

Toma de decisiones en estudiantes de educación media a partir de la comprensión gráfica en un problema socio-científico

Decision-making in secondary school students based on graphical understanding in a socio-scientific problem

Felipe IRARRÁZAVAL-ARAVENA¹

Jaime I. GARCÍA-GARCÍA²

Ximena VILDÓSOLA-TIBAUD³

Elizabeth-H. ARREDONDO⁴

¹ Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Chile. felipe.irarrazaval2018@umce.cl ORCID: <http://orcid.org/0009-0006-2530-5339>

² Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Chile. jaime.garcia@umce.cl <https://orcid.org/0000-0002-8799-5981>

³ Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Chile. ximena.vildosola@umce.cl <http://orcid.org/0000-0001-6866-4178>

⁴ Universidad de Los Lagos, Chile. elizabeth.hernandez@ulagos.cl <http://orcid.org/0000-0002-5285-1603>

RESUMEN

Este estudio caracteriza la toma de decisiones de estudiantes de educación media a partir de la comprensión gráfica en un problema socio-científico, antes y después de un experimento de enseñanza. Bajo una metodología cualitativa, descriptiva-exploratoria, se aplicó un cuestionario enfocado en niveles de comprensión gráfica. Los resultados evidencian un cambio desde respuestas basadas en perspectivas personales hacia decisiones justificadas en la integración contextual de datos. Se concluye que el experimento promovió la comprensión gráfica y la toma de decisiones fundamentadas.

Palabras clave: toma de decisiones, comprensión gráfica, problema socio-científico, educación media.

ABSTRACT

This study characterizes the decision-making processes of secondary school students based on their graphical understanding of a socio-scientific problem, before and after a teaching experiment. Using a qualitative, descriptive-exploratory methodology, a questionnaire focused on levels of graphical understanding was administered. The results show a shift from responses based on personal perspectives to decisions justified by the contextual integration of data. It is concluded that the experiment promoted graphical understanding and informed decision-making.

Keywords: decision-making, graphical understanding, socio-scientific problem, secondary education.

Recibido: 05/05/2026

Aprobado: 25/05/2026

Publicado: 30/05/2026

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad se ha visto una divulgación masiva de datos a través de los distintos medios de comunicación como la televisión, la prensa y las redes sociales. Sin embargo, la facilitación a su acceso no asegura que los ciudadanos comprendan y tomen decisiones acertadas con base a la información (Cuida et al., 2021). En este sentido, surge la necesidad social de formar estudiantes que posean las habilidades necesarias para leer, interpretar, comprender y evaluar críticamente la información presente en su entorno (Alsina, 2021); es decir, estudiantes alfabetizados estadísticamente.

De acuerdo con Gal (2002), la alfabetización estadística (AE) se define como la capacidad que poseen los ciudadanos para interpretar, evaluar críticamente, y cuando sea pertinente, comunicar y discutir opiniones respecto a información y argumentos sustentados en datos estadísticos. Por su parte, Estrella et al. (2015) mencionan que la AE incluye las habilidades básicas, tales como trabajar con diferentes tipos de gráficos y la comprensión de conceptos, que se usan para comprender la información estadística, mientras que Del Pino y Estrella (2012) señalan que la AE apoya en el desarrollo de la toma de decisiones en situaciones cotidianas. En tal sentido, una de las habilidades esenciales que busca desarrollar la AE, es la comprensión gráfica, vista como un conjunto de habilidades, tales como leer, describir, interpretar, analizar, comparar e inferir información desde los gráficos estadísticos (Friel et al., 2001). Centrados en estas perspectivas, consideramos la comprensión gráfica como un componente esencial de la AE, vinculada con la lectura, interpretación, análisis, inferencia y evaluación crítica de la información para tomar decisiones acertada.

En Chile, dentro de las Bases Curriculares de Educación Básica y Media (MINEDUC, 2016, 2018, 2019), se identifican objetivos de aprendizaje (OA) que buscan desarrollar habilidades vinculadas a la comprensión gráfica. Este desarrollo comienza con la lectura, interpretación y construcción de gráficos, continuando con el análisis y comparación de información, y finalizando con la comunicación y toma de decisiones mediante el análisis crítico de datos. Ahora bien, para dicho análisis es esencial que el estudiante conozca el contexto de los datos. Lo anterior nos conlleva a explorar estrategias pedagógicas que promuevan el fortalecimiento de la toma de decisiones en estudiantes, considerando el contexto de otras disciplinas que coincidan en este punto.

En la actualidad, se han presentado situaciones que han impactado al mundo, por ejemplo, la pandemia provocada por el virus del SARS-CoV-2 (COVID 19), la cual tuvo consecuencias significativas a nivel global. Ante este tipo de problemáticas, se hace evidente la necesidad de integrar el pensamiento científico en la sociedad, es decir, fomentar la alfabetización científica (AC). Holbrook y Rannikmae (1997) definen la AC como la capacidad de utilizar el conocimiento científico en la cotidianidad para resolver problemas, tomar decisiones y mejorar la calidad de vida. Mientras que, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2000) señala la AC como la capacidad de utilizar el conocimiento científico para identificar preguntas y conclusiones basadas en evidencia científica, y de esta forma tomar decisiones sobre el mundo. Por su parte, Yacoubian (2017) considera que el ciudadano alfabetizado científicamente debe tener las capacidades para tomar decisiones sobre cuestiones socio-científicas basadas en la ciencia.

Dentro de la educación científica surge el término problema socio-científico (PSC), relacionado con la AC al actuar como un contexto didáctico, enfocado en el desarrollo del pensamiento crítico y la toma de decisiones informadas. España y Prieto (2009) señalan que los PSC son situaciones reales, cercanas y controvertidas que están vinculadas con datos científicos, debido a que pueden ser considerados desde diversas posturas; además, proponen utilizar los PSC dentro del aula de ciencias como un contexto adecuado para el desarrollo de ciudadanos críticos que puedan abordar estos problemas globales y tomar decisiones responsables. En la misma línea, Sadler (2011) destaca la importancia de los PSC como un entorno de aprendizaje de conocimientos, procedimientos, actitudes y valores. Bajo esta perspectiva, los PSC surgen de controversias actuales, abiertas y complejas (como cambio climático o crecimiento poblacional), que fomentan la AC al requerir el uso de evidencias científicas, el pensamiento crítico y la toma de decisiones fundamentadas.

En las Bases Curriculares de Educación Básica y Media de Chile (MINEDUC, 2016, 2018, 2019), es posible identificar OA de ciencias que abordan PSC en algunos niveles educativos. En los primeros ciclos, se trabajan problemáticas relacionadas con un entorno cercano al estudiante, mientras que en el último ciclo (tercero y cuarto medio) se abordan problemáticas de alcance global. Sin embargo, con relación a la toma de decisiones, no se identifican OA orientados al desarrollo de esta habilidad.

