

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

FACULTAD DE QUÍMICA Y BIOLOGÍA

Departamento de Biología



**Ética Medioambiental en la argumentación de controversias
socio-científicas en profesorado en formación inicial de
Química y Biología**

Gonzalo Quilodrán Sandoval

Profesor Guía: Carol Lindy Joglar Campos

Cotutor: Mario Roberto Quintanilla Gatica

**Tesis para optar al título y/o grado de
Profesor de Estado en Química y Biología**

Santiago – Chile

2024

Ética Medioambiental en la argumentación de controversias socio-científicas en profesorado en formación inicial de Química y Biología

Gonzalo Quilodrán Sandoval

Este trabajo fue elaborado bajo la supervisión de la Dra. Carol Joglar Campos de la Facultad de Química y Biología, de la Universidad de Santiago de Chile y el Dr. Mario Quintanilla Gatica de la Facultad de Educación de la Pontificia Universidad Católica de Chile, aprobado por la siguiente comisión de seguimiento.

Dra. Carol Joglar Campos
Profesora Guía

Dr. Mario Quintanilla Gatica
Profesor Guía

Dra. Ruth Yáñez Oliva
Profesora Comisión

Dra. María Jesús Aguirre
Profesora Comisión

Dra. Iriux Almodóvar Fajardo
Vicedecana de Docencia y Extensión

**Ética Medioambiental en la argumentación de controversias
socio-científicas en profesorado en formación inicial de
Química y Biología**

Doy fe de que esta Tesis no incorpora material de otros autores sin identificar debidamente la fuente.

Nombre del Alumno: Gonzalo Quilodrán Sandoval

Carrera del Alumno: Pedagogía en Química y Biología

Fecha: Octubre 2024.

Agradecimientos

Agradezco a mi madre quien siempre confió en mí, por su apoyo incondicional en especial en momentos difíciles, por brindarme un lugar al que llamar hogar, A mi pareja Úrsula, por apoyarme, ser mi confidente y mi contención.

Agradezco de igual manera a la profesora Carol Joglar, por creer en mi y darme la oportunidad de participar en el curso de didáctica de la biología, participar en proyectos como el FONDECYT, en el que se enmarca, esta tesis.

De igual manera agradezco al profesor Mario Quintanilla, por su dedicación con la pedagogía y la didáctica de las ciencias, por impulsar el desarrollo de una pedagogía por ser el fundador y gestor principal del Laboratorio Grecia, que tiene un compromiso genuino por mejorar la calidad educativa, mediante proyectos, libros e investigaciones, impulsando el desarrollo de nuevos profesionales y un espacio para compartir con grandes mentes y profesionales de la educación con una basta y destacada trayectoria en la educación para una formación ciudadana crítica, valórica y consciente. Extiendo el agradecimiento a todos aquellos que forman parte de esta red.

Agradezco al profesor Rodrigo Sepúlveda, por gestionar las instancias de reuniones interdisciplinarias, por su buena onda y carisma, generando un espacio ameno. A la profe Barbara, la profe Ruth y al profe Franklin, por tener una buena disposición y fomentar un espacio agradable de crecimiento.

A mis compañeros de carrera que brindaron un espacio ameno, distendido dentro de todo el estrés y agobio que implica cursar una carrera universitaria, en especial a René, Felipe, Oscar, Nico.

El presente proyecto de tesis se encuentra enmarcado en la investigación dirigida por el Dr. Mario Quintanilla Gatica, que forma parte del proyecto FONDECYT 1231325 (Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico) y lleva por nombre “Identificación y caracterización de competencias argumentativas y explicativas en profesorado de química y biología en formación inicial. Su contribución al desarrollo profesional docente desde una perspectiva socio-científica”, el cual es financiado por la ANID, extendiendo la gratitud y dedicatoria por dar pie a proyectos como este, que buscan mejorar la calidad educativa a nivel nacional.

