
Revista de Estudios y Experiencias en Educación REXE

journal homepage: <http://revistas.ucsc.cl/index.php/rexe>

Integrando el pensamiento crítico en la clase de estadística: análisis de una experiencia en el ámbito del desarrollo sostenible

Daniel Burgos^a, Danitza González^b, María Fernanda Sanhueza^c, Anahí Huencho^d y Claudia Vásquez^e

Universidad Católica de Temuco, Temuco^{abcd}. Pontificia Universidad Católica de Chile, Villarrica^e. Chile

Recibido: 27 de octubre 2022 - Revisado: 24 de enero 2023 - Aceptado: 02 de marzo 2023

RESUMEN

Este estudio se centra en el pensamiento crítico desde la interpretación de gráficos estadísticos y las acciones basadas en la sostenibilidad, de una intervención de aula en relación con la Crisis Hídrica en la Región del Biobío, Chile, a 165 estudiantes de 7° básico a 4° año medio de un establecimiento estatal. La metodología se enmarca en un enfoque cualitativo descriptivo desarrollado por medio de un cuestionario centrado en la interpretación de gráficos estadísticos, la toma de decisiones y sus argumentos. Los resultados evidencian que los estudiantes señalan los datos utilizados en el eje de las ordenadas como la principal diferencia entre los dos gráficos, y reconocen cómo la apariencia del gráfico puede cambiar dependiendo de los datos utilizados. La argumentación se concentra en un nivel de demanda sin respaldo y acciones para la sostenibilidad centradas en lo personal, independiente del nivel académico o el género de los estudiantes.

Palabras claves: Pensamiento crítico; comprensión gráfica; educación para el desarrollo sostenible; educación estadística.

*Correspondencia: Daniel Burgos Valenzuela (D. Burgos Valenzuela).

^a  <https://orcid.org/0009-0007-7160-1945> (dburgos2018@alu.uct.cl).

^b  <https://orcid.org/0000-0003-0468-561X> (danitza.gonzalezlepe2018@alu.uct.cl).

^c  <https://orcid.org/0009-0001-3413-7705> (msanhueza2018@alu.uct.cl).

^d  <https://orcid.org/0000-0001-6114-5332> (ahuencho@uct.cl).

^e  <https://orcid.org/0000-0002-5056-5208> (cavasque@uc.cl).

Integrating critical thinking in the statistics class: analysis of an experience in the field of sustainable development

ABSTRACT

This study focuses on critical thinking through the interpretation of statistical graphics and actions based on sustainability, from a classroom intervention in relation to the Water Crisis in the Biobío Region, Chile, to 165 students from 7th grade to the 4th year of a state establishment. The methodology is framed in a descriptive-qualitative approach developed through a questionnaire focused on the interpretation of statistical graphs, decision-making, and their arguments. The results show that students point to the data used on the axis of the ordinates as the main difference between the two graphs and recognize how the appearance of the graph can change depending on the data used. The argument focuses on an unsupported level of demand and actions for sustainability focused on the personal, independent of the academic level or gender of the students.

Keywords: Critical thinking; graphic understanding; education for sustainable development; statistical education.

1. Introducción

Vivimos en una sociedad que se enfrenta a una crisis global sin precedentes en la que dialogan tres crisis simultáneas: socioambiental, de valores y de conocimiento (Geli et al., 2019). La educación no puede quedar ajena a este cambio de época, y debe ser un medio para provocar el “despertar” de estudiantes capaces de transformar aquellos escenarios de crisis en escenarios de oportunidades (Bonil et al., 2010). De acuerdo con esto, la inserción de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) en los sistemas educativos a nivel mundial se presenta como alternativa, por tratarse de un tipo de educación que trabaja desde perspectivas complejas permitiendo profundizar en las relaciones que se producen en una realidad (Moreno-Pino et al., 2018).

La omnipresencia de las matemáticas en la escuela, el carácter holístico de efecto sistémico-complejo de las grandes problemáticas que afectan hoy al mundo, sumado a la escasa información de material didáctico para la enseñanza de la estadística asociada al desarrollo del pensamiento crítico, nos lleva a formular el objetivo de esta investigación en los siguientes términos: evaluar el pensamiento crítico desde la interpretación de gráficos estadísticos y las acciones basadas en la sostenibilidad de una intervención de aula sobre la crisis hídrica en la Región del Biobío (Chile), en estudiantes desde séptimo año básico a cuarto año medio (12 a 17 años).

2. Perspectiva teórica

2.1 La Educación para el desarrollo sostenible

El Desarrollo Sostenible (DS) se define según la [Asamblea General de las Naciones Unidas \(2015\)](#), como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Se fundamenta en 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (Figura 1) que poseen como objetivo

asegurar una vida sostenible, pacífica, próspera y justa en el mundo, en la actualidad y en el futuro. Fomenta el desarrollo de competencias transversales claves para la sostenibilidad y pertinentes a todos los ODS, en el marco del pensamiento sistémico, de anticipación, de normativa, estratégica, de colaboración, de pensamiento crítico, de autoconciencia e integrada de resolución de problemas (Vásquez, 2020; Vásquez y García-Alonso, 2020).

Figura 1

17 Objetivos de Desarrollo Sostenible.



Fuente: UNESCO (2017).

Desde esta perspectiva, Tilbury (2011) señala la necesidad de “aprender a formular preguntas críticas, aclarar los propios valores y prever futuros más positivos y sostenibles, pensar sistemáticamente, responder mediante el aprendizaje aplicado y estudiar la dialéctica entre tradición e innovación” (p. 8). En esta línea, la UNESCO (2017), plantea la competencia del pensamiento crítico como la habilidad para cuestionar normas, prácticas y opiniones; para reflexionar sobre los valores, percepciones y acciones propias; y para adoptar una postura en el discurso de la sostenibilidad. En este contexto, una EDS es una educación holística y transformadora, debido a que no solo considera contenidos relacionados al medio ambiente, la pobreza o la sostenibilidad, sino que crea entornos de aprendizajes autodidactas, de colaboración y participación, con orientación hacia los inconvenientes y la construcción de vínculos entre el aprendizaje formal e informal (Vásquez, 2020; Vásquez y Alsina, 2021). Esta educación deberá entregar a los estudiantes oportunidades para desarrollar las capacidades necesarias para tomar decisiones argumentadas, junto con realizar actividades en pro de la integridad medioambiental, la viabilidad económica y la justicia social, para las generaciones actuales y las venideras, con el debido respeto a la diversidad cultural existente. Ello, con el propósito de proveer a los estudiantes de conocimiento, competencias, actitudes y valores necesarios, para la toma de buenas decisiones en el futuro. Por tanto, es relevante la incorporación de la EDS en las prácticas educativas, pues ofrecen una enseñanza en contexto que abordan problemáticas actuales, impulsando el pensamiento crítico para que los estudiantes comprendan la realidad. Sobre todo, considerando que el principal objetivo de la EDS es educar para la acción (Vásquez, 2020).