Desde estas miradas, consideramos posible un trabajo interdisciplinario (entre la estadística y las ciencias naturales) para el desarrollo de la habilidad de toma de decisiones, donde la comprensión gráfica tiene

un rol enfocado en la lectura, interpretación y análisis crítico de información presente en gráficos, y las ciencias naturales aportando con el contexto de un PSC, es decir, con un problema complejo, cercano y controvertido, que puede ser considerado desde distintas perspectivas. En esta línea, esta investigación tuvo como objetivo caracterizar la toma de decisiones de estudiantes de educación media a partir de la comprensión gráfica en un PSC, antes y después de participar en un experimento de enseñanza.

Una de las premisas que se propone en este estudio, es que para promover la toma de decisiones en estudiantes de segundo medio, es necesario que puedan realizar una adecuada comprensión gráfica frente a un PSC. En la literatura se han encontrado diversos estudios relacionados con esta investigación. Rodríguez (2019) analiza los niveles de comprensión en estudiantes de grado 8° de Educación Secundaria Formal (11-15 años) mediante la resolución de dos tareas; leer e interpretar libremente dos gráficas estadísticas (barras y circular) antes de haber recibido enseñanza en lectura de gráficos; entre sus resultados se menciona que la mitad del estudiantado alcanza el nivel 1 (leer los datos), y que ningún estudiante realiza predicciones o análisis críticos a partir de los datos del gráfico. Por su parte, Conejero et al. (2023) evalúan el nivel de comprensión gráfica de estudiantes 1°, 3° y 4° grado de educación media (13-19 años) cuando leen e interpretan gráficos expuestos en noticieros televisivos; sus resultados evidencian que la mayor proporción de los participantes alcanza los niveles de comprensión 1 (lectura literal) y 2 (comparativo), y que casi la mitad del estudiantado presenta errores al momento de leer e interpretar gráficos estadísticos. En Irarrázaval et al. (2025) se analiza el nivel de comprensión gráfica de estudiantes de 3° y 4° medio (16-18 años) cuando se enfrentan a preguntas enfocadas en la toma de decisiones con base en un contexto cercano; con respecto a la toma de decisiones, una proporción significativa de estudiantes es capaz de hacer asociaciones apropiadas entre datos, pero algunos estudiantes respaldan su decisión por creencias personales sobre el contexto.

A partir de los resultados de estos estudios, podemos observar que la mayoría de los estudiantes de educación media alcanzan niveles inferiores en la lectura e interpretación de gráficos estadísticos. Son pocos los estudiantes que realizan predicciones, detectan tendencias y/o generan hipótesis sobre el comportamiento de los datos, aspectos relacionados con los niveles superiores de comprensión gráfica. Además, no se observan estudios enfocados en analizar la comprensión gráfica de estudiantes de segundo grado de educación media. Por otra parte, son escasos los estudios relacionados con los niveles de comprensión gráfica y la toma de decisiones; así como aquellas que consideren un contexto relacionado a un PSC.

1.1. Sinergias entre la alfabetización estadística y la alfabetización científica

La toma de decisiones es una habilidad de orden superior que puede ser desarrollada tanto desde la AE, a través de la comprensión gráfica, como desde la AC, mediante el abordaje de PSC. En este sentido, se ha diseñado un cuadro comparativo (ver Tabla 1) que expone las habilidades promovidas por ambas alfabetizaciones, según distintos autores, con el objetivo de identificar aquellas que poseen en común y apoyan al desarrollo de la toma de decisiones.

Tabla 1. Habilidades vinculadas a la alfabetización estadística y científica, según distintos autores.

Alfabetización Estadística (Gal, 2002; Estrella et al., 2015; Del Pino y Estrella, 2012; Friel et al., 2001; MINEDUC, 2016)	Alfabetización Científica (Hodson, 2013; Muñoz y Charro, 2017; Bybee, 1997; MINEDUC, 2016)
Interpretar y evaluar críticamente la información estadística Discutir o comunicar opiniones respecto a información estadística Organizar datos Construir y presentar tablas y gráficos Toma de decisiones en situaciones cotidianas Evaluación crítica de la información Leer datos Describir e interpretar información Analizar y comparar Inferir información desde los gráficos estadísticos Deducir información no visible dentro de los datos Argumentar y comunicar <ul style="list-style-type: none"> • Determinar tendencias 	Capacidad para comprender los fenómenos naturales y sus implicancias sociales Razonamiento científico Argumentación científica Desarrollo del pensamiento crítico Toma de decisiones informadas Describir, explicar y predecir fenómenos Interpretar evidencia Comunicar resultados Tomar decisiones fundamentadas sobre problemas científicos Evaluar y diseñar la investigación científica Interpretar datos y pruebas científicas Explicar fenómenos científicamente Observar y plantear preguntas. Planificar y conducir una investigación Procesar y analizar la evidencia Evaluar Comunicar

Fuente: Elaboración propia.

Es posible identificar un conjunto de habilidades comunes entre la AE y la AC, tales como: la evaluación crítica, la comunicación basada en información, la interpretación de datos, la descripción e interpretación de evidencia, el análisis y comparación de información, la argumentación y la predicción e inferencia de tendencias; las cuales contribuyen al desarrollo de la toma de decisiones.

1.2. Jerarquía para la comprensión gráfica

En estudios recientes, García-García y colaboradores (2020) han propuesto una jerarquía para la comprensión gráfica, fundamentada mediante la articulación de la taxonomía de Curcio (Curcio, 1989; Friel et al., 2001; Shaughnessy et al., 1996; citados en Irarrázaval et al., 2025) y la jerarquía de Aoyama (2007; citado en Irarrázaval et al., 2025), y con base en evidencia empírica (Arredondo et al., 2019; Conejero et al., 2023; Fernández et al., 2019; García-García et al., 2020; Irarrázaval et al., 2025). En la Tabla 2 se presentan los niveles de comprensión gráfica de dicha jerarquía.

Tabla 2. Jerarquía propuesta para la comprensión gráfica.

