

**ABORDAJE DE CONTROVERSIAS SOCIOCIENTÍFICAS Y CIENTÍFICAS  
HISTÓRICAS PARA PROMOVER EL PENSAMIENTO CRÍTICO EN LA  
FORMACIÓN DOCENTE EN CIENCIAS**

LILIANA PEDRAJA REJAS

Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas, Facultad de Ingeniería, Universidad de Tarapacá, Chile  
lpedraja@academicos.uta.cl | <https://orcid.org/0000-0001-7732-4183>

KATHERINE ACOSTA GARCÍA

Departamento de Educación, Facultad de Educación y Humanidades, Universidad de Tarapacá, Chile  
kacostag@academicos.uta.cl | <https://orcid.org/0000-0001-5744-6618>

JUAN P. JIMÉNEZ PAVEZ

Escuela de Pedagogías en Ciencias Naturales y Exactas, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de  
Talca, Chile  
juan.jimenez@utalca.cl | <https://orcid.org/0000-0001-9032-1745>

ÁNGEL ENRIQUE ROMERO CHACÓN

Facultad de Educación, Universidad de Antioquia, Colombia  
angel.romero@udea.edu.co | <https://orcid.org/0000-0002-5256-5535>

**RESUMEN**

Este estudio analiza las valoraciones y experiencias asociadas a la implementación de controversias sociocientíficas y controversias científicas históricas en los cursos de didáctica de las ciencias en una institución formadora de docentes en Chile. Para su desarrollo, se adoptó una metodología de estudio de caso instrumental con enfoque descriptivo-interpretativo. La investigación involucró la valoración de 132 futuros maestros, la recolección del relato retrospectivo del docente formador y las memorias de las actividades realizadas durante seis años, abarcando seis generaciones de estudiantes. Los resultados reportaron importantes valoraciones, destacándose el fomento del pensamiento crítico y el compromiso con el aprendizaje. Se concluye que el abordaje de controversias sociocientíficas y controversias científicas históricas son estrategias altamente valoradas en la formación del futuro profesorado, brindándoles herramientas para abordar temáticas complejas en el aula de ciencias.

**PALABRAS CLAVE**

controversias sociocientíficas; controversias científicas históricas; pensamiento crítico; formación docente; enseñanza de las ciencias.



**SISYPHUS**

JOURNAL OF EDUCATION

VOLUME 12, ISSUE 03,

2024, PP 29-51

DOI: <https://doi.org/10.25749/sis.36566>

CC BY-NC 4.0

**ABORDANDO CONTROVÉRSIAS SOCIOCIENTÍFICAS E CONTROVÉRSIAS  
CIENTÍFICAS HISTÓRICAS PARA PROMOVER O PENSAMENTO CRÍTICO NA  
FORMAÇÃO DE PROFESSORES EM CIÊNCIAS**

LILIANA PEDRAJA REJAS

Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas, Facultad de Ingeniería, Universidad de Tarapacá, Chile  
lpedraja@academicos.uta.cl | <https://orcid.org/0000-0001-7732-4183>

KATHERINE ACOSTA GARCÍA

Departamento de Educación, Facultad de Educación y Humanidades, Universidad de Tarapacá, Chile  
kacostag@academicos.uta.cl | <https://orcid.org/0000-0001-5744-6618>

JUAN P. JIMÉNEZ PAVEZ

Escuela de Pedagogías en Ciencias Naturales y Exactas, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de  
Talca, Chile  
juan.jimenez@utalca.cl | <https://orcid.org/0000-0001-9032-1745>

ÁNGEL ENRIQUE ROMERO CHACÓN

Facultad de Educación, Universidad de Antioquia, Colômbia  
angel.romero@udea.edu.co | <https://orcid.org/0000-0002-5256-5535>

**RESUMO**

Este estudo analisa as valorizações e experiências associadas à implementação de controvérsias sociocientíficas e controvérsias científicas históricas nos cursos de didática das ciências em uma instituição formadora de docentes no Chile. Para o seu desenvolvimento, adotou-se uma metodologia de estudo de caso instrumental com uma abordagem descritiva-interpretativa. A investigação envolveu a avaliação de 132 futuros professores, a recolha do relato retrospectivo do docente formador e as memórias das atividades realizadas durante seis anos, abrangendo seis gerações de estudantes. Os resultados indicaram valorizações significativas, destacando-se o incentivo ao pensamento crítico e o compromisso com a aprendizagem. Conclui-se que a abordagem das controvérsias sociocientíficas e controvérsias científicas históricas é uma estratégia com grande relevância na formação de futuros professores, fornecendo-lhes ferramentas para abordar temas complexos na sala de aula de ciências.

**PALAVRAS - CHAVE**

controvérsias sociocientíficas; controvérsias científicas históricas; pensamento crítico; formação de professores; ensino de ciências.



**SISYPHUS**

JOURNAL OF EDUCATION

VOLUME 12, ISSUE 03,

2024, PP 29-51

DOI: <https://doi.org/10.25749/sis.36566>

CC BY-NC 4.0

**ADDRESSING SOCIO-SCIENTIFIC AND HISTORICAL SCIENTIFIC  
CONTROVERSIES TO PROMOTE CRITICAL THINKING IN TEACHER  
TRAINING IN SCIENCES**

LILIANA PEDRAJA REJAS

Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas, Facultad de Ingeniería, Universidad de Tarapacá, Chile  
lpedraja@academicos.uta.cl | <https://orcid.org/0000-0001-7732-4183>

KATHERINE ACOSTA GARCÍA

Departamento de Educación, Facultad de Educación y Humanidades, Universidad de Tarapacá, Chile  
kacostag@academicos.uta.cl | <https://orcid.org/0000-0001-5744-6618>

JUAN P. JIMÉNEZ PAVEZ

Escuela de Pedagogías en Ciencias Naturales y Exactas, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de  
Talca, Chile  
juan.jimenez@utalca.cl | <https://orcid.org/0000-0001-9032-1745>

ÁNGEL ENRIQUE ROMERO CHACÓN

Facultad de Educación, Universidad de Antioquia, Colombia  
angel.romero@udea.edu.co | <https://orcid.org/0000-0002-5256-5535>

**ABSTRACT**

This study analyzes the assessments and experiences associated with the implementation of socio-scientific controversies and historical scientific controversies in science teaching courses in a teacher training institution in Chile. For its development, an instrumental case study with a descriptive-interpretative approach was adopted. The research involved the assessment of 132 future teachers, the collection of the retrospective report of the teacher trainer, and the memories of activities carried out over six years, covering six generations of students. The results reported various positive evaluations, highlighting the promotion of critical thinking and commitment to learning. It is concluded that addressing socio-scientific controversies and historical scientific controversies are highly valued strategies for promoting critical thinking in future teachers while providing them with tools to address complex topics in the science classroom.

**KEY WORDS**

socio-scientific controversies; historical scientific controversies; critical thinking; preservice teaching programs; science education.



**SISYPHUS**

JOURNAL OF EDUCATION

VOLUME 12, ISSUE 03,

2024, PP 29-51

DOI: <https://doi.org/10.25749/sis.36566>

CC BY-NC 4.0

# Abordaje de Controversias Sociocientíficas y Científicas Históricas para promover el Pensamiento Crítico en la Formación Docente en Ciencias

Liliana Pedraja Rejas, Katherine Acosta García<sup>1</sup>, Juan P. Jiménez Pavez, Ángel Enrique Romero Chacón

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, el pensamiento crítico es considerado una competencia elemental de la ciudadanía del siglo XXI (Munkebye & Gericke, 2022; UNESCO, 2017). No sorprende, por tanto, que diversos países se hayan propuesto, como foco de interés en sus políticas educativas, desarrollar el *pensamiento crítico* de sus ciudadanos, especialmente durante su formación educativa (Bezanilla et al., 2021; Li & Sun, 2022; Marangio et al., 2024), preparación profesional y, en el caso de los profesores, su formación docente (Bezanilla et al., 2021).

El pensamiento crítico es un proceso de razonamiento reflexivo, que fomenta la capacidad para resolver problemas y necesario para la toma de decisiones (Agustinasari et al., 2021; Facione, 2015). Por otra parte, el pensamiento crítico facilita la evaluación de situaciones desde múltiples perspectivas, identificando y analizando los hechos, e incentivando la formulación de juicios respaldados en evidencias (Pedraja et al., 2023). Estas habilidades del pensamiento crítico se estimulan a partir del fomento de las capacidades cognitivas superiores (Cobo-Huesa et al., 2021; Jiménez, 2022), así como a través de procesos de pensamiento complejo (Sternberg & Halpern, 2019).