2.2 Enseñanza de la Estadística

El aprendizaje de las matemáticas se presenta como un escenario adecuado para incluir las temáticas de la EDS permitiendo a los alumnos desarrollar habilidades como el pensamiento crítico, la cual va más allá de conocer y utilizar el conocimiento para dar soluciones correctas, consiste en comprender, interpretar, investigar diferentes formas para dar solución a problemas y reflexionar sobre cuán beneficiosa es la matemática en la vida cotidiana (Al-

sina, 2022). Los estudiantes no pueden encontrar significado, ni desarrollar habilidades de pensamiento de orden superior en entornos de aprendizaje en los que realizan actividades basadas simplemente en la repetición del conocimiento, pues no utilizan sus mentes, tampoco reflexionan sobre sus pensamientos, ni las formas de encontrar soluciones a las problemáticas (Dolapcioglu y Doganay, 2020).

En consecuencia, la enseñanza de la estadística y la probabilidad tienen un enorme potencial para incorporar discusiones sobre la vida cotidiana de los estudiantes en las aulas de matemáticas (Usiskin, 2014; Vásquez, 2020; Vásquez et al., 2022). A causa de esto, es que de acuerdo con Zapata (2011) la estadística ha ido incluyéndose en los currículos escolares, reconociendo su papel trascendental en el desarrollo de la sociedad moderna la cual se caracteriza por la disponibilidad de información y por la necesidad de tomar decisiones en situaciones de incertidumbre. Enfatiza en la importancia de que los ciudadanos comunes se formen estadísticamente para poder entender el entorno en el que se desempeña, así pueden evaluar de forma crítica la información estadística relacionada con contextos sociales en los cuales se está inmerso, permitiéndoles tomar decisiones informadas. Sin embargo, incluir la estadística en los currículos constituye un gran reto, debido a que la enseñanza de esta se ha centrado en técnicas y procedimientos, olvidándose de su naturaleza que es promover la comprensión, el desarrollo del pensamiento y el razonamiento estadístico. Estas últimas se potencian de acuerdo con Zapata-Cardona y Marrugo (2019) al utilizar tareas en contextos reales para la enseñanza de la estadística, permitiendo utilizar la estadística para desarrollar ciudadanos críticos.

En tal dirección, Weiland (2019), señala que el contexto determina de qué forma y qué datos recoger, cómo analizarlos e interpretar los resultados. Del mismo modo Pfannkuch y Wild (2004) indican la necesidad de resolver problemas del mundo real para desarrollar en los estudiantes el pensamiento estadístico, pues contribuye a realizar predicciones, buscar explicaciones y encontrar las causas dentro de contextos específicos. Por tanto, el contexto desempeña un rol fundamental, aumentando el entusiasmo y mejorando la actitud frente al contenido (Romero et al., 2021).

2.3 El pensamiento crítico y la comprensión gráfica

Para Cangalaya (2020) el pensamiento crítico es entendido como un proceso en el que intervienen diversas habilidades como el análisis, la argumentación, la evaluación, con el fin de tomar decisiones y resolver problemas. Es importante considerar, que la argumentación es un factor principal para promover el pensamiento crítico, ya que permite que los estudiantes piensen e interactúen entre sí y comprendan, al instante que construyen afirmaciones, presentan pruebas para respaldarlas y evalúan dichas pruebas para juzgar la validez de las afirmaciones (Romero et al., 2021). De esta forma, el individuo expresa su punto de vista por medio de argumentos que estén a favor o en contra utilizando distintos razonamientos, con el fin de lograr la adhesión de receptores frente a las ideas que plantean (Córdova et al., 2016).

De acuerdo con lo anterior, entre el pensamiento crítico y la argumentación se produce una sinergia, pues, para elaborar un argumento, sostenerlo, o evaluarlo, el sujeto debe analizar antecedentes, comprenderlos, e inferir, poniendo en juego todas las habilidades del pensamiento crítico para la argumentación (Córdova et al., 2016). Sin estas habilidades la argumentación no puede consolidarse, por lo tanto, es importante desarrollar habilidades del pensamiento crítico que generen instancias de argumentación.

El currículum escolar chileno considera la relevancia de incluir el discurso argumentativo y el pensamiento crítico en la asignatura de matemática, ya sea como contenido o como habilidad. En Educación Media la argumentación en la asignatura de Matemática se plantea

como una habilidad que el estudiante debe desarrollar con el fin de convencer a otros acerca de la validez de los resultados obtenidos, es por esto, que se espera que los estudiantes establezcan progresivamente deducciones que les permitan hacer predicciones eficaces en situaciones concretas (Solar et al., 2012). Los objetivos esperados apuntan principalmente a que los estudiantes sepan diferenciar entre una explicación intuitiva y una argumentación, puedan interpretar y comprender cadenas de implicaciones lógicas y convencer a los otros que la propuesta es válida matemáticamente y aceptada por todos (Arriagada y Osorio, 2019).

También el currículum chileno de Educación Matemática potencia el desarrollo del pensamiento crítico a través del eje temático de Probabilidades y Estadística, pues se “espera formar alumnos críticos y alumnas críticas que puedan utilizar la información para validar sus opiniones y decisiones; que sean capaces de determinar situaciones conflictivas a raíz de interpretaciones erróneas de un gráfico y de las posibles manipulaciones intencionadas que se pueden hacer con los datos” (Mineduc, 2015, p. 100). Por tanto, la estadística por medio de la interpretación de gráficos permite formular preguntas críticas y adoptar una postura crítica, fundamentadas en actitudes y creencias propias (Gal y Murray, 2011).

Respecto a este último punto, para el desarrollo de la ciudadanía, la comprensión de gráficos es una habilidad fundamental y necesaria para mantenerse informados (CONICYT, 2019). Es por esto, que en los establecimientos se busca formar estudiantes estadísticamente alfabetizados, con la capacidad de analizar críticamente datos, que son presentados mediante gráficos estadísticos para su divulgación (Arteaga et al., 2016). Por tanto, se espera desarrollar habilidades y conocimientos que permitan formar ciudadanos alfabetizados en estadística y probabilidad, capaces de “extraer información significativa de los datos, comprender qué significan los datos, incluyendo cómo leerlos de manera apropiada, extraer conclusiones, así como reconocer cuándo se utilizan de manera engañosa o inapropiada” (OECD, 2019, p. 5).

Gal y Murray (2011) analizan la capacidad para interpretar, evaluar, formular, comunicar y opinar críticamente respecto a información estadística, además sugieren un modelo que distingue entre elementos de conocimiento y de capacidad, que incorporan la postura crítica, las creencias y las actitudes. Un estudiante alfabetizado interpreta y comprende la información estadística, formulando preguntas críticas para ser evaluadas y adoptando una postura crítica fundamentada tanto en las actitudes como en las creencias personales.

Durante décadas la comprensión de gráficos ha sido un elemento de estudio, donde se han formulado modelos para evaluar y caracterizar en forma jerárquica la comprensión sobre los gráficos (Inzunza, 2015). Uno de los modelos más utilizados sobre la comprensión de gráficos es el de Curcio (1989) que sugiere tres niveles de respuesta de los alumnos. El primer nivel posee un énfasis principalmente numérico de “*Lectura de datos*”, la que requiere una lectura literal de los gráficos sin interpretación. Un segundo nivel determina las relaciones matemáticas representadas en el gráfico, “*La lectura entre los datos*”, requiere la capacidad de interpretar y comparar los datos de los gráficos. Por último, un tercer nivel conecta la interpretación del gráfico con información que posee el estudiante, “*La lectura más allá de los datos*”, requiere la capacidad de predecir o inferir datos que no se encuentran presentes explícita o implícitamente en el gráfico.