Resumen

Este proyecto de tesis analiza el componente ético en el desarrollo de la competencia de argumentación científica a través de controversias sociocientíficas (CSC) en profesorado en formación inicial, incorporando la ética medioambiental como un nuevo marco para la relación con la naturaleza. El objetivo es analizar cómo un “Taller de desarrollo profesional en contexto” influye en el enfoque ético utilizado en la argumentación del profesorado de química y biología en formación al abordar CSC.

La investigación, de enfoque cualitativo, emplea estudios de caso e instrumentos de recogida de datos, evaluando la contribución del taller mediante una salida a terreno, la identificación de controversias y un Focus Group. En este último, se introduce la ética medioambiental y se vincula con el análisis de CSC y el desarrollo argumentativo.

Los resultados muestran un progreso en la competencia argumentativa al contextualizar modelos argumentativos, permitiendo mayor conciencia sobre el impacto de las decisiones en el medioambiente. Se proponen enfoques basados en la ética medioambiental, sustentados en corrientes filosóficas y modelos didácticos, que guían las decisiones de los participantes, promoviendo una visión crítica y amplia de la ciencia que resalta la importancia de la ética en su actuar, especialmente en el contexto del antropoceno (Sjöström, 2023).

Esta investigación busca mejorar la formación docente, fortaleciendo competencias científicas y éticas en los futuros educadores.

Palabras clave: Competencias del pensamiento científico – Formación inicial docente – Argumentación científica – Ética medioambiental – Controversias sociocientíficas

Abstract

This thesis project analyzes the ethical component in the development of scientific argumentation competence through the approach to socio-scientific controversies (SSC) in pre-service teachers, incorporating environmental ethics as a new framework for the relationship with nature. The objective is to analyze how a "Professional Development Workshop in Context" influences the ethical approach used in the argumentation of pre-service chemistry and biology teachers when addressing SSC.

The research, which follows a qualitative approach, employs case studies and data collection instruments, evaluating the contribution of the workshop through a field trip, the identification of controversies, and a Focus Group. In this last stage, environmental ethics is introduced and linked to the analysis of SSC and the development of argumentation.

The results show progress in argumentative competence by contextualizing argumentation models, leading to greater awareness of the impact of decisions on the environment. Environmental ethics approaches are proposed, supported by philosophical currents and didactic models, which guide the participants' decisions, promoting a broader and more critical vision of science that emphasizes the importance of ethics in their actions, especially in the context of the Anthropocene (Sjöström, 2023).

This research aims to improve teacher education by strengthening scientific and ethical competencies in future educators.

Keywords: Scientific thinking skills – Pre-service teacher education – Scientific argumentation – Environmental ethics – Socio-scientific controversies

Tabla de Contenidos

1	Introducción	1
1.1	Antecedentes que originan el tema de investigación	1
1.2	Delimitación y Justificación de la investigación	3
1.2.1	Ética medioambiental en la formación inicial docente	4
1.3	Supuesto.....	6
1.4	Pregunta de investigación	6
1.5	Objetivos.....	7
1.5.1	Objetivo General.....	7
1.5.2	Objetivos específicos	7
2	Marco teórico.....	8
2.1	Ética medioambiental	8
2.1.1	Confucianismo.....	9
2.1.2	Neo-confucianismo.....	9
2.1.3	Reflexive Bildung.....	10
2.1.4	Eco-Reflexión	10
2.2	Controversias socio científicas	11
2.2.1	Alfabetización científica	12
2.2.2	Pensamiento crítico y científico.....	13
2.3	Argumentación Científica	14
2.3.1	Argumentación científica desde el modelo de Stephen Toulmin	15
2.3.2	Deanna Kuhn, el desarrollo del pensamiento argumentativo	17
2.3.3	Argumentación Científica escolar.....	18
2.3.4	Tipos de razonamiento en la argumentación científica.....	19
3	Metodología	20
3.1	Sujetos de investigación	20
3.2	instrumentos de recolección de datos	21