La reciente revisión sistemática realizada por Guzmán-Valenzuela et al. (2023), caracteriza al pensador crítico con habilidades para la resolución de problemas, emitir juicios, evaluar y formular inferencias, entre otras. Estas habilidades de pensamiento crítico se estimulan fomentando una alta demanda cognitiva (Ayçiçek, 2021; Dekker, 2020; Lun et al., 2023; McNamara et al., 2020), y en su consecución, parecen ser beneficiosas las estrategias metodológicas centradas en los aprendizajes activos; es decir, aquellas en las que el estudiantado es el centro del proceso, estando intelectualmente activo (Mahdi et al., 2020; Pedraja & Cisterna, 2023).

Desde ese marco, el contexto de la formación docente es un proceso esencial para que el profesorado adquiera herramientas necesarias para su docencia (Chiappa et al., 2024; Ossa & Mena, 2023; Shuanghong et al., 2021) y que resulta en un proceso cronológicamente continuo de prácticas exigentes, rigurosas y novedosas que los docentes formadores deben integrar y aplicar en sus trabajos de aula (Alharbi, 2022; Al-Mahrooqi & Denman, 2020; Bellaera et al., 2021; Okolie et al., 2021; Sternberg & Halpern, 2019).

En el ámbito de la educación en ciencias, en particular, se ha señalado que el pensamiento crítico facilita el entendimiento de los procedimientos científicos (Sutiani et al., 2021), posicionándolo como un pilar esencial de la educación orientada a las

---

<sup>1</sup> Avenida 18 de Septiembre 2222 Arica, Región de Arica y Parinacota, Chile.

ciencias (Cobo-Huesa et al., 2021; NRC, 2012; OECD, 2019; Puig et al., 2021). Y en efecto, como un componente relevante de la formación docente en ciencias (Puig et al., 2021; Shuanghong et al., 2021). En consecuencia, y favorablemente, la didáctica de las ciencias ha comenzado a instalar su foco de atención en el pensamiento crítico, investigando cuáles son los temas y actividades que pueden ser productivos en su desarrollo al interior de las aulas de ciencias (Bailin, 2002; Barak et al., 2007; Urdanivia-Alarcón et al., 2023). Así, la didáctica de las ciencias le otorga un lugar importante a la argumentación científica, ya que existe un gran valor en las declaraciones obtenidas, por ejemplo, a través de la examinación mediante evidencia (Giri & Paily, 2020). En consonancia con esta perspectiva, Santos (2017) atribuye al pensamiento crítico una importancia crucial en el proceso de la enseñanza de las ciencias, sosteniendo que mejora las observaciones, la exploración, la indagación, el reconocimiento y la definición de problemáticas científicas, facilitando también la búsqueda de soluciones y la toma de decisiones.

Pese al valor que las agencias internacionales y que la didáctica de las ciencias le ha otorgado actualmente al pensamiento crítico, todavía son insuficientes las investigaciones empíricas que indagan las maneras de fomentar su desarrollo y, concretamente, su aplicación efectiva en entornos de aprendizaje auténtico (Puig & Jiménez-Aleixandre, 2022). Además de ello, esta misión investigadora se encuentra con distintos obstáculos, siendo uno de ellos la escasa comprensión de la naturaleza de las ciencias por parte del profesorado, quien, en su mayoría, evidencia una visión ingenua de la ciencia (Adúriz-Bravo et al., 2023; Lederman, 2007), de este modo, auto percibiéndose sin las competencias necesarias para integrarla en su enseñanza (Lederman et al., 2024; Saçkes et al., 2011). Otro de los grandes retos que significa el fomento del pensamiento crítico, se vincula con los procesos de enseñanza (Marangio et al., 2024; Putra, 2019). En este sentido, se identifica como nudo crítico la importancia que se le otorga a las actividades y metodologías utilizadas para su estimulación y desarrollo (Bezanilla et al., 2021).

Respecto a este último aspecto, una opción metodológica prometedora en la estimulación del pensamiento crítico desde la aportación de la educación en ciencias son las controversias sociocientíficas (Irwanto et al., 2024; Palma-Jiménez et al., 2024; Quiroz, 2024; Lin & Wei, 2024), sobre todo, en lo que refiere a su desarrollo en los estudiantes que se encuentran en formación para ejercer la enseñanza de las ciencias (Kinsky & Zeidler, 2024; Namdar & Karahan, 2024; Ozcan-Ermis & Hervé, 2024).

En términos generales, las controversias en el ámbito de las ciencias emergen cuando concurren diferentes puntos de vista respecto a un tema particular del área, y pueden ser de distintas clases. Las denominadas *controversias científicas históricas* centran su atención en asuntos de carácter epistémico, como por ejemplo, aquellas relacionadas con la naturaleza de conceptos y procedimientos científicos, y así como en asuntos no-epistémicos, que se relacionan con aspectos sociológicos internos y externos a las comunidades científicas y que son propios del desarrollo de la práctica como conocimiento disciplinar (Acevedo-Díaz & García-Carmona, 2016).

Las *controversias sociocientíficas* por su parte, aluden a dilemas éticos, políticos y ambientales que tienen en su base nociones científicas y, en este sentido, involucran problemáticas sociales que emergen en un contexto relacionado con la ciencia, lo cual es imposible de obviar a causa de la cercanía entre la ciencia, la tecnología y la sociedad; esto ofrece un entramado complejo de opiniones y estudios que se entrelazan inevitablemente (Zeidler, 2014), y que se explican en forma de discrepancias puestas en evidencia en diálogos o discusiones en los que se cruzan las voces de diversos sectores sociales que participan en la controversia, tales como periodistas, ciudadanos, científicos, entre otros (Díaz & Jiménez-Liso, 2012). De este modo, las controversias sociocientíficas se describen como problemas controvertidos cuya naturaleza abarca lo social con una



conexión profunda con la ciencia (Sadler, 2011; Zeidler, 2014) y, socialmente, incluyen aspectos, situaciones o problemas que generan incertidumbre y que se encuentran en constante evolución (Han-Tosunoglu & Lederman, 2021). Estos se caracterizan por ser problemas o temas a los cuales no se les puede atribuir una sola solución definitiva (Sadler, 2011). Por ello, los estudiantes al involucrarse en el estudio de sus posibles soluciones requieren desarrollar discursos y argumentos sólidos basados en evidencias, que se van construyendo en la medida que van integrando conceptos teóricos de las ciencias, sumado en gran medida, a un razonamiento ético o moral (Zeidler & Kahn, 2014), enriqueciéndose con los procedimientos propios de la naturaleza de la ciencia (Eastwood et al., 2012; Herman, 2018).

Ejemplos de los problemas sociales en los cuales la ciencia actúa como agente central de la controversia no son difíciles de observar, incluso se puede indicar que hay algunos que aquejan al mundo entero. Entre ellos, se encuentran las situaciones que afectan al medioambiente, como el gran problema del cambio climático o la imparable pérdida de la biodiversidad (Herman et al., 2018; Simonneaux y Simonneaux, 2012). Para atender a este tipo de desafíos desde el campo de la didáctica de las ciencias, es necesario realizar ejercicios de razonamiento científico con base en evidencias científicas, los cuales tienen como misión otorgar respuestas adecuadas a las cuestiones sociales, considerando necesariamente el componente ético y moral en sus propuestas (Zeidler, 2014). Estos razonamientos deben integrar la convergencia de evidencias provenientes de diferentes áreas del conocimiento, para que se pueda potenciar el “análisis crítico de las implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales de problemas relacionados con controversias públicas que involucran a la ciencia y la tecnología” (MINEDUC, 2020, p. 166).

Desde este marco de estudio, y a partir de la experiencia de abordar controversias sociocientíficas y controversias científicas históricas en los cursos de didáctica de las ciencias durante la formación de seis generaciones de maestros y maestras de primaria y educación infantil, se decide revisar cuál es la visión de los participantes (futuro profesorado y docente formador) considerando las siguientes preguntas de investigación:

- a) ¿Cuál es la percepción del futuro profesorado de primaria y educación infantil respecto al uso de controversias científicas históricas y controversias sociocientíficas como estrategia dinamizadora de su formación docente?
- b) ¿Cómo valoran, el docente formador y el futuro profesorado, el aporte del abordaje de controversias científicas históricas y sociocientíficas en el desarrollo del pensamiento crítico del estudiantado?