En base al modelo propuesto por Curcio (1989) y con foco en las variables cualitativas de la lectura de gráficos surge el Modelo de Aoyama y Stephens (2003), descritos en 5 niveles. Así, el nivel 1 denominado “*Idiosincrático*”, describe a los que no pueden leer valores o tendencias en gráficos; el nivel 2, “*Lectura gráfica básica*”, caracteriza a quienes pueden leer valores o tendencias en gráficos, pero no pueden explicar significados contextuales de tendencias o características; el nivel 3, “*Racional/Literal*”, avanza a una lectura de gráficos explicando significados contextuales, en función de características explícitas, pero no pueden sugerir

ninguna interpretación alternativa; el nivel 4, “Crítico”, le agrega al nivel anterior la capacidad de cuestionar la información presentada; finalmente el nivel 5, “Hipótesis y modelado”, adhiere a la lectura y evaluación de la información presentada, la formulación de sus propias hipótesis o modelos explicativos.

3. Método

Este estudio se desarrolla dentro de un paradigma cualitativo, descriptivo, interpretativo y deductivo (Cohen et al., 2018), puesto que su propósito es evaluar el pensamiento crítico desde la interpretación de gráficos estadísticos y las acciones basadas en la sostenibilidad de una intervención de aula sobre la crisis hídrica en la Región del Biobío (Chile), en estudiantes desde séptimo año básico a cuarto año medio (12 a 17 años). Para ello, se levantan datos en función a preguntas asociadas a gráficos estadísticos sobre la cantidad de agua caída en la Región del Biobío (Chile), donde los estudiantes deben discutir apariencias de los gráficos, similitudes y diferencias, el uso general y potencial de estos gráficos para aceptar o negar la crisis hídrica. De esta forma se podrá interpretar y definir categorías emergentes que abarque la gama de respuestas para dar cuenta de los temas comunes.

3.1 Contexto y muestra

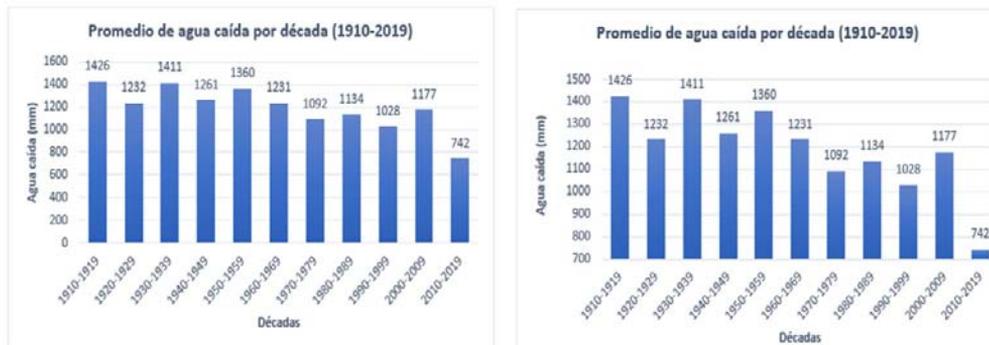
El estudio se lleva a cabo en un Liceo de dependencia Municipal de la ciudad de Mulchén provincia de la Región del Biobío, Chile. Con una muestra intencional de 165 estudiantes de séptimo básico a cuarto año medio (12 a 17 años), caracterizados por un nivel socioeconómico bajo, con un índice de vulnerabilidad de un 92,8%.

Para la intervención pedagógica abordamos el ODS 6 “Agua limpia y saneamiento: garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todas las personas” (Programa de las Naciones Unidas, para el Desarrollo, 2021) dentro de este objetivo se plantea la problematización de la crisis hídrica, que se produce por falta de agua lluvia por consecuencia del cambio climático. De acuerdo con los datos entregados por la Dirección Meteorológica de Chile (2021) la precipitación en Chile se ha presentado bajo el promedio 1961-1990 de manera continua desde el año 2007, alcanzando en 2020 un déficit de 26% en promedio lo que ha favorecido al empeoramiento de la sequía en Chile. La región del Biobío en el año 2020 presentó un 38% de déficit de precipitaciones en promedio, dejando en evidencia la alta escasez de agua en la región.

La intervención ha tomado como contexto y punto de partida el trabajo desarrollado por Dolapcioglu y Doğanay (2020), y se desarrolló en dos fases, la primera de contextualización para generar interés en los estudiantes, donde se presenta el video denominado “Las postales que va dejando la sequía y la escasez hídrica en Chile” y se responde a las preguntas: 1) ¿Tiene algún conocimiento sobre esta problemática?, 2) ¿Has experimentado esta realidad?, 3) ¿Qué opinas sobre la escasez hídrica? En la segunda fase, se entrega el instrumento a los estudiantes para que respondan vía formulario Google. El instrumento presenta dos gráficos relacionados a la caída de agua en la región del Biobío (Figura 2). Intencionadamente, ambos gráficos muestran el mismo conjunto de datos utilizando una escala diferente en el eje vertical. El instrumento fue llevado a pilotaje.

Figura 2

Gráficos utilizados para discutir la cantidad de agua caída en la Región del Biobío.



Fuente: Elaboración propia.

Las preguntas asociadas a la Figura 2 fueron: 1) ¿Son iguales los dos gráficos? si responde que sí, debe justificar en la pregunta 2) ¿En qué se diferencian los dos gráficos?; 3) Si participaras en un debate sobre la escasez hídrica y quisieras apoyar que la lluvia caída en los últimos 100 años ha disminuido considerablemente, ¿qué gráfico elegirías? ¿Por qué?; 4) Si participaras en un debate sobre la escasez hídrica y quisieras apoyar que los datos disponibles son irrelevantes para aceptar que nos enfrentamos a una posible sequía, ¿qué gráfico elegirías? ¿Por qué?. Por último, la pregunta 5) Señale 3 acciones que realizarías para mejorar la problemática de escasez hídrica, permite acceder a las ideas de gestión sostenible del agua en la región. Con las preguntas 3 y 4 se espera que el estudiante visualice la diferencia de escala del eje vertical y su influencia en el aumento o disminución de la percepción visual del agua caída en el último siglo. Para la pregunta 5 se espera que el estudiante proponga acciones asociadas a la crisis hídrica.

3.2 Análisis de contenido de las respuestas de los alumnos

Para el análisis de los datos se desarrolla una codificación de respuesta escrita a través de categorías de indicadores preestablecidos. Para el análisis de las preguntas 2, 3 y 4 se utilizó la Tabla 1 basada en el modelo de lectura de gráficos de [Curcio \(1989\)](#), [Aoyama y Stephens \(2003\)](#). Se desagrega en 4 niveles de argumentación, que van desde lo que se observa del gráfico en base a sus propias experiencias, donde realiza afirmaciones sin respaldo, hasta la evidencia de afirmaciones respaldadas por datos concretos de los gráficos y con explicaciones científicas de los fenómenos.