3.3	Instancia de profundización – Focus Group	22
3.4	Diseño de la Investigación.....	22
3.5	Etapas del trabajo.....	23
3.5.1	Primera etapa - Pensamiento Crítico y Científico Y CSC	23
3.5.2	Segunda etapa – Salida a terreno, CSC en contexto	24
3.5.3	Tercera etapa – Enseñanza de la argumentación científica y CPC argumentativa.....	24
3.5.4	Cuarta etapa – Focus Group sobre ganadería intensiva como CSC.....	25
3.6	Análisis de datos.....	26
3.6.1	Categorización del enfoque EM en la toma de decisiones	26
3.6.2	Categorización del dominio argumentativo	26
3.6.3	Descripción del razonamiento detrás de los argumentos	27
4	Resultados y Discusión.....	28
4.1	Análisis del presencia y enfoque de EM en desarrollo argumentativo de las CSC	28
4.1.1	Influencia del Contexto en el Desarrollo de la Ética Medioambiental	30
4.1.2	EM durante el desarrollo del Focus Group	31
4.1.3	Incorporación de la Ética Medioambiental	33
4.2	Caracterización de la CPC argumentativa del PFI.....	34
4.2.1	Primera instancia de clasificación del nivel argumentativo del PFI	34
4.2.2	Argumentos presentados a partir de las CSC levantadas en terreno.....	36
4.2.3	Comparación entre el nivel argumentativo en DMPS01 y DMPS03.....	39
4.2.4	Niveles de argumentación en las respuestas del PFI DMPS04	40
4.2.5	Progreso en la Argumentación Científica y Crítica.....	41
4.3	Descripción de los tipos de razonamiento del PFI	42
4.3.1	Análisis del razonamiento sobre CSC y conceptos EM emergentes	44
4.3.2	Tipos de razonamiento en DMPS04	48
4.3.1	Relativismo ético y moral	49
4.3.2	La ética como reguladora del avance científico	49
4.3.3	Desarrollo de una Ciudadanía Crítica mediante la argumentación y la ética	50

4.3.4	Relación entre Alfabetización Científica y Resolución de Controversias Socio-Científicas.....	51
5	Conclusiones.....	51
6	Bibliografía	53
7	Apéndice	59
7.1	Consentimiento informado Focus Group.....	59
7.2	Instrumento del Focus Group	62
8	Anexo	68
8.1	Consentimiento Informado Proyecto FONDECYT	68
8.2	TDPC DMPS01 – Pensamiento crítico y científico.....	71
8.3	TDPC DMPS03, Salida a terreno – CSC en contexto.....	72
8.4	TDPC DMPS04 – Reflexión sobre ética y NOS	75
8.5	Argumentos elaborados por PFI sobre CSC levantadas en la salida a terreno	76
8.5.1	Análisis CSC grupo 1 – Impacto de la intervención humana sobre el flujo y Calidad del agua en el ecosistema	76
8.5.2	Análisis CSC grupo 2 – Impacto de la descomposición de cadáveres animales en el ecosistema	77
8.5.3	Análisis de CSC grupo 3 – Impacto de ganado en áreas protegidas sobre la regeneración de especies vegetales.	78
8.5.4	Análisis de CSC grupo 4 – Impacto del uso de bicicletas y motos en senderos y áreas naturales.....	78
8.5.5	Análisis CSC grupo 5 – Comparativa de calidad de aire en áreas verdes y ciudades	

Índice de Tablas

Tabla 1 - Argumentos para cada dimensión de CSC	22
Tabla 2 - Distintos enfoques de la ética medioambiental en torno a decisiones sobre CSC	26
Tabla 3 - Nivel de argumentos en base a su estructura, adaptado desde Chamizo (2007)	26
Tabla 4 - Clasificación de argumentos del PFI sobre pensamiento crítico y científico	35
Tabla 5 - Síntesis de argumentos éticos y ambientales grupo 1	36
Tabla 6 - Síntesis de argumentos éticos y ambientales grupo 2	37
Tabla 7 - Síntesis de argumentos éticos y ambientales grupo 3	38
Tabla 8 - Síntesis de argumentos éticos y ambientales grupo 4	38
Tabla 9 - Síntesis de argumentos éticos y ambientales grupo 5	38
Tabla 10 - Tipos de razonamiento en los argumentos iniciales del PFI	42
Tabla 11 Búsqueda de informaciones de cada dimensión de la CSC	74
Tabla 12 Argumentos para cada dimensión	75