## METODOLOGÍA

La investigación se realizó durante seis años (2019-2024), en una universidad estatal situada en la frontera norte de Chile. Participaron un total de 132 estudiantes pertenecientes a dos planes de formación inicial docente: educación parvularia o infantil y educación primaria. Específicamente, se trata del futuro profesorado generalista, sin especialidad en ciencias, que está en su proceso de aprendizaje para enseñar ciencias naturales y entorno natural a estudiantes entre los cuatro y 12 años. El docente formador se caracteriza por centrar sus clases en la realización de actividades con foco en la indagación científica (Acosta & Morales, 2020; Lederman et al., 2021, 2024; Morales et

al., 2022) y en emplear las controversias sociocientíficas y las controversias científicas históricas como estrategias metodológicas.

La investigación tiene como propósito analizar la percepción del futuro profesorado de primaria y educación infantil respecto al uso de controversias científicas históricas y sociocientíficas como una estrategia dinamizadora en su proceso de formación docente. Asimismo, pretende conocer la valoración del docente formador y del futuro profesorado sobre el aporte del abordaje de controversias científicas históricas y sociocientíficas en el fomento al pensamiento crítico de los estudiantes. Para responder a las preguntas de investigación, se desarrolló un estudio de caso instrumental (Stake, 2005; Yin, 2017), adoptando un enfoque descriptivo-interpretativo, centrado en la identificación de relaciones y en la valoración de la experiencia del docente formador y de sus estudiantes (futuro profesorado), con la colaboración de un asesor en la figura de amigo crítico (Robson, 2002; Shaughnessy et al., 2011; Stake, 2005; Yin, 2017).

El diseño y los pasos metodológicos de este estudio han sido validados en investigaciones previas con similar muestra y objetivos (Yebra et al., 2019) por lo cual es pertinente para esta investigación. Por otra parte, se consideró adecuado este método ya que por medio de él se pueden identificar y profundizar las relaciones causales complejas de un fenómeno social, a través del estudio de la particularidad de un caso singular. El caso lo constituyó un grupo de futuros profesores/as de primaria y educación infantil, con su docente formador, participantes de los cursos de didáctica de las ciencias de una universidad estatal ubicada al norte de Chile.

## RECOLECCIÓN DE DATOS

Esta indagación se realizó desde el año 2019 hasta el 2024, mientras el estudiantado cursaba las asignaturas especializadas en la didáctica de las ciencias, registrando seis generaciones o cohortes. Así, este estudio se centra en la valoración retrospectiva del docente formador y del estudiantado como informantes clave. Todas y todos los participantes firmaron un consentimiento informado, indicando la voluntariedad de la participación. El proceso de diseño y realización y la valoración de la experiencia está basada en: (a) El relato retrospectivo del docente formador, a partir de su experiencia dirigiendo año a año los cursos de didáctica de las ciencias. Estas clases estuvieron retroalimentadas con sucesivas puestas en común con un amigo crítico, (b) las respuestas a una serie de preguntas de valoración (cerradas, de tipo diferencial semántico y, otras abiertas [ver más adelante en la tabla 3]) que, durante los seis años (seis cursos), al finalizar la asignatura contestó el estudiantado, y (c) las memorias presentadas por los grupos de estudiantes a la finalización de cada hito del proceso.

## ANÁLISIS

Para el análisis de las *memorias*, del relato retrospectivo del docente formador y de las *preguntas abiertas* realizadas a los estudiantes, no hubo categorías apriorísticas; estas surgieron de manera emergente durante el análisis de información (Harry et al., 2005; Miles et al., 2018). En ese sentido, los investigadores llevaron a cabo una codificación y clasificación de las unidades de análisis seleccionadas a partir de la información



proporcionada por los participantes, proceso que permitió establecer un conjunto de categorías conceptuales emergentes relativas a las valoraciones del uso de controversias sociocientíficas y científicas históricas por parte del profesorado en formación.

La codificación y cómputo, tanto para el análisis de las memorias, así como las preguntas abiertas, se llevó a cabo de manera manual, y las discrepancias en los niveles se resolvieron a través de negociaciones entre los investigadores. Esto sirvió para desarrollar un modelo descriptivo del contenido y organización desde el peso relativo de las categorías (Harry et al., 2005). Es decir, una vez identificadas las categorías, los investigadores se reunieron para determinar el grado de acuerdo. Este proceso, llamado confiabilidad entre evaluadores o *interrater agreement*, es el grado de acuerdo entre observadores independientes que califican, codifican o evalúan el mismo fenómeno y se resuelven las discrepancias entre los investigadores a través de negociaciones. En este análisis, se espera al menos un 80% de acuerdo entre los investigadores, de acuerdo con convenciones internacionales y la naturaleza del análisis (Connor & Joffe, 2020). En el caso de este estudio, el nivel de acuerdo entre investigadores fue del 100%. Esto sirvió para desarrollar un modelo descriptivo del contenido y organización a partir del peso relativo de las diferentes categorías (Creswell & Creswell, 2018).

Se seleccionaron las memorias al finalizar los hitos de cada proceso, a partir de un muestreo intencional, considerando aquellas en las que se abordaron controversias científicas históricas y sociocientíficas de manera sistemática. Posteriormente, se eligieron los fragmentos extraídos que mejor representaban la visión común de las y los estudiantes participantes sobre los temas tratados. Finalmente, el análisis continuó hasta alcanzar la saturación de datos.

Respecto al marco del análisis utilizado para abordar el pensamiento crítico, se recurrió a la definición de Facione (2015) y las clasificaciones que provee sobre habilidades de pensamiento crítico, entre ellas analizar, argumentar, evaluar, etc., y las adaptaciones al contexto local dadas por los autores. En efecto, luego de la interpretación individual, los autores aunaron, refinaron y finalizaron la discusión en conjunto. A continuación, se detalla la manera en que, recurrentemente y año a año, fueron abordadas las controversias sociocientíficas y las controversias científicas históricas.

## DESCRIPCIÓN DE LAS EXPERIENCIAS

El proceso de abordaje de las controversias durante las clases analizadas se llevó a cabo en tres hitos clave (ver Figura 1). Cada fase culminó con la entrega de una memoria y la evaluación del proceso, así como con la aplicación de las preguntas de valoración que completó el estudiantado al finalizar cada hito del proceso. En promedio, el tiempo dedicado para el abordaje de las controversias fue de ocho semanas.

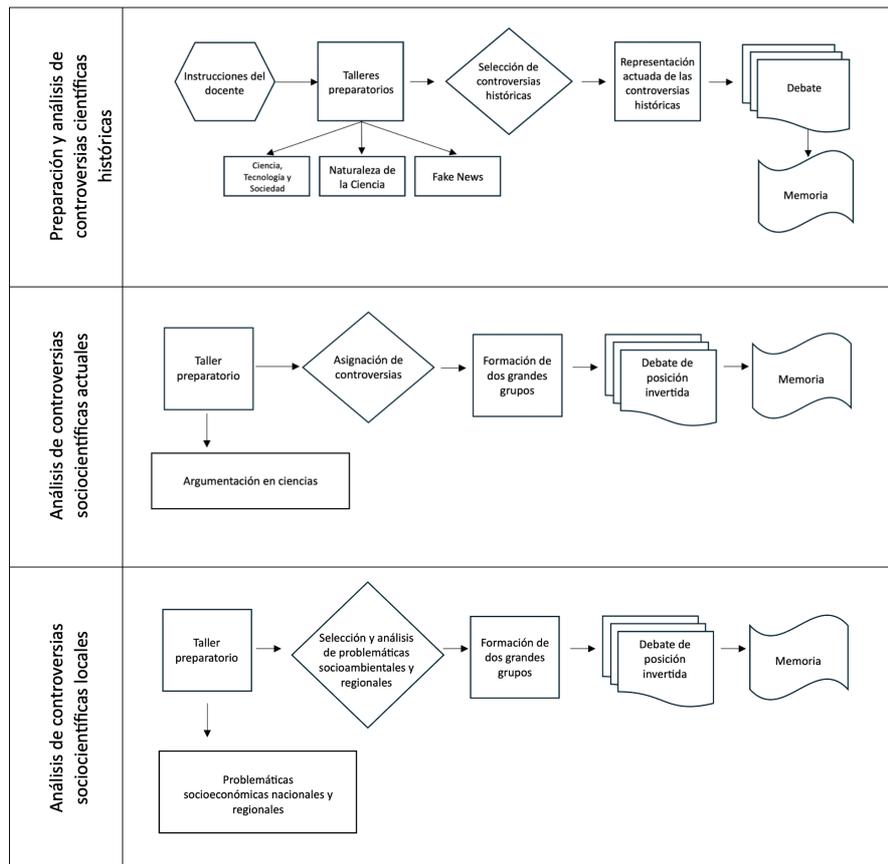
### *Primer hito: preparación y abordaje de controversias científicas históricas*