Tabla 1*Argumentación en relación con la lectura de gráficos.*

Categoría	Indicadores
Nivel 1: Demanda sin respaldo (A1)	1.1 Identifica el gráfico, pero argumenta en base a su pensamiento. 1.2 Identifica el gráfico de manera correcta, pero presenta errores en la identificación de los datos de la gráfica. 1.3 Establece relaciones erróneas entre la información del gráfico y el contexto. 1.4 Identifica el gráfico, pero no argumenta.
Nivel 2: Afirmación respaldada por información poco precisa (A2)	2.1 Identifica el gráfico, pero argumenta de manera general. 2.2 Identifica el gráfico, pero no explica las características de los datos presentes en el gráfico. 2.3 Identifica el gráfico, pero no establece relaciones entre los datos.
Nivel 3: Declaración respaldada por datos concretos (A3)	3.1 Identifica el gráfico de manera correcta, y aporta con datos específicos del gráfico. 3.2 Identifica el gráfico de manera concreta, y explica el significado de alguno de los datos del gráfico. 3.3 Identifica el gráfico de manera correcta, pero solo expone información entregada, sin aportar con datos extras.
Nivel 4: Afirmación respaldada por datos concretos y explicaciones científicas de los fenómenos (A4)	4.1 Identifica de manera correcta el gráfico, aporta con datos específicos del gráfico y además aporta con nuevos datos. 4.2 Identifica el gráfico de manera correcta, analiza la información entregada y aplica la información en otros contextos. 4.3 Identifica el gráfico de manera correcta y formula hipótesis propias a partir de la información entregada.

Fuente: Elaboración propia.

Los niveles definidos son progresivos entre sí, es decir que para alcanzar niveles superiores debe tener características de los niveles inferiores, es decir, uno es dependiente del otro.

Para el análisis de la pregunta 5, sobre acciones para mejorar la escasez hídrica se definen 3 categorías emergentes de los datos, por lo tanto, caracterizadas luego de realizado un primer análisis preliminar de las respuestas. Estas se enmarcan en acciones a nivel “*Personal*”, asociada a acciones domésticas; “*Institucional*”, asociada a acciones de plantas forestales e hidroeléctricas; y de “*Políticas Públicas*”, asociado a acciones compra y venta del agua. Las categorías definidas son independientes entre sí.

La codificación de los resultados se realizó en el programa Atlas-ti 9 mediante el microanálisis de los resultados propuesto por [Strauss y Corbin \(2002\)](#).

4. Resultados

4.1 Análisis descriptivo por pregunta

Para evaluar el impacto de la crisis hídrica en el pensamiento crítico de los estudiantes se ha utilizado el análisis del contenido de sus respuestas categorizadas según los niveles de argumentación establecidos en la tabla 1. Así, el análisis evidencia en el caso de la pregunta 1) ¿Son iguales los dos gráficos?, que un 18,2% de los estudiantes responde afirmativamente y un 81,8% responde que los dos gráficos no son iguales, respaldando su justificación en la pregunta 2) ¿En qué se diferencian los dos gráficos?, donde los estudiantes señalan que se perciben aspectos diferente entre ambos gráficos, así, el 18,52% de las argumentaciones se refieren a la longitud de las barras, sin mencionar los datos de los ejes, mientras que el 39,6% señala explícitamente los datos de los ejes como la causa principal de que tengan un aspecto

distinto. De esta manera, se observa que la mayoría de los estudiantes identifica en los ejes la principal diferencia entre los dos gráficos. El 42,22% de la muestra argumenta de forma errada señalando como diferencia la cantidad de agua caída, “Se diferencian en la cantidad de agua caída” (3AMD32)¹.

En la pregunta 3) se les solicita a los estudiantes decidir sobre el gráfico que escogerían si quisieran apoyar que la lluvia caída ha disminuido considerablemente en los últimos 100 años y ¿por qué?, donde, de manera acertada, el 51,51% de los estudiantes señalan que elegirían el gráfico 2, argumentando que las diferencias de agua caída se aprecian mejor en el gráfico 2, debido a los datos utilizados en los ejes. El 48,49%, argumenta de forma errónea indicando que, “elegiría el gráfico 1 porque está más detallado y es más entendible para las personas y más fácil de explicar el cómo aumenta o disminuye la cantidad de mm caídos” (3BMD14).

En la pregunta 4) se les preguntó qué gráfico elegirían si quisieran apoyar que los datos disponibles son irrelevantes para aceptar que nos enfrentamos a una posible sequía y ¿por qué?, donde, de manera acertada, el 38,78% de las respuestas señalan el gráfico 1, argumentando que las diferencias parecen ser más pequeñas o no son notorias en la disminución del agua. El 61,62% de las justificaciones son de carácter erróneo, indicando que “el gráfico 2 por que muestra la gran escasez de agua y la poca agua que hay en los ríos y lagos están siendo vendidas a gente de altos ingresos” (4AMD59).

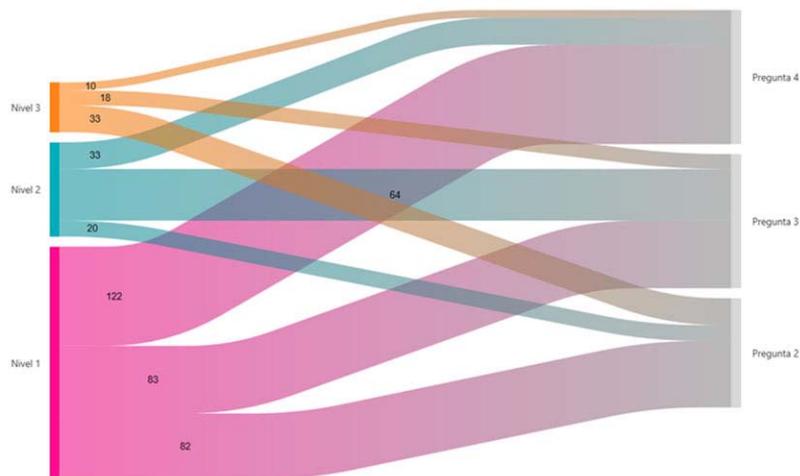
4.2 Análisis descriptivo por nivel de argumentación

En la Figura 3, se presenta un diagrama de Sankey, que muestra el flujo de los niveles de argumentación que permiten justificar cada decisión asociada a las preguntas 2, 3 y 4, donde se puede evidenciar que el flujo de los niveles de argumentaciones es similar para cada una de las preguntas, por lo tanto, no hay ausencia de respuestas por parte de los estudiantes (para este análisis no se consideraron las respuestas a las preguntas 1 y 5, dada sus características). El flujo del Nivel 1 de Argumentación de demanda sin respaldo abarca más de la mitad de las respuestas a cada una de las preguntas, observándose un flujo mayor en la pregunta 4. El flujo del Nivel 2 de Argumentación de afirmación respaldada por información poco precisa está más presente en la pregunta 3, y el Nivel 3 de Argumentación declaración respaldada por datos concretos, emerge con mayor facilidad cuando se le pregunta por la diferencia de los gráficos y no cuando se pide justificar una elección de los gráficos.