Nivel	Descripción
Nivel 0. Perspectiva personal	La lectura del estudiante se basa en experiencias, en perspectivas personales o en reconocer el tipo de gráfico estadístico, sin leer datos o tendencias, ni conectar características del gráfico con el contexto.
Nivel 1. Lectura literal	El estudiante efectúa la lectura literal de datos del gráfico estadístico, como el título, la variable, los valores de la variable, las frecuencias o la fuente, sin realizar interpretaciones ni cálculos adicionales.
Nivel 2. Comparativo	La lectura implica la interpretación de la información del gráfico estadístico, por lo que realiza comparaciones entre los datos, determina el valor de la variable con mayor/menor frecuencia, identifica un aumento/decremento en los datos, o bien, efectúa cálculos matemáticos con los datos.
Nivel 3. Predictivo	El estudiante realiza predicciones de tendencias acerca del comportamiento de los datos, o bien, predicciones de datos correspondientes a los valores de la variable que no se muestran en el gráfico.
Nivel 4. Integrativo - Racional	La lectura muestra una integración con el contexto. Se leen datos y tendencias concretas (específicas). Se comprenden las variables contextuales, por lo que explican significados contextuales literalmente en términos de las características que muestra el gráfico, pero no se proponen interpretaciones alternativas; solo utilizan los significados presentados. No se cuestiona la fiabilidad de la información.
Nivel 4. Integrativo - Hipotético	La lectura del estudiante muestra una integración con el contexto. Se leen, comprenden y evalúan los datos (información) presentados en el gráfico. Se formulan hipótesis o modelos explicativos. Se actúa como investigador estadístico activo, no solo como receptor de información.
Nivel 4. Integrativo - Crítico	La lectura del estudiante muestra una integración con el contexto. Se lee el gráfico y se comprenden las variables contextuales que se presentan. Se efectúa una evaluación/valoración de la fiabilidad del significado contextual descrito en el gráfico y de los datos (información presentada) y/o la forma en la que se recolectan y organizan los datos.

Fuente: Elaboración propia.

Esta jerarquía nos permite caracterizar la toma de decisiones de los estudiantes a partir de la comprensión gráfica en un PSC y, con ello, analizar cómo justifican su decisión.

2. METODOLOGÍA

Se siguió una metodología de tipo cualitativa (Rojas-Gutiérrez, 2022), descriptiva-exploratoria (Hernández et al., 2010), centrada en caracterizar la toma de decisiones de estudiantes de segundo medio frente a preguntas vinculadas a la comprensión gráfica en el contexto de un PSC, antes y después de participar en un experimento de enseñanza.

2.1. Participantes

La muestra fue seleccionada intencionalmente, conformada por 34 estudiantes chilenos que cursan segundo año de educación media en un colegio particular subvencionado de Santiago, Chile. Las edades de los estudiantes oscilan entre 15 y 17 años, siendo 60% varones y 40% mujeres. Estos estudiantes fueron seleccionados bajo el criterio de no haber recibido algún tipo de enseñanza relacionada a la toma de decisiones mediante la comprensión gráfica en el contexto de un PSC. No obstante, es posible que hayan estudiado temas relacionados con la comprensión gráfica o con PSC en cursos anteriores, por ejemplo, en sexto de educación básica se aborda el objetivo de aprendizaje OA.24. "Leer e interpretar gráficos de barra doble y circulares y comunicar sus conclusiones" (MINEDUC, 2018, p. 254) y el OA03. "Analizar los efectos de la actividad humana sobre las redes alimentarias" (MINEDUC, 2018, p. 105), de Matemática y Ciencias Naturales, respectivamente.

2.2. Instrumento

Se diseñó y validó, por juicio de expertos (Arribas, 2004), un cuestionario que contiene cuatro preguntas enfocadas en la comprensión gráfica. Las preguntas 1 y 2 están relacionadas con el nivel 2, comparativo, y el nivel 3, predictivo; mientras que, la pregunta 3 y 4 están relacionadas con el nivel 4, integrativo, ya que se enfocan en la toma de decisiones, por lo que se espera que los estudiantes integren el contexto de la información en sus respuestas. Dado el objetivo de este estudio, sólo se expondrán y comentarán las preguntas 3 y 4. El contexto de la información estadística que se presenta en el cuestionario está vinculado con un PSC denominado: Crecimiento poblacional, relacionado con el OA05 de Ciencias Naturales de primero medio "Analizar e interpretar los factores que afectan el tamaño de las poblaciones" (MINEDUC, 2016, p. 158). En específico, se aborda la mortalidad masculina y femenina en Chile, en los años 2000 y 2019 (ver Figura 1).

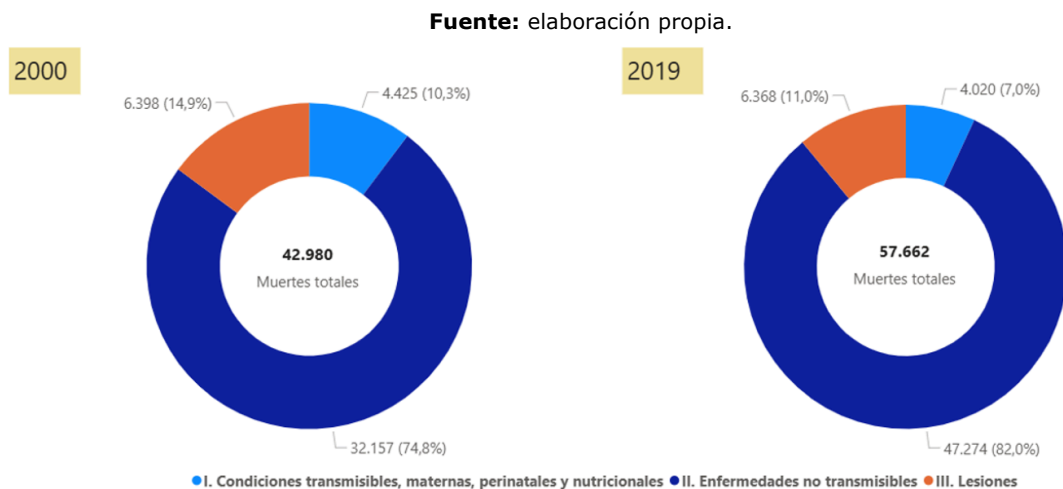


Figura 1 Extracto del cuestionario de indagación (información presentada en gráficos estadísticos).

2.3. Aplicación del instrumento

El cuestionario se aplicó en dos momentos. La aplicación previa se llevó a cabo antes de realizar un experimento de enseñanza, con el propósito de analizar la comprensión gráfica del estudiantado y sus justificaciones al tomar decisiones. El profesor titular de la asignatura de matemáticas (autor principal de este artículo) presentó a los estudiantes el cuestionario y solicitó su resolución de manera individual. Después del experimento de enseñanza, se realizó la aplicación posterior con la intención de analizar los cambios en la toma de decisiones de los estudiantes. Cada aplicación se realizó en una clase de dos horas pedagógicas (90 minutos, aproximadamente).