Inicialmente, se desarrollaron tres talleres fundamentales que sentaron las bases de la intervención didáctica. El primer taller, enfocado en Ciencia, Tecnología y Sociedad, permitió introducir al estudiantado en el análisis crítico del papel de la ciencia en la

sociedad. El segundo taller se centró en la Naturaleza de la Ciencia, empleando el paquete de juegos para enseñar la naturaleza del conocimiento científico y tecnológico descritas por Vázquez-Alonso y Manassero-Mas (2018), Manassero-Mas y Vázquez-Alonso (2024), y la secuencia de actividades descontextualizadas propuesta por Lederman y Abd-El-Khalick (1998) y Lederman y Lederman (2004) diseñadas para profundizar en la comprensión de aspectos epistemológicos de las ciencias.

Figura 1

*Proceso de abordaje de las controversias en la asignatura de didáctica de las ciencias*



Estas actividades han sido traducidas al español y usadas anteriormente en el contexto chileno por Jiménez (2022). El tercer taller abordó el fenómeno de las “fake news”, preparando a los estudiantes para identificar y analizar la desinformación. Durante esta actividad, se empleó el poliedro escéptico, una figura que contiene 10 recomendaciones que entrega la Asociación Escéptica de Chile para enfrentar las noticias falsas en el mundo escolar.

Una vez terminados los talleres, los estudiantes se dividieron en grupos y seleccionaron, a partir de una lista proporcionada por el docente, las controversias científicas históricas para realizar dos actividades: la primera correspondía a una dramatización y la segunda, a un debate. La puesta en escena del primer ejercicio tenía como objetivo que los futuros docentes exploraran la dimensión humana y social de las controversias científicas históricas, reconociendo la complejidad entre las dinámicas sociales y las científicas. Las controversias científicas históricas comúnmente escogidas y, por ende, abordadas por el estudiantado se mencionan en la Tabla 1.



Tabla 1

*Controversias científicas históricas elegidas por el estudiantado*

<i>Controversias científicas históricas</i>	<i>Ocurrencia</i>
Pasteur vs. Pouchet	8
Charles Darwin y Alfred Russel Wallace: ¿iguales pero distintos?	5
William Beaumont y su polémico estudio del estómago	12
El caso de Rosalind Franklin	10
El lavado de manos: una historia plena de disputas y rivalidades (Semmelweis y la fiebre puerperal)	13

*Segundo hito: análisis de controversias sociocientíficas de interés actual-internacional*

Consecutivamente, se realizó un taller preparatorio sobre argumentación en ciencias, tras el cual se introdujo una controversia sociocientífica contemporánea de relevancia internacional, mediante un debate de posición invertida, en el que el futuro profesorado debió defender intencionadamente perspectivas contrarias a las propias. Esta técnica de argumentación forzada tenía como objetivo desarrollar la apertura mental y la capacidad del estudiantado para desafiar suposiciones propias y ajenas, subrayando la importancia de una argumentación basada en evidencias científicas y el respeto en la comunicación. Entre las controversias sociocientíficas de interés internacional sugeridas por el docente a abordar en los años de estudio, se encuentran las siguientes:

- . Cambio climático y políticas ambientales (2019).
- . Confianza pública y escepticismo en la vacunación COVID-19 (2020-2021).
- . Efectos de la pandemia en la educación, desigualdades y salud mental (2022).
- . Inteligencia artificial y educación (2023-2024).

*Tercer hito: Análisis de controversias sociocientíficas de interés local*

Finalmente, en un ejercicio grupal, los futuros docentes debían analizar controversias sociocientíficas vigentes dentro de su propio contexto regional, presentando sus hallazgos a través de infografías y exposiciones públicas. Las temáticas frecuentemente escogidas por los estudiantes se mencionan en la Tabla 2.

Tabla 2  
*Controversias sociocientíficas locales escogidas por los estudiantes*

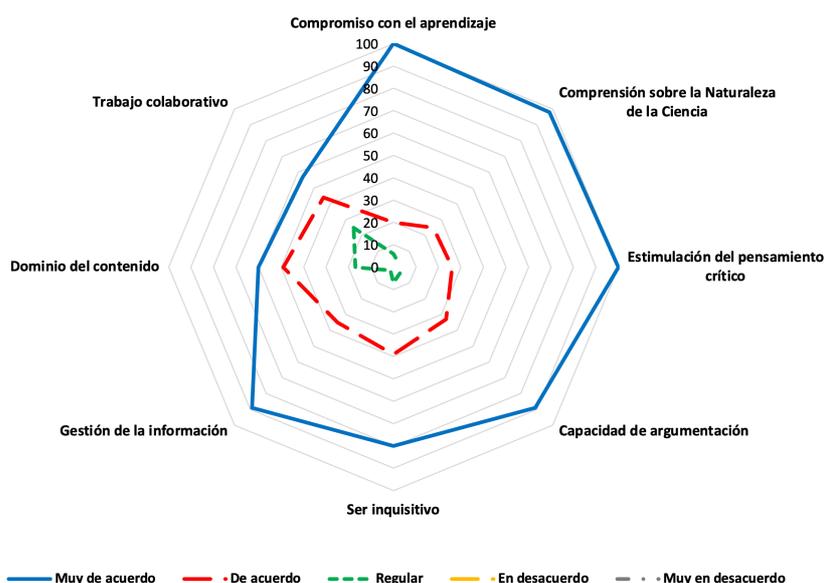
<i>Controversias sociocientíficas locales</i>	<i>Ocurrencia</i>
Crisis hídrica	10
Influencia antrópica sobre el humedal de Lluta	13
Pérdida de polinizadores	10
Contaminación por polimetales	18
Manejo de basuras en la ciudad	7
Erosión del suelo	6

## RESULTADOS

### *Visión del futuro profesorado*

Se recopiló la valoración porcentual realizada por el estudiantado ( $n = 126$ ) tras la experiencia de aprendizaje mediante el abordaje de las *controversias sociocientíficas* y las *controversias científicas históricas* a la finalización de los cursos (ver Figura 2). En esta valoración, los elementos declarativos (en orden decreciente) fueron: mayor compromiso con el aprendizaje; estimulación del pensamiento crítico; mejor comprensión sobre la Naturaleza de la Ciencia; gestión de la información; mejor capacidad de argumentación; ser inquisitivo; mejor dominio del contenido; y valoración del trabajo colaborativo.

Figura 2  
*Valoración porcentual de los estudiantes ( $n = 126$ ) tras el abordaje de las controversias sociocientíficas y las controversias científicas históricas a la finalización de las clases*



## Pensamiento crítico

Producto del análisis de las declaraciones emergentes emitidas por los futuros docentes de educación infantil y educación primaria, se puede observar puntos de vista u opiniones recurrentes en sus visiones. En especial, sobre la valoración del pensamiento crítico, un 25% del estudiantado participante afirmó que abordar las controversias sociocientíficas y controversias científicas históricas les ayudaron a ser más críticos con las fuentes de información y su confiabilidad. Al mismo tiempo, un 24% resaltó que estas estrategias fortalecieron su capacidad para defender puntos de vista basados en evidencias científicas. Un 29% mencionó que las controversias les hicieron desconfiar de las redes sociales, actitud escéptica importante en la estimulación del pensamiento crítico. Además, un 21% del futuro profesorado reconoció que las controversias sociocientíficas y sociocientíficas históricas aumentaron su conciencia sobre las implicaciones éticas del trabajo científico (ver Tabla 3).