1. Para conservar el anonimato de los participantes se genera la siguiente nomenclatura en donde el 3A representa al curso M es el género del estudiante y D32 es la posición en la que se encuentra en el listado, este tipo de código se utilizará de igual forma para las siguientes citas.

Figura 3

Respuesta de los estudiantes de los niveles de argumentación frente a la pregunta 2, 3,4.



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al Nivel 1 de Argumentación de declaraciones sin respaldo, las argumentaciones relacionadas a este nivel se concentran en la pregunta 4 con un 26,23%, donde el estudiante justifica su elección con respecto al gráfico que apoya que los datos son irrelevantes para aceptar que nos enfrentamos a una posible sequía. En cuanto al Nivel 2 de Afirmación respaldada por información poco precisa el mayor porcentaje de respuestas asociada a este nivel emerge de la pregunta 3 con un 13,76%, la que señala que fundamenten respecto a la elección del gráfico que mejor representa que la lluvia caída en los últimos 100 años ha disminuido considerablemente. En relación con el Nivel 3 de Declaración respaldada por datos concretos, el mayor porcentaje de respuestas asociada a este nivel emerge de la pregunta 2 con un 7,09%, la cual apunta a la diferencia de los dos gráficos. Por último, el Nivel 4 de Afirmación respaldada por datos concretos y explicaciones científicas de los fenómenos, no emerge de ninguna pregunta.

En cuanto al Nivel 1 de Demanda sin respaldo se observa que los estudiantes identifican los gráficos de manera correcta, pero de igual forma presenta errores para argumentar en relación con los datos del gráfico, establecen relaciones erróneas entre la información del gráfico y el contexto de la pregunta, otros no argumentan, y otros argumentan, pero en base a su propio pensamiento, por ejemplo, 7MD164 menciona “Elijo el gráfico de barras, ya que puedo graficar datos o valores”. Por tanto, es suficiente que el estudiante identifique un gráfico sin necesidad de estar en lo correcto para ser encasillados en este nivel. Recordemos que el nivel 1, es el que predomina en las respuestas de la pregunta 2, 3 y 4.

En relación con los indicadores del Nivel 2 de Afirmación respaldada por información poco precisa el 25,16% de los argumentos muestran que los estudiantes son capaces de identificar de forma correcta un gráfico para una situación determinada, pero realizan argumentaciones generales sin conexión entre los datos entregados como por ejemplo: “Elegiría el gráfico 2 ya que es más fácil de explicar, por la forma en que está escrita la cantidad de agua caída” (3BFD22), donde para alcanzar el Nivel 2 de Afirmaciones respaldadas por información poco precisa el estudiante selecciona adecuadamente el gráfico que representa mejor la situación planteada, pero usa argumentos generales sin conexiones y de manera general: “(...) a simple vista uno ve que va disminuyendo mucho más (...)” y “(...) por la forma en que está escrita la cantidad de agua caída (...)”.

Los estudiantes para alcanzar el Nivel 3 de Declaración respaldada por datos concretos, debe identificar de manera correcta el gráfico que justifique la situación planteada, pero además debe argumentar con datos específicos entregados por los gráficos, sin aportar información extra, 4BMD61 indica “Se diferencia en que uno es más específico que otro ya que cuenta con más cantidad de clasificación mm, el primero empieza del 0 al 1600 en cambio el segundo empieza del 700 al 1500”. El 13,12% de los argumentos evidencian que los estudiantes alcanzan este nivel, señalando datos concretos de los gráficos, específicamente en el eje horizontal donde se encuentran las décadas y en el eje vertical (mm). Es importante considerar, que al realizar las codificaciones de todos los estudiantes independiente del curso y del género, estos consideran los mismos datos concretos.

4.3 Análisis descriptivo por curso

En cuanto a los niveles de argumentación por cada curso se presenta un nulo alcance al Nivel 4 de Afirmaciones respaldadas por datos concretos y explicaciones científicas de los fenómenos, independiente del curso en que los estudiantes se encuentran. El 3° medio A (16 años) destaca por su argumentación respaldada por datos concretos a Nivel 3 en diferencia a los demás cursos con un 24,53% de las respuestas en este nivel. En relación con el 4° medio B (17 años) con un 48,79% y el 8° básico con un 39,13%, ambos cursos presentan una argumentación respaldada por información poco precisa a Nivel 2, esto nos indica que los estudiantes de enseñanza básica y los estudiantes de 4° medio (17 años) presentan un mismo nivel de argumentación donde identifican el gráfico argumentando de forma general. Los estudiantes del 2° medio B (15 años) se caracterizan por presentar el porcentaje más bajo en este nivel.

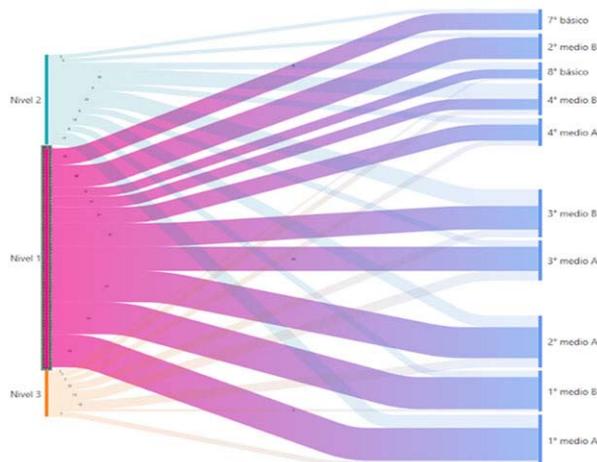
En los cursos 3° medio B y el 4° medio B (16 a 17 años) se destacan por ser los únicos cursos que tienen una argumentación de demanda sin respaldo por debajo del 50%, por otra parte, el 7° básico (12 años), 1° medio B (14 años), 2° medio B (15 años) y se caracterizan por ser los cursos con una presencia sobre el 80% en sus respuestas, esto quiere decir, que los estudiantes de estos cursos al momento de responder solo toman una decisión, pero no argumentan.

Se evidencia que el 7° básico (12 años) y el 2° medio B (15 años) presentan un tipo de argumentación hasta un Nivel 2 de Afirmación respaldada por información poco precisa, es decir, los estudiantes no alcanzan los niveles iniciales de argumentaciones, toman decisiones adecuada, pero sin justificar de manera correcta. El porcentaje promedio en los cursos sobre este tipo de argumentación es de un 14,92%, lo cual es bajo en comparación a otros niveles de argumentación, esto indica que los estudiantes no están acostumbrados a desarrollar argumentos elaborados en sus respuestas.

El análisis de los 3 niveles de argumentación presente en cada curso, indica que los estudiantes del 3° medio A (16 años) y el 4° medio A (17 años) se destacan por sobre los otros niveles por presentar una argumentación respaldada por datos concretos.

Figura 4

Respuestas por curso dentro de las categorías que describen los niveles de argumentación.