Índice de Figuras

Figura 1 - Modelo argumentativo de Toulmin adaptado desde Sardá y Sanmartí, 2000	15
Figura 2- Modelo argumentativo elaborado a partir de los postulados de Kuhn (1991, 1995) ...	17
Figura 3 - Etapas de la investigación	23
Figura 4 - Gráfico de frecuencia de enfoques EM al levantar CSC in situ	28
Figura 5- Frecuencia de enfoques EM de PF2 y PF3	31
Figura 6- Gráfico comparativo del nivel argumentativo	39
Figura 7 – Gráfico de frecuencia de tipos de razonamiento dual en el discurso argumentativo del PFI.....	44
Figura 8 - Gráfico de frecuencia absoluta de tipos de razonamiento en el discurso argumentativo del PFI	44
Figura 9- Conceptos y razonamientos en el desarrollo argumentativo sobre CSC.....	45
Figura 10 - Diagrama de Sankey sobre tipos de razonamiento y conceptos abordados en el desarrollo argumentativo.....	47

1 Introducción

1.1 Antecedentes que originan el tema de investigación

La educación necesita adaptarse continuamente a los Cambios sociales, culturales y políticos. En Chile, los movimientos sociales han sido agentes clave de la transformación del sistema educativo.

El progreso de la educación chilena ha seguido un trayecto progresivo con avances y retrocesos, evaluados a través de instrumentos como el Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA) de la OCDE. Las seis versiones sucesivas de esta prueba en las cuales Chile ha participado (2006 a 2022), proporcionan datos que, aunque no representativos, ofrecen una idea general del rendimiento educativo del estudiantado chileno durante la enseñanza media y básica en ciencias. Los puntajes en ciencias han variado ligeramente, desde 438 en 2006 hasta 444 en 2022, manteniéndose relativamente estables y situándose por encima del promedio latinoamericano, pero por debajo del promedio OCDE de 489 puntos.

Este rendimiento sugiere que aproximadamente un tercio del estudiantado chileno se encuentra bajo el nivel 2 de desempeño, aquel nivel está asociado a poder identificar problemas científicos básicos en distintos contextos sencillos, interpretar, utilizar y aplicar conceptos de distintas disciplinas científicas, así como realizar deducciones y conclusiones a partir de aquellos conocimientos, es decir, un tercio de la población estudiantil chilena presenta dificultades para aplicar conceptos científicos en situaciones simples (MINEDUC, 2018). Estos datos reflejan no solo la necesidad de revisar y modificar los planes educativos en la enseñanza media, sino también de reforzar la formación inicial docente (FID), la forma en la que se enseñan y aprenden las habilidades, competencias del pensamiento científico como la argumentación científica y la resolución de problemas..

Por otra parte, estudios sobre el dominio argumentativo en estudiantes de pedagogía en Chile (Roman, 2019), demuestran que existe un bajo dominio del discurso argumentativo en formato textual, donde carreras de las ciencias sociales presentan una mayor incidencia de rasgos argumentativos en el corpus de los textos analizados, mientras que las disciplinas con menor presencia de rasgos argumentativos fueron las ciencias exactas y del deporte, lo cual sienta un precedente, en vista de que este estudio fue realizado en estudiantes de primer año de pedagogía, se puede proyectar que exista un desarrollo del dominio argumentativo si su enseñanza es considerada en los planes de estudio, sobre todo en carreras científicas donde es esencial el uso de habilidades de pensamiento crítico para tener una mayor comprensión de las disciplinas científicas y su labor en el desarrollo de la ciencia (Archilla, 2012).