2.4. Experimento de enseñanza

Un experimento de enseñanza involucra una secuencia de episodios de enseñanza, en donde participan, regularmente, un investigador-docente, uno o más estudiantes y uno o más investigadores-observadores (Steffe y Thompson, 2000). Esta herramienta metodológica permite estudiar, comprender y evidenciar cómo los estudiantes aprenden y desarrollan habilidades dentro de un corto periodo de tiempo (Bernabeu et al., 2019; Steffe y Thompson, 2000). Cobb y Gravemeijer (2008) señalan que para desarrollar un experimento de enseñanza es necesario cumplir con 3 fases: 1) diseño del experimento, 2) experimentación para promover el aprendizaje, y 3) análisis retrospectivo de los datos. En la segunda fase, de acuerdo con Molina et al. (2011, pp. 7-8), se presentan las "intervenciones en el aula y las sucesivas iteraciones del ciclo en tres pasos: 1) diseño y formulación de hipótesis; 2) intervención en el aula y recogida de datos; y 3) análisis de los datos y revisión y reformulación de hipótesis". En este estudio, se considera cada una de las fases mencionadas, las cuales se describen a continuación.

Fase 1. Diseño del experimento. Se realizó una revisión bibliográfica de estudios enfocados en la comprensión gráfica de estudiantes, con el fin de identificar dificultades y desafíos relacionados con el desarrollo de esta capacidad y con la toma de decisiones. Además, se analizaron las habilidades de la AE y la AC que están relacionadas con la toma de decisiones, con el propósito de establecer un vínculo interdisciplinario entre la estadística y las ciencias naturales. Igualmente, se realizó un análisis de los OA de matemática y ciencias naturales, establecidos en las Bases Curriculares de Educación Básica y Media (MINEDUC, 2016, 2018, 2019). Posterior a esto, se diseñó, validó y aplicó un cuestionario (aplicación

previa) [señalado en la sección 2.2], para explorar las justificaciones de los estudiantes de educación media al tomar decisiones mediante la comprensión gráfica en un PSC. Con base en los resultados del análisis anterior, se diseñó y validó una experiencia de aprendizaje para desarrollar la habilidad de la toma de decisiones, la cual consta de cuatro talleres:

- Taller 1. Población en Chile en los años 2000 - 2024, por rango de edad.
- Taller 2. Tasa de mortalidad infantil en Chile en los años 1995 - 2021.
- Taller 3. Tasa de mortalidad materna en Chile en los años 2000 - 2020.
- Taller 4: Índice de desarrollo humano en los países de Sudamérica en el 2022.

Fase 2. Experimentación para promover el aprendizaje. Se desarrolló la experiencia de aprendizaje, la cual consta de tres pasos y estuvo a cargo del profesor titular de la asignatura de matemáticas. El primer paso, diseño y formulación de hipótesis, se trató de un trabajo previo por parte del profesor. Con base en el análisis del currículo chileno y los estudios mencionados anteriormente, y tomando como referente los niveles de comprensión gráfica y el contexto del PSC, el profesor organizó las sesiones de clase. El segundo paso, intervención en el aula y recogida de datos, fue organizado en cinco clases de dos horas pedagógicas, las cuales se describen a continuación.

- Clase 1, 2, 3 y 4. Las primeras cuatro clases corresponden a los cuatro talleres de la experiencia de aprendizaje. Al inicio de cada taller, el profesor proporciona un texto en el que se plantea el PSC "Crecimiento poblacional" abordado desde la salud pública en Chile. Inicialmente, el profesor formula preguntas claves, por ejemplo: ¿cuáles son las causas que afectan a una población desde la salud pública?, con la intención de acercar a los estudiantes al contexto del PSC. Luego, en el desarrollo de cada taller, el profesor solicitó a los estudiantes trabajar en grupos, señalando leer con atención el texto proporcionado. Después, el profesor presentó al menos un gráfico estadístico relacionado con cada contexto del PSC (señalados en la Fase 1). Los estudiantes, con base en la información del texto del PSC y la presentada en los gráficos estadísticos, respondieron una serie de preguntas orientadas a la comprensión gráfica y la toma de decisiones. Durante el cierre, los grupos de trabajo compartieron sus respuestas y el profesor planteó las siguientes preguntas: ¿hay alguna decisión más acertada que otra? ¿por qué? El propósito era que los estudiantes justificaran su toma de decisiones. Finalmente, el profesor señala que todas las decisiones dan solución a la problemática, pero solo una es la más acertada. En general, los talleres están enfocados en la toma de decisiones, a partir de la comprensión gráfica en un PSC, lo que corresponde a un primer acercamiento de los estudiantes a este tipo de preguntas.
- Clase 5. Aplicación del cuestionario (aplicación posterior)

El tercer paso, análisis de los datos y revisión y reformulación de hipótesis, se desarrolló al finalizar cada uno de los talleres. El profesor, recolectó las respuestas proporcionadas por los estudiantes en cada taller perteneciente a la experiencia de aprendizaje. Esto le permitió identificar las dificultades en el proceso de aprendizaje de los estudiantes y, con ello, realizar reajustes dentro de su diseño.

Fase 3. Análisis retrospectivo de los datos. Se organizaron los datos recopilados. Además, se realizó un análisis comparativo de las respuestas entregadas por los estudiantes antes y después del experimento de enseñanza.

2.5. Procedimiento de análisis

El procedimiento de análisis se realizó mediante un proceso cíclico e inductivo (Bisquerra, 2019); para resguardar la fiabilidad se desarrollaron sesiones de clasificación conjunta y discusión de desacuerdos hasta llegar a un consenso. La clasificación de las respuestas se realizó considerando:

- El nivel de comprensión gráfica alcanzado por el estudiante en su respuesta (ver Sección 1.2).
- El tipo de acción, es decir, si el estudiante hace uso de acciones estadísticas o no estadísticas al momento de justificar su respuesta (ver Tabla 3).
- La calidad de su respuesta en relación con la toma de decisión adecuada o menos adecuada.

Tabla 3. Acciones estadísticas y no estadísticas, según nivel de comprensión gráfica.

Niveles de comprensión	Acciones estadísticas	Acciones no estadísticas
Nivel 0. Perspectiva personal		Emite juicios o comentarios basados en experiencias o percepciones personales. Expresa opiniones sin referenciar datos.
Nivel 1. Lectura literal	Lee valores, frecuencias o categorías de datos. Identifica las variables en cada gráfico.	Repite información textual o visual, sin interpretación.