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 4, se muestra el flujo de las respuestas por curso dentro de las categorías que describen los niveles de argumentación. Se observa que desde 7° básico a 4° medio (12 a 17 años) predomina mayoritariamente una argumentación a Nivel 1 de Demanda sin respaldo, donde el 61,72% de los estudiantes son capaces de identificar de forma correcta un gráfico para una situación determinada, sin embargo, identifican el gráfico de manera correcta pero no argumentan o argumenta en base a su pensamiento, presentan errores en la identificación de datos y establecen relaciones erróneas entre la información del gráfico. Además, se puede evidenciar, que el flujo de datos de los cursos 1° medio A (14 años), 1° medio B (14 años) y 2° medio A (15 años) tienen una frecuencia alta en comparación a los otros cursos respecto al nivel 1. El flujo de los datos para los cursos 3° medio A y 3° medio B (16 años) es equilibrada en la cantidad de respuestas con un nivel de argumentación de demanda sin respaldo.

Los cursos 7° básico (12 años), 8° básico (13 años), 2° medio B (15 años), 4° medio A y 4° medio B (17 años), se caracterizan por tener una reducida participación de estudiantes, lo cual condiciona que el flujo de datos en las argumentaciones de demanda sin respaldo sea menor en comparación con los otros cursos.

Por otro lado, y de manera independiente del curso de los estudiantes, se observa un equilibrio de género en las respuestas entregadas dentro de las categorías que describen los niveles de argumentación, alcanzando una frecuencia casi idéntica para cada nivel de argumentación en torno a las contribuciones al nivel desde el género masculino o femenino. Por ejemplo, el Nivel 2 de Argumentación presenta un total de 117 respuestas en total, de las cuales 60 pertenecen al género masculino y 57 al femenino, presentando proporciones similares para cada uno de los niveles de argumentación descritos.

4.4 Análisis de acciones de sostenibilidad

Respecto a las acciones que realizarían para mejorar la problemática de la escasez hídrica, el 51,31% de las respuestas pertenecen a una categoría personal en donde priman los actos domésticos como “Tomar duchas cortas, reutilizar agua siempre que se pueda, como para regar plantas una vez ya haya sido usada” (E6P5)². El 21,63% de las acciones se relacionan con un nivel institucional relacionados con características propias de la región, como por ejemplo “Reducción de plantaciones forestales” (E48P5) o “Disminuir la cantidad de represas” (E82P5). Finalmente, un 12,24% de las acciones se relacionan con políticas públicas a nivel nacional, como por ejemplo “Dejar de vender agua a empresas” (E27P5) o “Restauración y conservación de nuestros ecosistemas hídricos y servicios ecosistémicos para la gestión sostenible” (E51P5).

4.5 Análisis entre niveles de argumentación y acciones para la sostenibilidad

El análisis entre niveles de argumentación y acciones para la sostenibilidad se ven reflejados en el pensamiento crítico de los estudiantes, donde predominan en sus respuestas un nivel de argumentación de demanda sin respaldo, indicando acciones en la categoría de lo personal, relacionadas acciones domésticas. Para comprender de mejor manera estas conexiones, a continuación, se describen las respuestas de los estudiantes, relacionando las categorías y niveles de argumentación.

4.5.1. Personal - Demanda sin respaldo

Los estudiantes de 8° Básico (13 años) las acciones que realizan para mejorar la escasez hídrica se vinculan a acciones domésticas categorizadas como personal, en torno a un nivel de argumentación de demanda sin respaldo. Lo anterior se puede ejemplificar en las respuestas que entrega el siguiente estudiante: A las acciones que realizaría, menciona “cuidando más nuestra agua, por qué es lo que nos ayuda a vivir cerrando llaves cuidarla mas no desperdiciarla en cementos ocupar para regar las plantas y no contaminándola” (8MD153). En cuanto a la pregunta 4) indica “una gráfica lineal porque puedo colocar una fecha de inicio y la tabla ver desde cuando teníamos una mínima escasez hídrica y subir hasta cuando ya la escasez aumentó” (8MD153). El estudiante evidencia en la respuesta a la pregunta 5), acciones domésticas y en la pregunta 4) presenta un nivel de argumentación 1, ya que establece relaciones erróneas.

4.5.2 Institucional - Afirmación respaldada por información poco precisa

Dentro de las acciones que realizan los estudiantes de 2° medio B (15 años) para mejorar la escasez hídrica, un estudiante expresa una acción relacionada a lo institucional. Esto a la vez se condiciona porque el estudiante dentro de sus respuestas anteriores llega a un nivel 2 de afirmación respaldada por información poco precisa. Un ejemplo a las acciones que realizaría, el estudiante responde “prohibir las plantaciones de árboles forestales en eucaliptus, ya que son los que consumen mucha cantidad de agua” (2BMD120). En cuanto a la pregunta 3) menciona “el 2 porque se encuentra muy claramente cómo ha disminuido el agua en los últimos años” (2BMD127). El estudiante evidencia en la respuesta a la pregunta 5), acciones sobre forestales e hidroeléctricas y en la pregunta 4) presenta un nivel de argumentación 2, ya que indica el gráfico, pero argumenta de forma general.

2. Para conservar el anonimato de los participantes se genera la siguiente nomenclatura en donde el E es de estudiantes, el 6 es la posición del estudiante dentro del listado, P es la pregunta y 5 el número de la pregunta, este tipo de código se utilizará de igual forma para las siguientes citas.

4.5.3. Políticas públicas - Declaración respaldada por datos concretos

Los estudiantes del 4° medio B (17 años) presentaron una mayor cantidad de respuestas asociadas a las categorías de políticas públicas, sin embargo, no es el curso en donde predomina mayoritariamente el Nivel 3 de Declaración respaldada por datos concretos, esto lo podemos evidenciar mediante lo que señaló el siguiente estudiante, a las acciones que realizaría, responde “reanudar la circulación del agua retenida por las empresas”. En cuanto a la pregunta 2) señala que “en los gráficos van en numerologías distintas el uno va de 200 en 200 y el segundo de 100 en 100” (4BMD48). El estudiante evidencia en la respuesta a la pregunta 5), acciones sobre compra y venta de agua y en la pregunta 2) presenta un nivel de argumentación 3), ya que indica el gráfico y señala datos presentes en él.

5. Discusión y conclusiones

En base al objetivo de este estudio centrado en la argumentación en torno a la lectura de gráficos y las acciones de sostenibilidad que se proponen en base a la información presentada, podemos decir que los estudiantes de 7° básico a 4° año medio (entre 12 a 17 años) del Liceo Municipal de Mulchén región del Biobío (Chile), evidencian acciones de cuidado del agua en función de la crisis hídrica asociado a lo personal, institucional y políticas públicas. Estas acciones se asocian a diferentes niveles de argumentación evidenciados por los estudiantes, en donde el Nivel 1 de Demanda sin respaldo se relaciona con acciones a nivel personal, el Nivel 2 de Afirmación respaldada por información poco precisa se vincula con acciones institucionales y el Nivel 3 de Declaraciones respaldadas por datos concretos se conecta con acciones asociada a políticas públicas. Las argumentaciones entregadas por los estudiantes en el marco de la lectura de gráfico en contexto de la crisis hídrica, en su mayoría es errónea o se basa en información general, sin considerar datos concretos del gráfico o fuera de el para sostener sus argumentos.