La enseñanza actual tiende a enfocarse en los contenidos y procedimientos, descuidando el desarrollo de competencias del pensamiento científico (Quintanilla et. al. 2012). A partir de lo cual, se plantea el desafío de integrar el desarrollo de CPC en las clases de ciencias, que al fomentar estas competencias se promueva no solo el desarrollo de habilidades cognitivas, sino también un pensamiento ético y reflexivo, crucial en la toma de decisiones informadas sobre problemáticas ambientales, en las cuales estamos insertos como. sociedad. Estudios recientes como el de la OCDE (2016) demuestra que los países con currículos que enfatizan las competencias científicas tienen mejores resultados en pruebas como PISA, en términos de conocimiento científico y habilidades de resolución de problemas y pensamiento crítico, las cuales refuerzan el desarrollo de una ciudadanía crítica y alfabetizada científicamente (OECD, 2016).

En este sentido, la educación científica avanza gracias a un enfoque multidisciplinar, que permite reconocer los problemas del mundo real y que ellos son multifactoriales. Por ello la educación científica se debe abordar de manera holística, un ejemplo es que, en el contexto del cambio climático, se requiere de conocimiento científico, de climatología, economía de energías renovables, políticas ambientales y principios éticos para proponer soluciones efectivas (IPCC, 2014).

El abordaje de problemas medioambientales y sociales debe enfocarse desde una perspectiva multidimensional, que considere las diversas dimensiones involucradas, como el conocimiento científico, los avances tecnológicos, la economía, la sociedad civil y las políticas públicas. Sin embargo, es crucial que esta perspectiva este enmarcada en la ética medioambiental (EM), la cual proporciona el fundamento necesario para evaluar los impactos a largo plazo de las decisiones humanas sobre el entorno natural.

En las últimas décadas, la creciente preocupación por la sostenibilidad y el medio ambiente ha cobrado una mayor relevancia, debido a los efectos devastadores que estamos comenzando a experimentar, como el derretimiento de los polos, las inundaciones, los incendios forestales y otros fenómenos extremos producto del cambio climático. Es en este contexto que emergen las controversias sociocientíficas (CSC), que implican dilemas éticos complejos, junto con avances tecnológicos, que exigen tomar decisiones manera informada y con conciencia ambiental.

Integrar en la educación la educación ética ambiental en la enseñanza de ciencias, es fundamental, ya que mejora la capacidad del estudiantado para enfrentar dilemas éticos y tomar decisiones éticas que consideren no solo los intereses humanos, sino también el bienestar de los ecosistemas y fomenta una mayor conciencia sobre los impactos de su actuar y decisiones (Levinson, 2023). En este sentido, fomentar una mayor conciencia ética sobre el impacto de nuestras acciones y decisiones es fundamental para la formación de una ciudadanía crítica y comprometida con el desarrollo sostenible.

Un componente clave para comprender y abordar las CSC, es la enseñanza de la argumentación científica, la cual permite enfrentar problemáticas como el aumento del nivel del mar, la contaminación de los océanos o la ganadería intensiva. La capacidad de argumentar de manera efectiva no solo mejora la comprensión de estos temas, sino que también es un recurso indispensable para participar en debates públicos y tomar decisiones informadas. Osborne et al. (2004), plantea que la argumentación científica no solo permite la resolución de problemas complejos, sino que también insta a los estudiantes a participar de manera activa en la sociedad, evaluando críticamente las implicaciones éticas de las decisiones tecnológicas y científicas que afectan tanto a seres humanos como al medioambiente.

1.2 Delimitación y Justificación de la investigación

La formación inicial docente en Chile está adaptándose a los nuevos estándares para la formación de profesores, publicados en 2022. Estos estándares destacan la necesidad de desarrollar y fomentar habilidades y competencias para que los individuos sean parte de una sociedad compleja y dinámica, conocidas como “habilidades del siglo XXI”. Estas habilidades, incluyendo las competencias cognitivo-lingüísticas, son esenciales para que “los jóvenes sean trabajadores eficaces y ciudadanos de la sociedad del conocimiento” (OCDE, 2016).