Niveles de comprensión	Acciones estadísticas	Acciones no estadísticas
	Lee valores o porcentajes de cada gráfico de forma aislada.	Copia números o porcentajes, sin interpretación. Menciona información textual sin compararla.
Nivel 2. Comparativo	Compara magnitudes o frecuencias entre categorías. Identifica máximos, mínimos y tendencias concretas justificando con valores. Compara cantidades entre ambos gráficos. Determina cuál gráfico muestra un valor mayor o menor.	Realiza comparaciones solo visuales, sin justificar con valores. Omite vincular la comparación con el contexto de los datos.
Nivel 3. Predictivo	Realiza inferencias o estimaciones de valores no mostrados, sustentadas estadísticamente. Predice tendencias futuras a partir de la información. Extrapolación o interpola datos de manera razonada.	Propone inferencias o estimaciones de valores no sustentadas estadísticamente. Realiza predicciones sólo visuales sin justificar con valores.
Nivel 4. Integrativo - Racional	Lee tendencias concretas y relaciona datos con variables contextuales específicas; pero no cuestiona la calidad o validez de los datos, ni se proponen interpretaciones alternativas. Identifica relaciones entre características del gráfico y significados contextuales.	Explica significados contextuales literalmente en términos de las características que muestra el gráfico.
Nivel 4. Integrativo - Hipotético	Formula hipótesis o modelos explicativos basados en datos.	Plantea conjeturas sin respaldo empírico. Realiza interpretaciones contextuales vagas sin fundamentar en datos.
Nivel 4. Integrativo - Crítico	Evalúa la fiabilidad de los datos y su recolección. Juzga la validez de los significados contextuales. Cuestiona la forma en la que se recolectan y organizan los datos	Emite opiniones generales sin analizar soporte estadístico. Realiza juicios de valor sobre el tema más que sobre los datos del gráfico.

Fuente: Elaboración propia.

3. ANÁLISIS Y RESULTADOS

Enseguida se presenta el análisis de algunas respuestas proporcionadas por los estudiantes en la aplicación previa y posterior del cuestionario, así como su clasificación por nivel de comprensión gráfica, tipo de acción y calidad de esta. Finalmente, se presentan tablas de frecuencias que resumen los resultados obtenidos a partir del análisis mencionado. Para facilitar la presentación de los resultados, a cada estudiante se le asignó el código Ex, donde x representa el número del 1 al 34 de acuerdo con el orden que se han analizado las respuestas.

3.1. Pregunta 3

La pregunta 3 relacionada con el nivel 4 (integrativo - racional), tiene como propósito que el estudiante tome una decisión a partir de la información mostrada en los gráficos estadísticos y el texto, vinculada con la tasa de mortalidad en Chile en los años 2000 y 2019.

Pregunta 3: Considerando que las enfermedades no transmisibles (como el cáncer, la obesidad y las afecciones cardiovasculares) representan la principal causa de muerte en Chile. En base a lo anterior ¿cuál de las siguientes medidas piensas que tendría mayor impacto en la reducción de la mortalidad asociada a este grupo de enfermedades? ¿Por qué? Selecciona la opción que consideres más adecuada y fundamenta tu elección utilizando la información presentada en los gráficos y en el texto.

a) Implementar campañas masivas para fomentar la actividad física y una alimentación saludable en la población. b) Aumentar los recursos destinados al tratamiento hospitalario de las enfermedades no transmisibles. c) Desarrollar campañas de vacunación y control de enfermedades infecciosas. d) Fortalecer los controles médicos preventivos desde la atención primaria

Se espera que los estudiantes tomen la decisión más adecuada (alternativa "a"), sobre las medidas que tendrían un mayor impacto en la reducción en la mortalidad relacionada con enfermedades no transmisibles en ambos sexos, justificando su decisión mediante la integración de la información de ambos gráficos y el contexto del PSC. A continuación, en Tabla 4 se muestra la transcripción fidedigna de las respuestas proporcionadas por E29 a la pregunta 3 en la aplicación previa y posterior del cuestionario, clasificándolas por nivel de comprensión gráfica, tipo de acción y calidad de esta, junto a una breve justificación sobre esta clasificación.

Tabla 4. Ejemplificación de la clasificación de las respuestas de E29 a la pregunta 3.

Respuesta de estudiante E29 en la aplicación previa	<i>Se implementaron campañas masivas de actividad física y alimentación saludable, las personas tendían a una alimentación equilibrada y actividad física todos los días o día, en medios.</i>
Respuesta del estudiante E29 en la aplicación posterior	<i>Al momento de colocar campañas de actividad física y alimentación saludable, grandes cantidades de personas acudirían a las campañas para mantenerse en forma, comer saludable y así evitar que el 38,9% aumente más.</i>
Justificación de la clasificación en las respuestas	<p>Aplicación previa: Toma una decisión adecuada. E29 alcanza el nivel 0 (Perspectiva personal). La decisión se basa en perspectivas personales; no lee datos particulares, realiza comentarios basados en percepciones personales y no relaciona su decisión con el contexto; es decir, mediante acciones no estadísticas.</p> <p>Aplicación posterior: Toma una decisión adecuada. E29 alcanza el nivel 4 (Racional). Justifica su decisión mediante la lectura de datos y los relaciona con variables contextuales específicas, a través de una acción estadística.</p> <p>Cambio: Muestra un cambio en el nivel de comprensión gráfica y en el tipo de acción; mientras que la calidad de la respuesta se mantiene (decisión adecuada).</p> <p>Característica: En la aplicación previa, justifica mediante una perspectiva personal, no lee datos particulares, ni relaciona el contexto en su respuesta; mientras que, en la aplicación posterior, el estudiante justifica a través de la lectura de datos y los relaciona con variables contextuales específicas, mediante una acción estadística.</p>

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 5 muestra la distribución de la clasificación de las respuestas de los estudiantes.

Tabla 5. Frecuencia de respuestas clasificadas por nivel, tipo de acción y calidad de esta.

Categoría de análisis	Aplicación previa		Aplicación posterior	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Nivel 0: Perspectiva personal	21	61,76	6	17,65
Nivel 1: Lectura literal	1	2,94	0	0
Nivel 2: Comparativo	1	2,94	0	0
Nivel 4: Racional	7	20,59	21	61,76
Nivel 4: Hipotético	5	15,71	7	20,59
Tipo de acción: No Estadística	33	97,06	29	85,29
Tipo de acción: Estadística	1	2,94	5	14,71
Respuesta: Adecuada	17	50	21	61,76
Respuesta: Menos adecuada	17	50	13	38,24

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al nivel de comprensión gráfica alcanzado, se visualiza un cambio entre la aplicación previa y posterior. En primera instancia, se aprecia que la mayoría de los estudiantes (61,76%) justifican su toma de decisiones desde una perspectiva personal (nivel 0); después, se observa un nivel de comprensión avanzado: un 82,35% de los estudiantes justifica su toma de decisiones mediante la integración del contexto de la información (nivel 4), principalmente con un enfoque racional (61,76%) e hipotético (20,59%). Con respecto al tipo de acción, en ambas aplicaciones se aprecia un predominio de las respuestas basadas en acciones no estadísticas, mostrando una disminución de 97,06% a 85,29%; lo anterior, refleja un aumento moderado en las respuestas clasificadas en el tipo de acción estadística (de 2,94% a 14,71% entre ambas aplicaciones). En relación con la calidad de las respuestas, en la aplicación previa del cuestionario se observa una distribución equilibrada (50% adecuadas y 50% menos adecuadas); mientras que, en la aplicación posterior, se aprecia una mejoría, donde el 61,76% de las respuestas son adecuadas; esto muestra un aumento moderado en la calidad de las respuestas clasificadas como "adecuadas".

