Educativos*, XXXVI 146, 14-29. <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2014.146.46024>
- Lee, H., Mojica, G., Thrasher, E., & Baumgartner, P. (2022). Investigating data like a data scientist: Key practices and processes. *Statistics Education Research Journal*, 21(2), 3-3. <https://doi.org/10.52041/serj.v21i2.41>
- López, L., & Sánchez, P. (2004). Pensamiento estadístico para los empresarios del siglo XXI. *II Investigación Operacional*, XXV 1, 1-7.
- Malaspina, U., & Vallejo, E. (2019). Creación de problemas en la docencia. Reflexiones y propuestas. *Educación Matemática*, 7-54.
- Mayén, S., Batanero, C., & Díaz, C. (2009). Conflictos semióticos de estudiantes mexicanos en un problema de comparación de datos ordinales. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 12(2), 151-178.
- Moore, D. S. (1998). *Estadística aplicada básica*. España: Antoni Bosch.
- Ortiz, J. J., & Font, V. (2014). Pre-service teachers' common content knowledge regarding the arithmetic mean. *REDIMAT*, 3(3), 192-219. <https://doi.org/10.4471/redimat.2014.51>
- Régnier, J. C., & Kuznetsova (2014). Teaching of statistics: formation of statistical reasoning. *Procedia-Social and Behavioral Science*, 154(28), 99-103. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.10.119>
- Salcedo, A., & Díaz Levicoy, D. (2023). La educación estadística en Latinoamérica. Una panorámica desde los artículos publicados (pp. 2016–2021). *Educación Matemática*, 35(3), 237-268. <https://doi.org/10.24844/em3503.08>
- Sánchez, E., & Hoyos, V. (2013). La estadística y la propuesta de un currículo por competencias. En: A. Salcedo (Ed.), *Educación Estadística en América Latina: Tendencias y perspectivas* (pp. 211–227), Universidad Central de Venezuela. ISBN: 978-980-00-2744-8.
- Snee, R. D. (1990). Statistical thinking and its contributions to quality. *The American Statistician*, 44, 116-121. <https://doi.org/10.2307/2684144>
- Suyunovich, M. K. (2025). Using tables and graphs to display statistical data. *Innovation in the modern education system*, 5(48), 151-156.
- Tunstall, S. L. (2018). Investigating College Students' Reasoning With Messages of Risk and Causation. *Journal of Statistics Education*, 26(2), 76-86. <https://doi.org/10.1080/10691898.2018.1456989>
- Weiland, T. (2017). Problematizing statistical literacy: An intersection of critical and statistical literacies. *Educational Studies in Mathematics*, 96(1), 33-47. <https://doi.org/10.1007/s10649-017-9764-5>
- Wild, C. J., & Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223-265. <https://doi.org/10.2307/1403705>