La falta de una declaración explícita de la enseñanza de la argumentación en los programas de estudio de pedagogía en ciencias resalta la importancia de promover el desarrollo de competencias de pensamiento científico en el aula, especialmente en explicación y argumentación, que requieren una mayor demanda cognitiva. Desde la priorización curricular del MINEDUC (2023-2025), se menciona a las **habilidades científicas se presentan** como herramientas cognitivas valiosas para desarrollar el pensamiento lógico y crítico en los estudiantes mediante la integración de conocimientos, habilidades y actitudes científicas. Sin embargo, es relevante notar que las reformas educativas chilenas hablan sobre habilidades y no competencias. Esta diferencia no es meramente semántica, pues las habilidades científicas se refieren a destrezas específicas que permiten realizar tareas concretas y no requieren una comprensión profunda del contexto en el que se aplican. En contraste, las competencias son más amplias y complejas pues buscan integrar conocimientos, actitudes y capacidades para enfrentar problemas científicos de la vida cotidiana (Quintanilla, 2013).

La argumentación científica es un buen ejemplo para ilustrar estas diferencias. Como habilidad, busca **construir y evaluar argumentos** de manera lógica y coherente, haciendo uso de la evidencia. No obstante, si la argumentación se aborda como competencia, implica además la capacidad de integrar múltiples perspectivas (sociales, éticas, medioambientales, etc.) para analizar y proponer soluciones complejas (Quintanilla, 2013). En este sentido, la competencia

argumentativa se vuelve un recurso fundamental para la toma de decisiones en CSC, para debatir, aceptar la crítica y modificar los discursos en función de nueva evidencia y consideraciones éticas.

Ahora bien, el enfoque que adoptan los docentes en cuanto a la enseñanza de estas competencias o habilidades está profundamente influenciado por sus creencias epistemológicas. Las creencias que el profesorado tiene sobre el conocimiento y el aprendizaje impactan directamente en como enseñan y promueven competencias de orden superior, como la argumentación científica. De acuerdo con Samson (2018), estas creencias funcionan como guía para el desarrollo de competencias en los docentes influyendo en la forma en que posteriormente son enseñadas en el aula. Por lo tanto, es crucial que la formación inicial de profesores se incluya y evalúe explícitamente el desarrollo de competencias científicas, donde la argumentación juega un papel central en el aprendizaje de las ciencias (Archila, 2012). En este sentido, los profesores deben participar activamente en la discusión sobre cómo enseñar la competencia de argumentación científica, ya que no solo optimiza el proceso de enseñanza, sino también su evaluación (Ravanal et al., 2014). Las creencias epistemológicas que los docentes sostienen influyen, por tanto, la manera en que conceptualizan y enseñan las decisiones éticas vinculadas a las CSC, especialmente cuando se tratan temas desde la óptica de la ética medioambiental, que requieren una profunda reflexión sobre las implicaciones sociales, éticas y científicas.

1.2.1 Ética medioambiental en la formación inicial docente

La formación inicial docente enfrenta el desafío de integrar temas que son fundamentales para enfrentar los problemas globales actuales, como la crisis climática. En este contexto, la ética medioambiental juega un rol preponderante al ofrecer un marco para examinar críticamente los problemas complejos que surgen de la interacción de entre ciencia, tecnología, sociedad y medioambiente. De acuerdo con lo planteado por la “All European Academies” o ALLEA, La enseñanza de la ética en ciencias se enfoca en la examinación crítica de argumentos y la justificación racional de la ética en decisiones tomadas (ALLEA, 2013), lo cual es esencial para promover el pensamiento crítico y la argumentación en los estudiantes. Este enfoque, en última instancia, contribuye a la formación de una ciudadanía activa y consiente, capaz de impulsar cambios necesarios para la sostenibilidad medioambiental (Lecaros Urzúa, 2013; Roczen et al., 2013).