3.2. Pregunta 4

La pregunta 4 está relacionada con el nivel 4 (integrativo - racional) de comprensión gráfica, cuyo propósito es que el estudiante tome una decisión a partir de la información mostrada en los gráficos estadísticos y el texto; es decir, mediante la integración del contexto.

Pregunta 4: Entre el 2000 y el 2019, las muertes por enfermedades transmisibles y lesiones disminuyeron en porcentaje, mientras que las enfermedades no transmisibles aumentaron. Si fueras parte de las personas del Ministerio de Salud que toman decisiones, ¿en cuál de las siguientes acciones invertirías más recursos en los próximos 10 años? ¿Por qué? Selecciona la opción que consideres más adecuada y justifica tu elección utilizando la información presentada en los gráficos y en el texto.

a) Prevenir enfermedades transmisibles (como infecciones, VIH, etc.)

- b) Prevenir enfermedades no transmisibles (como diabetes, hipertensión, obesidad, etc.)
- c) Prevenir lesiones y causas externas (accidentes, homicidios, suicidios, etc.)

Se espera que los estudiantes tomen la decisión adecuada (opción "b"), acerca de cuál acción es más eficiente para la prevención de las principales causas de muerte en Chile en los próximos 10 años, justificando su decisión integrando el contexto, es decir, la información presentada en ambos gráficos estadísticos y en el texto del PSC. La Tabla 6 muestra el análisis de las respuestas entregadas por E1 a la pregunta 4, clasificadas por nivel de comprensión gráfica, tipo de acción y la calidad de esta, junto con una breve justificación sobre esta clasificación.

Tabla 6. Ejemplificación de la clasificación de las respuestas de E1 a la pregunta 4.

Respuesta de estudiante E ₁ en la aplicación previa	<i>Por que debido a que las otras disminuyeron y esta aumentó, por lógica nos deberíamos enfocar en ella para que no siga aumentando su porcentaje</i>
Respuesta de estudiante E ₁ en la aplicación posterior.	<i>Me enfocaría en mejorar está, porque comparada a las otras es la que está mucho más alta, si en el año 2019 ascendió a 32,8 por cada 100.000 habitantes esto a 10 años más empeoraría porque tiene esa tendencia a aumentar. En cambio las otras opciones al haber disminuido su porcentaje podría seguir bajando o manteniéndose durante esos años</i>
Justificación de la clasificación en las respuestas.	<p>Aplicación previa: Toma la decisión adecuada. E1 alcanza el nivel 4 (Racional). Justifica mediante la lectura de datos y tendencias concretas. Su explicación se basa en los significados contextuales literalmente en términos de lo que se presenta en el gráfico, a través de acciones no estadísticas.</p> <p>Aplicación posterior: Toma la decisión adecuada. E1 alcanza el nivel 4 (Racional). Justifica mediante la explicación de los significados contextuales literalmente en términos de lo que se presenta en el gráfico y en el texto del PSC, a través de acciones estadísticas.</p> <p>Cambio: No muestra un cambio en el nivel de comprensión gráfica y en la calidad de la respuesta; mientras que se presenta un cambio en el tipo de acción.</p> <p>Característica: En la aplicación previa, el estudiante presenta una justificación basada en lectura de datos y tendencias concretas, es decir, se basa en los significados contextuales literalmente en términos de lo que se presenta en el gráfico, mediante acciones no estadísticas; y en posterior, justifica integrando el contexto a partir de la explicación de los significados contextuales literalmente en términos de lo que se presenta en el gráfico y en el texto del PSC, a través de acciones estadísticas.</p>

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 7 presenta la distribución de la clasificación de las respuestas de los estudiantes.

Tabla 7. Frecuencia de respuestas clasificadas por nivel, tipo de acción y calidad de esta.

Categoría de análisis	Aplicación previa		Aplicación posterior	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Nivel 0: Perspectiva personal	12	35,39	2	5,88
Nivel 1: Lectura literal	0	0	1	2,94
Nivel 2: Comparativo	1	2,94	0	0
Nivel 4: Racional	20	58,82	27	79,41
Nivel 4: Hipotético	1	2,94	4	11,76
Tipo de acción: No Estadística	34	100	23	67,65
Tipo de acción: Estadística	0	0	11	32,35
Respuesta: Adecuada	30	88,24	33	97,06
Respuesta: Menos adecuada	4	11,76	1	2,94

Fuente: Elaboración propia.

Con relación al nivel de comprensión gráfica alcanzado, en la aplicación previa del cuestionario se observa que la mayoría de los estudiantes (61,76%) alcanzan el nivel integrativo (nivel 4); no obstante, en el cuestionario posterior, se observa un crecimiento considerable (91,17%), lo que evidencia una disminución de las respuestas clasificadas en el nivel 0 (perspectiva personal). En cuanto al tipo de acción, se observa un cambio significativo; en el cuestionario previo, el 100% de las respuestas se centran en acciones no estadísticas, mientras que, en la aplicación posterior estas disminuyeron a un 67,65%. En este sentido, se observa un aumento considerable de los estudiantes que justifican sus respuestas utilizando acciones estadísticas, pasando de 0% a 32,35%. Con respecto a la calidad de las respuestas, en el cuestionario previo, la mayoría de las respuestas de los estudiantes se observa la decisión adecuada (88,24%); mientras que, en la aplicación posterior, el 97,08% de los estudiantes toman la decisión adecuada; lo anterior refleja un aumento moderado.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Con el propósito de evidenciar el avance, permanencia o retroceso en el nivel de comprensión gráfica y la justificación de la toma de decisiones de los estudiantes luego de participar en el experimento de enseñanza, las Tablas 8 y 9 muestran las frecuencias de la clasificación, de manera conjunta.

Tabla 8. Clasificación conjunta de las respuestas a la pregunta 3, antes y después del experimento de enseñanza.