Tabla 3

Visión del estudiantado sobre el abordaje de las controversias a la finalización de los cursos (n = 104)

<b>Percepción de relevancia</b>		<b>%</b>
¿Cómo valoras la incorporación de controversias sociocientíficas y las controversias científicas históricas en tu formación docente?		
Conexión con los problemas actuales		20
Conocer estrategias para formar estudiantes críticos		26
Moderar y facilitar un diálogo abierto y respetuoso		13
Participación activa de todos los estudiantes		20
Clases más interesantes y emocionantes		21
<b>Desarrollo del pensamiento crítico</b>		<b>%</b>
¿De qué manera consideras que el análisis de controversias sociocientíficas y las controversias científicas históricas ha influido en tu capacidad para evaluar críticamente argumentos y evidencias?		
Ser más crítico respecto a las fuentes y su confiabilidad		25
Defender puntos de vista con base en la evidencia científica		24
Desconfiar de la información proveniente de las redes sociales		29
Conciencia sobre las implicaciones éticas del trabajo científico		21
<b>Implicación emocional y motivacional</b>		<b>%</b>
¿Te sientes más o menos motivado(a) y/o comprometido(a) en clases donde se discuten temas controversiales? ¿Por qué?		
Mayor compromiso con el aprendizaje		55
Motivación para ganar el debate		45
<b>Aplicación práctica</b>		<b>%</b>
Desde tu experiencia en las prácticas, ¿qué desafíos y beneficios percibes al pensar en aplicar controversias sociocientíficas y las controversias científicas históricas en la enseñanza de las ciencias?		
Contribuir a la solución de problemas ambientales.		26
Cuesta simplificar los dilemas más complejos para abordarlos con los niños más pequeños.		17
Falta más tiempo para abordar la complejidad de algunas cuestiones.		38
Ser cuidadoso con la elección de las temáticas.		10
Es complicado manejar el aula cuando los estudiantes tienen opiniones muy divididas.		9

### *Memorias de las sesiones*

Se halló un importante registro derivado de las memorias escritas por parte del estudiantado, eligiendo un fragmento que mejor representa la visión común de las y los estudiantes. Así, se documentó de manera explícita la valoración del estudiantado respecto del abordaje de las controversias científicas históricas y controversias sociocientíficas respecto a su incidencia en lo que denominan “apertura mental”.

En principio me enojó un poco el taller, sobre todo cuando me tocaba defender una opinión que no era la mía, pero luego, me di cuenta que puedo estar equivocado y puedo ver desde otro ángulo si abro mi mente; por lo menos, ahora lo intento. (Memoria #17 Hito 2, Generación 3)

Por otra parte, de forma recurrente, el futuro profesorado en las memorias señala su apreciación favorable sobre la representación dramatizada de las controversias científicas históricas, resonando con las experiencias de las y los científicos protagonistas, y destacando que es la actividad, de todo el proceso que más les ha gustado.

Lo que más me gustó fue cuando representamos con las obras de teatro a los científicos y su historia, porque me hace sentir que estoy en la época y me identifiqué con la protagonista, como una novela. Yo puedo sentir la impotencia de Rosalind cuando fue desvalorizada por los hombres. Luego, en casa, me puse a ver vídeos sobre su historia. (Memoria #23, Hito 1, El caso de Rosalind Franklin-generación 5)

El temor aparentemente superado por discutir temáticas complejas es uno de los registros que se encuentran con mucha ocurrencia.

He superado un poco el miedo de abordar temáticas difíciles; pienso que necesitamos como sociedad que en las escuelas se debate más, así tendríamos menos guerras en el mundo. Solo es saber respetar y dialogar, aunque no estemos de acuerdo; nunca estaremos completamente de acuerdo, lo importante es no salir en pleitos al final. (Memoria #24 Hito 2- Generación 2)

Algunos registros ponen de manifiesto la valoración por el trabajo científico y da indicios de un mejor entendimiento de algunos aspectos de la Naturaleza de las ciencias.

No sabía que el trabajo científico fuese tan difícil; los científicos están maniatados a las donaciones para poder investigar y no es como que joh descubrí esto o aquello de la nada!, sino que hay mucho detrás. (Memoria # 32, Hito 1-Generación 4)

Finalmente, se destaca el significado que otorga el estudiantado al poder comunicar sus hallazgos en materia de controversias sociocientíficas de interés local. En su



mayoría, expresan satisfacción por poder contar con más propiedad los datos recopilados y los análisis resultantes de abordar temáticas aparentemente desconocidas por la comunidad cercana.

La contaminación por polimetales es un problema serio en la ciudad, pero me di cuenta de que en la universidad poco se sabe de ello. Me gustó poder enseñar a las personas que visitaron nuestro stand; también discutimos (en el buen sentido de la palabra) con algunos asistentes, siento que puedo aportar en algo en solucionar el problema, informando y poniendo el tema sobre la mesa. (Memoria #19, Hito 3, problemática de la contaminación por polimetales - Generación 5)

### *Valoración retrospectiva del docente formador*

En un principio, desde el prisma del docente formador, la primera situación que se afronta con la incorporación de las controversias sociocientíficas y las controversias científicas históricas en las clases de didáctica de las ciencias es lograr que los futuros docentes comprendan la relevancia y su propósito formativo.

Es crucial la articulación de las controversias con el currículo de ciencias y el entorno inmediato de las y los estudiantes. Esta conexión es fundamental para situar los temas abordados y demostrar que son atingentes a su realidad e intereses personales y profesionales. (Valoración retrospectiva del docente formador)

Al mismo tiempo, destaca la importancia de un manejo adecuado de las temáticas, ya que estas podrían comprometer la calidad del aprendizaje y desvirtuar los objetivos formativos. Además, señala lo elemental de cautelar un buen clima del aula para asegurar un espacio respetuoso y propicio para el debate.

En la selección de las controversias, siempre me aseguro de elegir aquellas en las cuales me siento plenamente capacitada para guiar y moderar. Entiendo que todas son complejas; sin embargo, existen algunas que demandan un sensible entendimiento, por tanto, se deben reconocer responsablemente las debilidades. (Valoración retrospectiva del docente formador)

Desde la visión del docente formador, la valoración central respecto al abordaje de las controversias se enfoca en su influencia en la activación del pensamiento crítico y el compromiso con el aprendizaje.

Hemos optado, además, por la incorporación de las controversias sociocientíficas y las controversias científicas históricas principalmente porque valoramos profundamente tres aspectos: primero, el sorprendente compromiso activo o “engagement” que adquieren. Segundo, hemos mejorado en la valoración del conocimiento científico y a

reconocer el enraizado de la ciencia en contextos sociales y culturales próximos. Tercero, porque avanzamos en el ejercicio de aprender a identificar errores lógicos o falacias, a evaluar las fuentes de información, y son más conscientes de sus prejuicios, aspectos que son clave en pensamiento crítico y que debe desarrollar todo profesor enseñante de las ciencias naturales. También he notado mejoras en la comunicación efectiva, pues una de las normas de la clase es ser estrictamente respetuoso con el uso de la palabra y la escucha activa. Un grupo que, si bien presenta buenos argumentos en su debate, pero no respeta o no escucha a su contraparte, tiene un punto considerablemente negativo en la coevaluación. (Valoración retrospectiva del docente formador)

## DISCUSIÓN

Los análisis descritos de la información registrada y recopilada ponen en evidencia una alta valoración por parte de los futuros profesores de infantil así como de primaria la incorporación de controversias sociocientíficas y controversias científicas históricas en los cursos de didáctica de las ciencias en todos los años del seguimiento. Tal valoración otorgada resalta aspectos como: (1) mayor compromiso con el aprendizaje, (2) estimulación del pensamiento crítico, (3) mejor comprensión sobre la Naturaleza de la Ciencia y (4) capacidad de argumentación, surgidos del abordaje de controversias sociocientíficas y científicas históricas, entre otros (Ver Figura 2). Esto se alinea con estudios previos (Acevedo-Díaz & García-Carmona, 2016; Leung, 2022; Namdar & Karahan, 2024) que destacan la importancia de integrar temas controvertidos para desarrollar, especialmente, habilidades críticas en el estudiantado. En específico, tanto los futuros maestros como el docente formador manifiestan haber mejorado en la evaluación crítica de fuentes y la defensa de argumentos basados en evidencia científica, aspectos claves del pensamiento crítico y esenciales no solo para la práctica docente de ciencias, sino también para la formación de ciudadanos críticos y responsables.