Los resultados refuerzan la propuesta de [Henríquez et al. \(2020\)](#), quienes señalan que los estudiantes de entre 15 - 16 años de Santiago de Chile, pertenecientes a un Establecimiento Particular Subvencionado, argumentan mayoritariamente con monosílabos o frases breves a las preguntas que realiza el profesor y ofrecen respuestas cortas y sin justificación del mismo modo que nuestros participantes del Liceo Municipal en la región del Biobío. Este contexto no solo está presente en los estudiantes de enseñanza media, sino que también se repite en estudiantes universitarios, donde [Romero et al. \(2021\)](#) señala que los estudiantes de pedagogía en matemática frente a una actividad relacionada a la argumentación e interpretación de gráficos presentan una mayor concentración de argumentos en los niveles 1, 2 y en menor grado el nivel 3. De esta manera, se entiende también la necesidad de generar modificaciones en la formación inicial docente.

[Vásquez et al. \(2021\)](#) señalan una baja presencia de contextos para la sostenibilidad en los libros de textos escolares entregados por el Ministerio de Educación de Chile, en donde un gran porcentaje de las tareas matemáticas que se proponen aluden a contextos poco significativos para el estudiante. Las respuestas referentes a sostenibilidad asociadas a la crisis hídrica evidencian que los estudiantes trabajan con actividades fuera de contexto lo cual genera bajos niveles de argumentación pues son actividades poco significativas para ellos. La presencia de actividades con enfoque en sostenibilidad y la investigación de temas socio-científicos mejora los niveles de argumentación, generando una postura crítica frente a una situación problemática ([Alsina, 2022](#); [Romero et al., 2021](#)).

La limitación del estudio es que al ser una innovación curricular que no se aborda desde la formación inicial docente, ni de experiencias de aula permanente en los estudiantes, corresponde a un diseño de intervención que únicamente mide el estado actual de la situación de

los estudiantes del Liceo Municipal de Mulchén, respecto al pensamiento crítico vinculado a la argumentación y lectura de gráficos, para desde allí generar necesidades y lineamientos internos al establecimiento y de nuevas investigaciones.

Dada nuestra limitación, al igual [Vásquez et al. \(2021\)](#), en su investigación sobre los libros que entrega el Ministerio y la ausencia de elementos de sostenibilidad, creemos que uno de los retos tiene relación con la construcción de unidades didácticas con temas matemáticos en contexto que potencien el pensamiento crítico por medio de la argumentación tal como señala [Romero et al. \(2021\)](#) y [Henríquez et al. \(2020\)](#). Por lo tanto, se hace necesario reorientar la formación inicial docente de tal forma que los nuevos lineamientos relacionados con la problemática sean abordados.

Concluimos entonces que los niveles de argumentación que evidencian los estudiantes parecen estar íntimamente relacionados con el tipo de acción de regulación de la crisis hídrica que presenta la región. Los datos nos dicen que el nivel 1 de demanda sin respaldo se relaciona con acciones a nivel personal, el nivel 2 de afirmación respaldada por información poco precisa se vincula con acciones institucionales y el nivel 3 de declaraciones respaldadas por datos concretos se conecta con acciones asociadas a políticas públicas. Nuestra hipótesis respecto a esta conclusión es que, niveles bajos de argumentación están asociado con un desarrollo del pensamiento crítico más limitado y por lo tanto las acciones a realizar en cuanto a la mejora de la crisis hídrica se limitan a lo doméstico, por el contrario, a un nivel mayor de argumentación el pensamiento crítico es más desarrollado, por lo cual, las acciones en cuanto a la mejora de la crisis hídrica se relacionan a contexto generales y colectivos. En base a esto, surge la necesidad de generar más investigaciones de este tipo, para lograr entender las conexiones que se dan entre los niveles de argumentaciones y las acciones para la mejora de la crisis hídrica.

El pensamiento crítico desde la interpretación de gráficos en contextos de sostenibilidad, medido desde la argumentación frente a la toma de decisiones y acciones propuestas emergentes de la intervención de aula realizada, nos permite concluir que los estudiantes no son capaces de producir niveles de argumentación elevados (Nivel 3 y 4) asociados a una lectura entre los datos y más allá de los datos ([Curcio, 1989](#)), aun cuando logran tomar, en la mayoría de los casos, la decisión correcta. Si bien los estudiantes no han sido educados para argumentar críticamente en situaciones estadísticas, de igual forma logran respaldar sus decisiones con datos concretos entregados en los gráficos independiente del año escolar que curse y el género del estudiante.

Así, creemos al igual que [Vásquez et al. \(2021\)](#), se necesita insistir en la necesidad de reorientar la enseñanza de la estadística en el aula escolar, con un enfoque centrado en la formación de ciudadanos educados en sostenibilidad, con un pensamiento crítico que les permita tomar decisiones fundamentadas que logren explicitar y permitan, por ejemplo, convencer a otros. En este contexto es fundamental el uso de temas no tradicionales en matemáticas que promuevan escenarios complejos que requieren la aplicación de conocimientos y habilidades de nivel superior ([Dolapcioglu y Doganay, 2020](#); [Romero et al., 2021](#)). La crisis hídrica, como tema relevante y de actualidad, ofrece oportunidades para ejercitar el pensamiento crítico mientras se utilizan las matemáticas para interpretar gráficos ([Vásquez, 2020](#)). Los retos para la aplicación de este trabajo están relacionados con el hecho de que los alumnos no están acostumbrados al ejercicio del pensamiento crítico en matemáticas y es de suma urgencia que, desde las políticas públicas, la formación inicial docente y la práctica cotidiana y permanente de aula escolar, el pensamiento crítico este presente en la formación de ciudadanos conscientes y con herramientas para la toma de decisiones argumentada para el día a día.

Agradecimientos

Trabajo desarrollado en el marco del proyecto FONDECYT N° 1200356 financiado por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID) de Chile. En colaboración con el equipo directivo y profesorado del Colegio Crisol de la Municipalidad de Mulchén en la región del BíoBío.