Cuestionario previo		Cuestionario posterior				
		Nivel 0: Perspectiva personal	Nivel 4: Integrativo - Racional			Nivel 4: Integrativo - Hipotético
		Acción no estadística	Acción estadística	Acción no estadística	Acción estadística	Acción no estadística
Nivel 0: perspectiva personal	Acción no estadística	<i>E23, E29, E30, E34</i>	E21, E28, E31	E5, E6, E9, E10, E11, E13, E17, E18, E20, E25, E26	E12	E14
Nivel 1: Lectura literal	Acción no estadística			E19		
Nivel 2: Comparativo	Acción no estadística	<u>E33</u>				
Nivel 4: Integrativo - Racional	Acción estadística	<u>E27</u>				
	Acción no estadística		E16	E4, E7, E8, E15, E22		
Nivel 4: Integrativo - Hipotético	Acción no estadística					<i>E1, E2, E3, E24, E32</i>

Nota: Estudiantes que muestran un avance, permanencia o retroceso en el nivel de comprensión gráfica, señalados mediante letra negrita, cursiva o subrayada, respectivamente.

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la pregunta 3, 17 estudiantes presentan un avance en el nivel de comprensión gráfica alcanzado, principalmente desde el nivel 0 al nivel 4 (16 estudiantes) y solo 1 desde el nivel 1 al nivel 4, mediante una integración adecuada del contexto, donde 4 estudiantes justifican mediante acciones estadísticas y 13 mediante acciones no estadísticas. Por otra parte, 15 estudiantes se mantienen en el mismo nivel de comprensión gráfica, 4 de ellos en el nivel 0 y 11 en el nivel 4 (6 y 5 desde un enfoque racional e hipotética, respectivamente); además, se observa un predominio en el uso de acciones no estadísticas (14 de 15 estudiantes). Sin embargo, solo 2 estudiantes presentan un retroceso dentro del nivel de comprensión gráfica (del nivel 2 al nivel 0 y del nivel 4 al nivel 0).

En este sentido, es posible indicar que, la mayoría de los estudiantes (82,3%) logran alcanzar el nivel 4 (integrativo), tomando decisiones mediante la integración del contexto de los datos. Además, el porcentaje de estudiantes (61,7%) que alcanzaron el nivel 4 (integrativo - racional), superan a lo reportado en Conejero et al. (2023) (ya que solo el 18,8% de los participantes de su estudio alcanzan dicho nivel frente a la lectura e interpretación libre de gráficos) y en Irarrázaval et al. (2025) (donde en promedio, el 57,1% de los estudiantes de su estudio alcanzan dicho nivel frente a preguntas vinculadas a la toma de decisiones).

En relación con la pregunta 4, 11 estudiantes muestran un avance en el nivel de comprensión gráfica alcanzado, principalmente desde el nivel 0 al nivel 4 (9 estudiantes), 1 avanza del nivel 0 al nivel 2 y 1 del nivel 3 al nivel 4, mediante la integración adecuada del contexto, donde 10 estudiantes justifican mediante acciones no estadísticas y 1 mediante acciones estadísticas. En cambio, 23 estudiantes no presentan cambios en el nivel de comprensión gráfica, 2 de ellos se mantienen en el nivel 0 y 21 en el nivel 4. En términos generales, los resultados a esta pregunta son similares a los obtenidos en la pregunta 3; en este sentido, luego de participar de un experimento de enseñanza, la mayoría de los estudiantes (91,1%) toman decisiones mediante la integración del contexto de los datos de un PSC y representados en gráficos estadísticos. Por otro lado, los resultados obtenidos, considerando el porcentaje (82,3%) de los estudiantes que alcanza el nivel 4 (integrativo - racional), este supera a los reportados en Conejero et al. (2023) y en Irarrázaval et al. (2025) (18,9% y 57,1%, respectivamente).

Tabla 9. Clasificación conjunta de las respuestas a la pregunta 4, antes y después del experimento de enseñanza.

Cuestionario previo		Cuestionario posterior							
		Nivel 0: Perspectiva personal		Nivel 2: Comparativo		Nivel 4: Integrativo - Racional		Nivel 4: Integrativo - Hipotético	
		Acción no estadística	Acción no estadística	Acción estadística	Acción no estadística	Acción estadística	Acción no estadística		
Nivel 0: perspectiva personal	Acción no estadística	<i>E19, E29</i>	E13	E20	E12, E15, E18, E24, E26, E30, E33		E17		
Nivel 3: Predictivo	Acción no estadística				E4				
Nivel 4: Integrativo - Racional	Acción no estadística			<i>E1, E2, E7, E8, E10, E11, E16, E28, E31</i>	<i>E5, E6, E9, E14, E21, E22, E23, E25, E32</i>	<i>E3</i>	<i>E27</i>		
Nivel 4: Integrativo - Hipotético	Acción no estadística				<i>E34</i>				

Nota: Estudiantes que muestran un avance, permanencia o retroceso en el nivel de comprensión gráfica, señalados mediante letra negra, cursiva o subrayada, respectivamente.

Fuente: Elaboración propia.

Para responder al objetivo de este estudio, podemos mencionar que, antes de participar en los talleres del experimento de enseñanza, la mayoría de los estudiantes toman decisiones basadas en ideas personales (nivel 0); es decir, fundamentadas mediante juicios, experiencias o percepciones personales. Esto podría deberse a que los estudiantes consideran sus vivencias como una justificación suficiente para tomar una decisión adecuada, sin tener en cuenta la información del contexto del PSC. Posterior a la participación en los talleres, se observa que la mayoría de los estudiantes logran tomar decisiones mediante la integración del contexto de los datos (nivel 4 racional o hipotético); en este sentido, identifican relaciones entre los datos representados en los gráficos estadísticos y los significados contextuales de la problemática para tomar decisiones. Este avance muestra que los estudiantes, luego de participar de un experimento de enseñanza, consideran el contexto de los datos como una base adecuada para justificar su toma de decisiones.

A partir de los resultados visualizados anteriormente, es posible mencionar dos áreas de indagación que se abren a partir de esta investigación. La primera de ellas está relacionada con la jerarquía para la comprensión gráfica. Como se ha mencionado, esta investigación buscó caracterizar la toma de decisiones haciendo uso de una jerarquía relacionada con la comprensión gráfica, la cual nos permitió evidenciar cómo los estudiantes justifican su toma de decisiones mediante la integración del contexto de los datos, alcanzando el nivel 4 (integrativo - racional). Ahora bien, para lograr lo anterior, fue necesario diferenciar entre acciones estadísticas y no estadísticas que realizaba el estudiante frente a las preguntas de comprensión gráfica y de toma de decisiones. Si bien se establecieron estas acciones para cada uno de los niveles de comprensión gráfica, como investigación futura se plantea la necesidad de analizar a detalle estas acciones a partir de estudios empíricos e integrar los resultados en la jerarquía propuesta por García-García y colaboradores. La segunda está relacionada con la toma de decisiones. En esta investigación nos permitió evidenciar la justificación de los estudiantes mediante la integración del contexto de los datos, desde la comprensión gráfica; sin embargo, sabemos que la toma de decisiones es una habilidad compleja y de orden superior, esto quiere decir que es necesario analizar con mayor detalle el cómo los estudiantes argumentan esta toma de decisiones, es decir, identificar afirmaciones, datos, garantías, respaldos, calificadores y refutaciones, para evaluar la solidez de su toma de decisiones, mediante el modelo de Toulmin (1958).