En efecto, desde el prisma del presente estudio la utilización de controversias científicas históricas y controversias sociocientíficas son una alternativa para formar a los futuros docentes en el manejo de temáticas complejas en sus aulas y proporciona herramientas elementales para evaluar críticamente las evidencias y sus argumentos, mientras que también se preparan para fomentar un diálogo abierto y respetuoso. En ese sentido, el estudio reporta un escenario mediante el cual, de manera empírica y con actividades concretas, es posible incorporar estrategias de aprendizaje activo, tales como el abordaje de las cuestiones sociocientíficas y científicas históricas, de cara al fomento al pensamiento crítico del futuro profesorado. Tal como lo ha reportado Cabrera et al. (2019) y Quintanilla (2006), es necesario implementar propuestas didácticas encaminadas al uso de la historia de las ciencias, en este caso, las controversias científicas históricas, para potenciar la formación de maestros y maestras en la educación en ciencias.

Otro importante hallazgo es la alta valoración otorgada para la participación activa en el desarrollo de las clases (Tabla 3). Este hallazgo resuena con la literatura que sugiere que la relevancia personal y social de los temas de estudio puede potenciar la implicación emocional y el aprendizaje profundo (Sadler, 2011; Zeidler, 2014). Las dramatizaciones y debates parecen haber sido especialmente efectivos en este aspecto, proporcionando un espacio seguro para explorar y confrontar diversas perspectivas.

Conviene precisar que el entendimiento sobre la manera en que las controversias sociocientíficas y las controversias científicas históricas influyen en el pensamiento crítico



en el futuro profesorado es aún incipiente. Futuras investigaciones podrían proponer estudios longitudinales para comprender cómo el pensamiento crítico adquiere diferentes matices en los distintos niveles de la formación, tal como lo ha sugerido Solbes y Torres (2012). En consecuencia, se recomienda que los programas de formación docente en ciencias continúen y expandan el uso de controversias sociocientíficas y controversias científicas históricas.

A pesar de los beneficios declarados, también se han identificado oportunidades de aprendizaje. La gestión de opiniones divididas en el aula requiere habilidades avanzadas de moderación por parte del profesorado. Además, es importante interpretar los resultados de este estudio con cautela debido a sus limitaciones. Gutiérrez (2013) y Romero-Ariza et al. (2024) han señalado que el pensamiento crítico es altamente sensible al contexto, a los conocimientos previos, al clima del aula y a los supuestos del estudiantado, factores que pueden influir en su capacidad para formular inferencias.

Finalmente, los resultados de este estudio subrayan la importancia de incorporar controversias sociocientíficas y controversias científicas históricas en los programas de formación docente. Estas estrategias no solo fomentan el pensamiento crítico, sino que también preparan a los futuros maestros para manejar temáticas complejas y controversiales en sus propias aulas. La visión emergente del estudiantado y del docente formador apoya la idea de que el pensamiento crítico puede ser potenciado a través de metodologías activas y centradas en el estudiante, tal como lo implica el abordaje de las controversias sociocientíficas y las controversias científicas históricas.

## CONCLUSIÓN

En conclusión, entre los aspectos valorados, tanto por los profesores en formación como por el docente formador, se destacan el pensamiento crítico, el compromiso del estudiantado, la mejora en la comprensión de la naturaleza de la ciencia, y el desarrollo de habilidades de comunicación. La experiencia con estas controversias, además, reporta motivación y compromiso de los futuros profesores con el aprendizaje de las ciencias, evidenciando que las controversias científicas históricas y las controversias sociocientíficas no solo fomentan destrezas de pensamiento crítico, sino también el interés y la participación activa en el proceso educativo.

A la luz del caso analizado en este estudio, los resultados indican que la implementación de controversias sociocientíficas y controversias científicas históricas como estrategia didáctica estimula el pensamiento crítico en el profesorado en formación. Los futuros docentes reportaron una mayor capacidad para evaluar la confiabilidad de las fuentes de información, resaltando la importancia de adoptar un análisis crítico en el análisis de evidencias. A su vez, manifestaron que el abordaje de estas controversias fortaleció su habilidad para defender puntos de vista basados en datos y evidencias científicas, del mismo modo que expresaron mayor conciencia sobre las implicaciones éticas del trabajo científico, lo que refuerza el valor de las estrategias para formar docentes más reflexivos y responsables en su futura práctica educativa en la enseñanza de las ciencias. En congruencia con esta visión, el docente formador percibe que estas estrategias han permitido fortalecer habilidades esenciales como la identificación de errores lógicos, la evaluación crítica de fuentes, y la toma de conciencia sobre prejuicios. El formador, también reporta una mejora en la comunicación efectiva y en la capacidad de escuchar y debatir con respeto.

El análisis de la experiencia formativa también ha permitido identificar ciertos aspectos, susceptibles de ser mejorados, que incluyen la complejidad de algunas controversias que pueden ser difíciles de simplificar para niveles educativos inferiores, los retos en la gestión de opiniones divididas en el aula, y la necesidad de tiempo adicional para la implementación de estas actividades.

## CONTRIBUCIÓN DE AUTORES

Conceptualización, Liliana Pedraja y Katherine Acosta; Metodología, Liliana Pedraja, Katherine Acosta, Juan Jiménez y Ángel Romero; Análisis formal, Liliana Pedraja y Katherine Acosta; Investigación, Liliana Pedraja, Katherine Acosta, Juan Jiménez y Ángel Romero; Recursos, Liliana Pedraja y Katherine Acosta; Redacción - preparación del borrador original, Liliana Pedraja, Katherine Acosta, Juan Jiménez y Ángel Romero; Redacción - revisión y edición, Liliana Pedraja, Katherine Acosta, Juan Jiménez y Ángel Romero; Administración del proyecto, Liliana Pedraja y Katherine Acosta; Adquisición de fondos, Liliana Pedraja y Katherine Acosta.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a ANID por el apoyo recibido a través del proyecto Fondecyt regular N°1210542, titulado: *formación inicial docente: relaciones entre características del cuerpo académico, desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes y resultados educativos*. También al proyecto UTA Mayor: *comprensión de la naturaleza de la indagación científica y su efecto en la autoeficacia para la enseñanza de las ciencias en el profesorado en formación inicial de educación parvularia* (N° 0.190/2023-código 5743-23).

## REFERENCIAS

- Acevedo-Díaz, J., & García-Carmona, A. (2016). Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado. Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 3-19. <https://rodin.uca.es/handle/10498/18010>
- Acosta García, K., & Morales Choque, M. (2020). Hacia una transformación de la educación científica para el sector rural en Chile: algunas reflexiones desde el papel del docente. *Revista De Innovación En Enseñanza De Las Ciencias*, 4(1). <https://doi.org/10.5027/reinnec.V4.I1.70>
- Adúriz-Bravo, A., Alzate Quintero, G. C., Pujalate, A. P., & Alzate, Óscar E. T. (2023). Concepções de ensino sobre a natureza da ciência: Obstáculos epistemológicos que aparecem entre os professores de ciências. *Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática*, [S.l.], e023004. <https://periodicoscientificos.itp.ifsp.edu.br/index.php/revin/article/view/872>