Referencias bibliográficas

- Alsina, Á. (2022). On Integrating Mathematics Education and Sustainability in Teacher Training: Why, to What End and How?. En D. Ortega-Sánchez (Ed.), *Controversial Issues and Social Problems for an Integrated Disciplinary Teaching. Integrated Science*, (pp. 9-21), vol 8. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-08697-7_2.
- Aoyama, K., y Stephens, M. (2003). Graph interpretation aspects of statistical literacy: A Japanese perspective. *Mathematics Education Research Journal*, 15(3), 3-22. <https://doi.org/10.1007/BF03217380>.
- Arriagada, F., y Osorio, J. (2019). Argumentación y ciudadanía: el aporte de la escuela básica. *Paideia*, 64, 41-63. <https://doi.org/10.29393/Pa64-2AFAM20002>.
- Arteaga, P., Batanero, C., Contreras, J., y 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://doi.org/10.12802/relime.13.1911>.
- Asamblea General de las Naciones Unidas. (2015). “Desarrollo Sostenible: Antecedentes”. file:///C:/Users/maria/Downloads/2017_Chamoso_Cceres_IICEMACYC.pdf.
- Bonil, J., Junyent, M., y Pujol, R. M. (2010). Educación para la sostenibilidad desde la perspectiva de la complejidad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7, 198-215. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2010.v7.iextra.05.
- Cangalaya, L. M. (2020). Habilidades del pensamiento crítico en estudiantes universitarios a través de la investigación. *Desde el Sur*, 12(1), 141-153. <https://doi.org/10.21142/DES-1201-2020-0009>.
- Cohen, L., Manion, L., y Morrison, L. (2018). *Research methods in education* (8th ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315456539>.
- CONICYT. (2019). *Comprensión de gráficos: Unidad de aprendizaje*. <https://cmmedu.uchile.cl/wp-content/uploads/2020/02/Comprensi%C3%B3n-de-gr%C3%A1ficos.pdf>.
- Córdova, A., Velásquez, M., y Arenas, L. (2016). El rol de la argumentación en el pensamiento crítico y en la escritura epistémica en biología e historia: aproximación a partir de las representaciones sociales de los docentes. *Alpha*, 43, 39-55. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-22012016000200004>.
- Curcio, F. (1989). *Developing Graph Comprehension*. NCTM.
- Dirección Meteorológica de Chile. (2021). *Reporte anual de la evolución del clima en Chile*. <https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/publicaciones/documentoPdf/reporteEvolucionClima/reporteEvolucionClima2020.pdf>.
- Dolapcioglu, S., y Doğanay, A. (2020). Development of critical thinking in mathematics classes via authentic learning: an action research. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 53(6), 1363-1386. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2020.1819573>.

- Gal, I., y Murray, S. (2011). Responding to diversity in users' statistical literacy and information needs: Institutional and educational implications. *Statistical Journal of the International Association for Official Statistics*, 27(3), 185-195. <https://doi.org/10.3233/SJI-2011-0730>.
- Geli, A.M^a., Collazo, L., y Mulà, I. (2019). Contexto y evolución de la sostenibilidad en el currículum de la universidad española. *Revista en Educación Ambiental y Sostenibilidad*, 1(1), 1102. https://doi.org/10.25267/Rev_educ_ambient_sostenibilidad.2019.v1.i1.1102.
- Henríquez, D., Pinto, M., y Solar, H. (2020). Identificación de la argumentación en el desarrollo de la modelación en la sala de matemática. *Revista de estudios y experiencias en educación*, 19(41), 391-407. <http://dx.doi.org/10.21703/rexe.20201941henriquez22>.
- Inzunza, S. (2015). Niveles de interpretación que muestran estudiantes sobre gráficas para comunicar información de contextos económicos y sociodemográficos. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 20(65), 529-555.
- Ministerio de Educación. (2015). *Bases Curriculares de 7° básico a 2° medio*. MINEDUC.
- Moreno-Pino, F., García-González, E., y Jiménez-Fontana, R. (2018). Educación para la Sostenibilidad y su incidencia en la Educación Matemática. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 31(1), 824-831.
- OECD. (2019). *OECD Future of Education and Skills 2030: OECD Learning Compass 2030*. Paris: OCDE. http://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/core-foundations/Core_Foundations_for_2030_concept_note.pdf.
- Pfannkuch, M., y Wild, C. (2004). Towards an understanding of statistical thinking. En D. Ben-Zvi y J. Garfield (Eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning, and thinking* (pp. 17-46). Springer. https://doi.org/10.1007/1-4020-2278-6_2.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2021). *Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>.
- Romero, M., Quesada, A., y Estepa, A. (2021). Promoting critical thinking through mathematics and science teacher education: the case of argumentation and graphs interpretation about climate change. *European Journal of Teacher Education*, 1-35. <https://doi.org/10.1080/02619768.2021.1961736>.
- Solar, H., Rojas, F., Ortiz, A., y Ulloa, R. (2012). Reflexión docente y competencias matemáticas: un modelo de trabajo con docentes. *Rechiem: Revista Chilena de Educación Matemática*, 6(1), 257-267.
- Strauss, A., y Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimiento para desarrollar la teoría fundamentada*. Editorial Universidad Antioquia.
- Tilbury, D. (2011). *Education for sustainable development: an expert review of processes and learning*. UNESCO.
- UNESCO. (2017). *Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Francia. https://web.unican.es/unidades/igualdad/SiteAssets/guia-de-recursos/responsabilidad-social-universitaria/EdS_ODS.pdf.
- Usiskin, Z. (2014). "On the relationships between statistics and other subjects in the k-12 curriculum" ICOTS-9 Conference Proceedings. *Sustainability in statistics education. 9th International Conference on Teaching Statistics*. https://iase-web.org/icots/9/proceedings/pdfs/ICOTS9_PL1_USISKIN.pdf.

- Vásquez, C. (2020). Educación Estocástica en el aula escolar: una herramienta para formar ciudadanos de sostenibilidad. *Matemáticas, Educación y Sociedad*, 3(2), 1-20.
- Vásquez, C., y Alsina, Á. (2021). Conectando Educación Estadística y Educación para la Sostenibilidad: un marco para promover el desarrollo sostenible en la formación del profesorado. En T. Sola, S. Alonso, M. G. Fernández y J. C. De La Cruz (Eds.), *Estudios sobre Innovación e Investigación Educativa* (pp. 973-985). Madrid, España. Editorial DYKINSON, S. L.
- Vásquez, C., y García-Alonso, I. (2020). La educación estadística para el desarrollo sostenible en la formación del profesorado. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 24(3), 125-147. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v24i3.15214>.
- Vásquez, C., García-Alonso, I., Seckel, M. J., y Alsina, A. (2021). Education for Sustainable Development in Primary Education Textbooks-An Educational Approach from Statistical and Probabilistic Literacy. *Sustainability*, 13(6), 3095-3115. <https://doi.org/10.3390/SU13063115>.
- Vásquez, C., Piñeiro, J. L., y García-Alonso, I. (2022). What challenges does the 21st century impose on the knowledge of primary school teachers who teach mathematics? An analysis from a Latin American perspective. *Mathematics*, 10(391), 1-19. <https://doi.org/10.3390/math10030391>.
- Weiland, T. (2019). Critical Mathematics Education and Statistics Education: Possibilities for Transforming the School Mathematics Curriculum. En G. Burrill, D. Ben-Zvi, (Eds.) *Topics and Trends in Current Statistics Education Research. ICME-13 Monographs* (pp. 391-411). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-03472-6_18.
- Zapata-Cardona, L., y Marrugo, L. (2019). Critical citizenship in Colombian statistics textbooks. En G. Burrill, D. Ben-Zvi, (Eds.) *Topics and Trends in Current Statistics Education Research. ICME-13 Monographs* (pp. 373-389). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-03472-6_17.
- Zapata, L. (2011). ¿Cómo contribuir a la alfabetización estadística? *Revista virtual Universidad Católica del Norte*, (33), 234-247.



Este trabajo está sujeto a una licencia de Reconocimiento 4.0 Internacional Creative Commons (CC BY 4.0).