AGRADECIMIENTOS

El autor principal agradece el apoyo financiero otorgado por la Dirección de Postgrado de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación a través de la Beca de Magíster 2024-2025 y al programa del Magíster en Didáctica de las Ciencias Naturales y las Matemáticas de la UMCE.

Declaración de Ética, Transparencia y Uso de Inteligencia Artificial (IA)

Los autores declaran que, durante la redacción del manuscrito, el uso de inteligencia artificial se empleó únicamente como apoyo para la revisión y organización de contenido lingüístico. La IA no se aplicó para redactar secciones completas de forma automática, tampoco para el análisis de los datos y la interpretación de los resultados. Además, el estudio cumplió con los procesos de resguardo ético (asentimiento y consentimiento informado). Se declara que el manuscrito es fuente del trabajo colaborativo de los propios autores, y no ha sido previamente publicado ni difundido.

REFERENCIAS

- Alsina, A. (2021). ¿Qué puede hacer el profesorado para mejorar la enseñanza de la Estadística y la Probabilidad? Recomendaciones esenciales desde el Enfoque de los Itinerarios de Enseñanza de las Matemáticas. *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 108, 49-74.
- Arredondo, E., García-García, J. I., y López, C. (2019). Niveles de lectura de estudiantes de licenciatura: el caso de una tabla y una gráfica de líneas. *Revista digital Matemática, Educación e Internet*, 19(2), 1-13.
- Arribas, M. (2004). Diseño y validación de cuestionarios. *Matronas profesión*, 5(17), 23-29.
- Bernabeu, M., Moreno, M., y Llinares, S. (2019). Experimento de enseñanza como una aproximación metodológica a la investigación en Educación Matemática. *Uni-pluriversidad*, 19(2), 103-123.
- Bisquerra, R. (2019). Metodología de la investigación educativa. La Muralla.
- Bybee, R. (1997). Towards an understanding of scientific literacy. En W. Gräber y C. Bolte (Eds.), *Scientific literacy: An international symposium* (pp. 37-68). Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften.
- Cobb, P., y Gravemeijer, K. (2008). Experimenting to Support and Understand Learning Processes. En A. E. Kelly., R. A. Lesh, y J. Y. Baek (Eds.), *Handbook of Design Research Methods in Education: Innovations in Science, Technology, Engineering, and Mathematics Learning and Teaching* (pp. 68-95). Routledge.
- Conejero, S., Moraga, K., García-García, J., y Arredondo, E. (2023). Comprensión gráfica de estudiantes chilenos de educación media: un estudio exploratorio. *Investigación e Innovación en Matemática Educativa*, 8, 1-18.
- Cuida, A., Espina, E., Alsina, A., y Novo, M. (2021). La educación estadística y probabilística en proyectos editoriales de Educación Infantil. *Bolema*, 35(69), 389-412.
- Del Pino, G., y Estrella, S. (2012). Educación estadística: relaciones con la matemática. *Pensamiento Educativo. Revista de Investigación Educativa Latinoamericana*, 49(1), 53-64.
- España, E., y Prieto, T. (2009). Educar para la sostenibilidad: El contexto de los problemas socio-científicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(3), 345-354.
- Estrella, S., Olfos, R., y Mena-Lorca, A. (2015). El conocimiento pedagógico del contenido de estadística en profesores de primaria. *Educação e Pesquisa*, 41(2), 477-493.
- Fernández, N., García-García, J. I., Arredondo, E., y 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.
- Friel, S., Curcio, F., y Bright, G. (2001). Making sense of graphs: critical factors influencing comprehension and instructional implications. *Journal for Research in Mathematics Education*, 32(2), 124-158.
- Gal, I. (2002). Adults' Statistical Literacy: Meanings, Components, Responsibilities. *International Statistical Review*, 70(1), 1-51.
- García-García, J. I., Encarnación, E., y Arredondo, E. H. (2020). Exploración de la comprensión gráfica de estudiantes de secundaria. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 11, e925.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2010). Metodología de la investigación. McGraw Hill.
- Hodson, D. (2013). La Educación en Ciencias como un llamado a la acción. *Archivos de Ciencias de la Educación*, 7(7), 1-15.
- Holbrook, J., y Rannikmäe, M. (1997). Supplementary teaching materials. Promoting scientific and technological literacy. International Council of Associations for Science Education/UNESCO.
- Irrarázaval, F., Jiménez, J., García-García, J., y Arredondo, E. (2025). Niveles de comprensión gráfica de estudiantes frente a preguntas enfocadas en la toma de decisiones. *Areté. Revista Digital del Doctorado en Educación*, 11(21), 113-129.
- Ministerio de Educación [MINEDUC]. (2016). Bases curriculares 7° Básico a 2° Medio. MINEDUC.

- Ministerio de Educación [MINEDUC]. (2018). Bases curriculares 1° Básico a 6° Básico. MINEDUC.
- Ministerio de Educación [MINEDUC]. (2019). Bases curriculares 3° Medio a 4° Medio. MINEDUC.
- Molina, M., Castro, E., Molina, J.L., y Castro, E. (2011). Un acercamiento a la investigación de diseño a través de los experimentos de enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(1), 75-88.
- Muñoz, J., y Charro, E. (2017). Los ítems PISA como herramienta para el docente en la identificación de los conocimientos y habilidades científicas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 317-338.
- Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico [OCDE]. (2000). *Measuring student knowledge and skills: The PISA 2000 assessment of reading, mathematical and scientific literacy*. OECD Publishing.
- Rodríguez, C. (2019). Comprensión de gráficas estadísticas por estudiantes de grado octavo. En D. Castro Carvajal (Ed.), *Memorias Versión 1 del Coloquio de Educación Estocástica* (pp. 35-41). Universidad del Tolima.
- Rojas-Gutiérrez, W. J. (2022). La relevancia de la investigación cualitativa. *Stadium Veritatis*, 20(26), 79-97.
- Sadler, T. (2011). *Socio-scientific issues in the classroom*. Springer.
- Steffe, L., y Thompson, P. W. (2000). Teaching experiment methodology: underlying principles and essential elements. En A. E. Kelly y R. A. Lesh (Eds.). *Handbook of research design in mathematics and science education* (pp. 267-306). Erlbaum.
- Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge University Press.
- Yacoubian, A. (2017). Scientific literacy for democratic decision-making. *International Journal of Science Education*, 40(1), 308-327.



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial 4.0 Internacional