- Agustinasari, A., Susilawati, E., Yulianci, S., Fiqry, R., & Gunawan, G. (2021). The implementation of inquiry by using local potential to improve critical thinking skills in BIMA. *Journal of Physics*, 1933(1), 012078. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1933/1/012078>
- Alharbi, B. (2022). Saudi Teachers' Knowledge of critical thinking skills and their attitudes towards improving saudi students critical thinking skills. *Problems of Education in the 21st Century*, 80(3), 395-407. <https://doi.org/10.33225/pec/22.80.395>
- Al-Mahrooqi, R., & Denman, C. J. (2020). Assessing students' critical thinking skills in the humanities and sciences Colleges of a middle eastern university. *International Journal of Instruction*, 13(1), 783-796. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.13150a>
- Ayçiçek, B. (2021). Integration of critical thinking into curriculum: Perspectives of prospective teachers. *Thinking Skills and Creativity*, 41(2021) 100895. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100895>
- Bailin, S. (2002). Critical thinking and science education. *Science & Education*, 11(4), 361-375. <https://doi.org/10.1023/a:1016042608621>
- Barak, M., Bem-Chaim, D., & Zoller, U. (2007). Purposely teaching for the promotion of higher-order thinking skills: A case of critical thinking. *Research in Science Education*, 37(4), 353-369. <https://doi.org/10.1007/s11165-006-9029-2>
- Bellaera, L., Weinstein-Jones, Y., Ilie, S., & Baker, S. T. (2021). Critical thinking in practice: The priorities and practices of instructors teaching in higher education. *Thinking Skills and Creativity*, 41. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100856>
- Bezanilla, M. J., Galindo-Domínguez, H., & Poblete, M. (2021). Importance of teaching critical thinking in higher education and existing difficulties according to teacher's views. *Multidisciplinary Journal of Educational Research*, 11(1), 20-48.
- Cabrera, H., Durán, S., & Quintanilla, M. (2019). Análisis descriptivo de las concepciones sobre historia de las ciencias en profesores en formación inicial. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 11(2), 34-45. <https://doi.org/10.22335/rlct.v11i2.482>
- Chiappa, R., Acosta, K., & Pástenes, G. (2024). ¿Cómo se enseñan habilidades de investigación a futuros profesores? Una autoetnografía colaborativa de educadoras de profesores en Chile. *Universidades*, 75(99), 13-32. <https://doi.org/10.36888/udual.universidades.2024.99.739>
- Cobo-Huesa, C., Abril, A. M., & Ariza, M. R. (2021). Investigación basada en el diseño en la formación inicial de docentes para una enseñanza integrada de la naturaleza de la ciencia y el pensamiento crítico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(3), 3801. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2021.v18.i3.3801](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3801)
- Connor, C., & Joffe, H. (2020). Intercoder reliability in qualitative research: Debates and practical guidelines. *International Journal of Qualitative Methods*, 19, 1-13. <https://doi.org/10.1177/1609406919899220>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. SAGE Publications.
- Dekker, T. J. (2020). Teaching critical thinking through engagement with multiplicity. *Thinking Skills and Creativity*, 37. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100701>

- Díaz, M., & Jiménez-Liso, M. R. (2012). Las controversias sociocientíficas: Temáticas e importancia para la educación científica. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 9(1). <http://hdl.handle.net/10498/14624>
- Eastwood, J. L., Sadler, T. D., Zeidler, D. L., Lewis, A., Amiri, L., & Applebaum, S. (2012). Contextualizing nature of science instruction in socioscientific issues. *International Journal of Science Education*, 34(15), 2289-2315. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.667582>
- Facione, P. (2015). *Critical thinking: what it is and why it counts*. Insight Assessment.
- Giri, V., & Paily, M. U. (2020). Effect of scientific argumentation on the development of critical thinking. *Science & Education*, 29(3), 673-690. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00120-y>
- Gutiérrez, C. (2013). Una reflexión interdisciplinar sobre el pensamiento crítico. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 9(2), 11-39. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=134135724002>
- Guzmán-Valenzuela, C., Chiappa, R., Rojas-Murphy Tagle, A., Ismail, N., & Pedraja-Rejas, L. (2023). Investigating critical thinking in higher education in latin america: Acknowledging an epistemic disjuncture. *Critical Studies in Teaching and Learning (CrisTaL)*, 11(SI), 71-99. <https://doi.org/10.14426/cristal.v11iSI.624>
- Han-Tosunoglu, C., & Lederman, N. G. (2021). Developing an instrument to assess pedagogical content knowledge for biological socioscientific issues. *Teaching and Teacher Education*, 97, 103217.
- Harry, B., Sturges, K. M., & Klingner, J. K. (2005). Mapping the process: An exemplar of process and challenge in grounded theory analysis. *Educational Researcher*, 34(2), 3-13.
- Herman, B. C. (2018). Students' environmental NOS views, compassion, intent, and action: Impact of place - based socioscientific issues instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(4), 600-638. <https://doi.org/10.1002/tea.21433>
- Herman, B. C., Sadler, T. D., Zeidler, D. L., & Newton, M. H. (2018). A socioscientific issues approach to environmental education. *International perspectives on the theory and practice of environmental education: A reader*, 145-161.
- Irwanto, I., Dianhar, H., & Ariyadiah, A. (2024). Socio-Scientific Issues-Based Learning: The Effect on High School Students' Metacognitive Skills. *International Journal of Religion*, 5(6), 186-194. <https://doi.org/10.61707/agk1xr12>
- Jiménez, J. (2022). *Assessing the impact of understanding nature of scientific knowledge and understanding nature of scientific inquiry on learning about evolution in high school students*. (Publication No. 29067971) [Doctoral Thesis]. Illinois Institute of Technology, Chicago, Estados Unidos de América. ProQuest Dissertations & Theses Global.
- Kinsky, M., & Zeidler, D. (2024). Elementary preservice teachers' pedagogical decisions about socioscientific issues instruction. *Journal of Research in Science Teaching*. <https://doi.org/10.1002/tea.21932>
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present and future. In S. K. Abell and N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (Vol. 1, pp. 831-880). Lawrence Erlbaum Associates Inc.



- Lederman, N. G., & Abd-El-Khalick, F. (1998). Avoiding de-natured science: Activities that promote understandings of the nature of science. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 83-126). Kluwer Academic Publishers.
- Lederman, J. S., Bartels, S., Jimenez, J., Lederman, N. G., Acosta, K., Adbo, K., ... & Zhu, Q. (2024). Completing the progression establishing an international baseline of primary, middle and secondary students' views of scientific inquiry. *International Journal of Science Education*, 46(7), 715-731. <https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2256458>
- Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2004). Project ICAN: A professional Development project to promote teachers' and students' knowledge of Nature of Science and scientific enquiry. *11° Conferencia Annual de SAARMSTE*. Cape Town, South Africa.
- Lederman, J. S., Lederman, N. G., Bartels, S., Jiménez, J., Acosta, K., Akubo, M., ... & Wishart, J. (2021). International collaborative follow-up investigation of graduating high school students' understandings of the nature of scientific inquiry: Is progress being made? *International Journal of Science Education*, 43(7), 991-1016. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1894500>
- Lederman, N. G., Zeidler, D. L., & Lederman, J. Scofr. (2023). *Handbook of research on science education, Vol. 3*. Routledge eBooks. <https://doi.org/10.4324/9780367855758>
- Leung, J. S. C. (2022). Shifting the teaching beliefs of preservice science teachers about socioscientific issues in a teacher education course. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 20(4), 659-682. <https://doi.org/10.1007/s10763-021-10177-y>
- Li, L., & Sun, Y. (2022). The rule of law in education and its relationship to thinking skills. *Thinking Skills and Creativity*, 44. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101034>
- Lin, Y. R., & Wei, T. T. (2024). The effects of students' standpoints in argumentation regarding socio-scientific issues. *Journal of Baltic Science Education*, 23(1), 104-118. <https://doi.org/10.33225/jbse/24.23.104>
- Lun, V. M. C., Yeung, J. C., & Ku, K. Y. L. (2023). Effects of mood on critical thinking. *Thinking Skills and Creativity*, 47. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101247>
- Mahdi, O. R., Nassar, I. A., & Ali Musalmani, H. (2020). The role of using case studies method in improving students' critical thinking skills in higher education. *International Journal of Higher Education*, 9(2), 297-308. <https://doi.org/10.5430/ijhe.v9n2p297>
- Manassero-Mas, A., & Vázquez-Alonso, A. (2024). El impacto de juegos epistémicos para aprender sobre naturaleza de la ciencia en primaria. *Enseñanza de las Ciencias (En prensa)*, p. 1-23. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5946>
- Marangio, K., Carpendale, J., Cooper, R., & Mansfield, J. (2024). Supporting the development of science pre-service teachers' creativity and critical thinking in secondary science initial teacher education. *Research in Science Education*, 1-17. <https://doi.org/10.1007/s11165-023-10104-x>
- McNamara, J., Sweetman, S., Connors, P., Lofgren, I., & Greene, G. (2020). Using interactive nutrition modules to increase critical thinking skills in college courses. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 52(4), 343-350. <https://doi.org/10.1016/j.jneb.2019.06.007>

- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2018). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook*. Sage Publications.
- Ministerio de Educación. [MINEDUC]. (2020). *Programa de estudios ciencias para la ciudadanía 3° y 4° medio*. Ministerio de Educación.
- Morales M., Acosta K., & Rodríguez C. (2022). El rol docente y la indagación científica: Análisis de una experiencia sobre plagas en una escuela vulnerable de Chile. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(2), 2201. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2022.v19.i2.2201](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i2.2201)
- Munkebye, E., & Gericke, N. (2022). Primary school teachers' understanding of critical thinking in the context of education for Sustainable development. In B. Puig & M. P. Jiménez- Aleixandre (Eds.), *Critical thinking in Biology and Environmental Education. Facing Challenges in a Post-truth World* (pp. 249-266). Springer eBooks. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-92006-7>
- Namdar, B., & Karahan, E. (2024). *Socioscientific Issues Focused Teacher Education*. Springer eBooks.
- NRC. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press. <https://nap.nationalacademies.org/read/13165/chapter/1>
- OECD. (2019). *TALIS 2018 Results (Volume I)*. OECD eBooks. <https://doi.org/10.1787/1d0bc92a-en>
- Okolie, U. C., Igwe, P. A., Mong, I. K., Nwosu, H. E., Kanu, C., & Ojemuyide, C. C. (2021). Enhancing students' critical thinking skills through engagement with innovative pedagogical practices in Global South. *Higher Education Research and Development*, 41(4), 1184-1198. <https://doi.org/10.1080/07294360.2021.1896482>
- Ossa, C., & Mena, J. (2023). Estudios sobre pensamiento crítico en docentes y estudiantes de pedagogía latinoamericanos. *Revista Reflexión E Investigación Educativa*, 4(2), 133-152. <https://revistas.ubiobio.cl/index.php/REINED/article/view/5787>
- Ozcan-Ermis, G., & Hervé, N. (2024). Identifying pre-and in-service teachers' stances on teaching socioscientific issues: A systematic review of empirical studies. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 1-24. <https://hal.science/hal-04398774/document>
- Palma-Jiménez, M., Cebrián-Robles, D., & Blanco-López, Á. (2024). Razonamiento de profesorado de Educación Primaria en Formación Inicial sobre la controversia sociocientífica "leche materna versus leche de fórmula". Influencia de una propuesta formativa. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1601. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2024.v21.i1.1601](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2024.v21.i1.1601)
- Pedraja-Rejas, L., & Cisterna, C. (2023). Desarrollo de habilidades del pensamiento crítico en educación universitaria: Una revisión sistemática. *Revista de ciencias sociales*, 29(3), 494-516.
- Pedraja-Rejas, L., Rodríguez-Ponce, E., & Ganga-Contreras, F. (2023). Pensamiento crítico en las carreras de pedagogía. *TECHNO Review*, 13(2), 1-15. <https://doi.org/10.37467/revtechno.v13.4961>



- Puig, B., & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2022). The integration of critical thinking in biology and environmental education. Contributions and further directions. In B. Puig & M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Critical thinking in Biology and Environmental Education. Facing Challenges in a Post-truth World* (pp. 269-276). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-92006-7>
- Puig, B., Crujeiras, B., Mosquera, I., & Blanco, P. (2021). Integration of critical thinking and scientific practices to design-based pedagogy. In I. Delen (Ed.), *Design Based Pedagogy Book: Design Based Pedagogical Content Knowledge Across European Teacher Education Programs* (pp. 89-127). Ankara. <http://p2dproject.eu/wp-content/uploads/2021/10/Design-Based-Pedagogy-Book.pdf>
- Putra, H. (2019). An investigation link between critical thinking and reading comprehension. A case of a Madrasah Lubuk Linggau, South Sumatera. *Ta dib Jurnal Pendidikan Islam*, 24(1), 211-221. <https://doi.org/https://doi.org/10.19109/td.v24i1.3209>
- Quintanilla, M. (2006). Historia de la ciencia, ciudadanía y valores: Claves de una orientación realista pragmática de la enseñanza de las ciencias. *Educación y Pedagogía*, 45(1), 9-24.
- Quiroz, J. S. (2024). Aprender la criticidad. *Natu za*, 40.
- Robson, C. (2002). *Real world research: A resource for social scientists and practitioner-researchers*. Blackwell Publishing.
- Romero Ariza, M., Quesada Armenteros, A., & Estepa Castro, A. (2024). Promoting critical thinking through mathematics and science teacher education: the case of argumentation and graphs interpretation about climate change. *European Journal of Teacher Education*, 47(1), 41-59. <https://doi.org/10.1080/02619768.2021.1961736>
- Saçkes, M., Trundle, K. C., Bell, R., & O'Connell, A. A. (2011). The influence of early science experience in kindergarten on children's immediate and later science achievement: Evidence from the early childhood longitudinal study. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(2), 217-235. <https://doi.org/10.1002/tea.20395>
- Sadler, T. D. (2011). Situating socio-scientific issues in classrooms as a means of achieving goals of science education. *Socio-scientific issues in the classroom: Teaching, learning and research*, 1-9.
- Santos, L. F. (2017). The role of critical thinking in science education. *Journal of Education and Practice*, 8(20), 160-173. <https://eric.ed.gov/?id=ED575667>
- Shaughnessy, J., Zechmeister, E., & Zechmeister, J. (2011). *Research methods in psychology*. McGraw-Hill.
- Shuanghong, J., Hannele, N., Harju, V., & Pehkonen, L. (2021). Finnish student teachers' perceptions of their development of 21st-century competencies. *Journal of Education for Teaching*, 47(5), 638-653. <https://doi.org/10.1080/02607476.2021.1951602>
- Simonneaux, L., & Simonneaux, J. (2012). Educational configurations for teaching environmental socioscientific issues within the perspective of sustainability. *Research in Science Education*, 42(1), 75-94. <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9257-y>

- Solbes, J., & Torres, N. (2012). Análisis de las competencias de pensamiento crítico desde el abordaje de las cuestiones sociocientíficas: Un estudio en el ámbito universitario. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 0(26). <https://doi.org/10.7203/dces.26.1928>
- Stake, R. E. (2005). Qualitative Case Studies. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *The Sage handbook of qualitative research* (3rd Edición, pp. 443-466). Sage Publications Ltd.
- Sternberg, R. J., & Halpern, D. F. (2019). *Critical thinking in Psychology*. Cambridge University Press eBooks. <https://doi.org/10.1017/9781108684354>
- Sutiani, A., Situmorang, M., & Silalahi, A. (2021). Implementation of an Inquiry Learning Model with Science Literacy to Improve Student Critical Thinking Skills. *International Journal of Instruction*, 14(2), 117-138. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.1428a>
- UNESCO. (2017). *Education for sustainable development goals: Learning objectives*. UNESCO Publishing.
- Urdanivia-Alarcón, D. A., Talavera-Mendoza, F., Rucano Paucar, F. H., Cayani Caceres, K. S., & Machaca Viza, R. (2023). Science and inquiry-based teaching and learning: A systematic review. *Frontiers in Education*, 8. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1170487>
- Vázquez-Alonso, A., & Manassero-Mas, M. A. (2018). Más allá de la comprensión científica: educación científica para desarrollar el pensamiento. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 17(2). [http://reec.educacioneditora.net/volumenes/volumen17/REEC\\_17\\_2\\_02\\_ex1065.pdf](http://reec.educacioneditora.net/volumenes/volumen17/REEC_17_2_02_ex1065.pdf)
- Yin, R. K. (2017). *Case study research and applications: Design and methods*. Sage.
- Yebra, M. A., Vidal, M., & Membiela, P. (2019). Inquiry projects for scientific education: a good option for compulsory secondary education/Proyectos de indagación para la educación científica: Una buena opción para la educación secundaria obligatoria. *Culture and Education*, 31(1), 152-169. <https://doi.org/10.1080/11356405.2018.1563407>
- Zeidler, D. L. (2014). Socioscientific issues as a curriculum emphasis: Theory, research, and practice. In N. G. Lederman & S. K. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education* (Vol. 2, pp. 697–726). Routledge.
- Zeidler, D. L., & Kahn, S. (2014). *It's debatable!: Using socioscientific issues to develop scientific literacy K-12*. NSTA press.

\*

**Received:** July 1, 2024

**Revisions Required:** September 11, 2024

**Accepted:** October 2, 2024

**Published online:** October 31, 2024