Sin embargo, en Chile, la falta de una integración explícita de la ética medioambiental en los programas de FID refleja la limitada preparación de futuros docentes para abordar problemas medioambientales desde una perspectiva ética (Jickling & Wals, 2008). Este vacío no solo limita

la capacidad de docentes para educar sobre temas que requieren una mirada ética, sino que también afecta la calidad de la educación científica, que debería formar a ciudadanos capaces de considerar las implicaciones éticas de sus decisiones (Shulman, 1987). En un mundo donde las crisis medioambientales son cada vez más evidentes, la educación en ciencias se debe comprometer con la formación de una ciudadanía crítica y comprometida con la sostenibilidad (Kortenkamp & Moore, 2001). Para ello, los programas de formación docente deben incorporar explícitamente el desarrollo de competencias del pensamiento científico de alta demanda cognitiva, tal como la argumentación, que permita a los estudiantes analizar problemas desde múltiples perspectivas, incluidas las éticas (Cochran-Smith & Zeichner, 2005).

En este sentido, el desarrollo de las CPC y en especial la argumentación, es fundamental para el desarrollo de una ciudadanía crítica, que se involucra, opina y toma acción de manera informada ante las situaciones complejas que aquejan a la sociedad. Estas competencias requieren de un abordaje multidisciplinar; ya no basta solamente con pensar qué soluciones o innovaciones nos traerán un mayor beneficio propio, sino que deben considerarse factores que van desde la ética ambiental al desarrollo económico y tecnológico, incorporando las políticas sociales y la opinión de la comunidad científica (Sadler, 2004; Levinson, 2023). Estos temas, en su mayoría, se refieren a cómo interactuamos con la naturaleza y al desarrollo como sociedad y humanidad, cobrando vital relevancia la ética al momento de repensar soluciones frente a estos dilemas o controversias (Kolstø, 2001).

Las controversias sociocientíficas (CSC), que involucran problemas complejos relacionados con la ciencia, sociedad, tecnología y medioambiente, son un contexto ideal para desarrollar estas competencias. En las CSC, las diversas dimensiones sociales y éticas hacen que el consenso sea difícil de alcanzar, lo que resalta la necesidad de saber argumentar de manera sólida. Además, estas controversias ponen de manifiesto la relevancia de incorporar un componente ético medioambiental en el proceso de razonamiento, pues las decisiones que se toman impactan directamente en la sociedad y el medioambiente (Zeidler et al., 2005). Trabajar con problemas de esta naturaleza en las aulas, permite al alumnado identificar en la sociedad y sus representantes, determinados intereses que se alinean con sus valores. Por ello, es importante considerar la ética medioambiental en la planificación curricular y la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, con el fin de promover una ciudadanía crítica y armoniosa con el ambiente (Hogan, 2002; Zeidler et al., 2005).

Para lograr esta transición que considere las múltiples perspectivas y el componente ético en el abordaje y análisis de CSC, es importante tener en consideración el contexto, el interés y la motivación, por ello un Taller de Desarrollo Profesional en Contexto (TDPC), que se compone de sucesivas instancias, en las cuales se analiza el pensamiento crítico, científico, la identificación y trabajo de CSC en el contexto de una salida a terreno, en la cual se abordan las múltiples

dimensiones de las que se componen las controversias allí observadas, y con el fin de robustecer el análisis, la toma de decisiones informadas y participar sobre debates públicos que involucran problemas contemporáneos, como la crisis climática, es necesaria la enseñanza de la argumentación.

Es por ello que la variable contexto del TDPC, a través de una experiencia directa en el territorio, proporciona a los individuos una oportunidad para observar, y analizar críticamente las consecuencias reales de la actividad humana en el entorno natural. Una experiencia directa en el campo proporciona a los estudiantes una oportunidad única para observar las consecuencias reales de las actividades humanas en el entorno. Este contacto directo con la naturaleza puede despertar una mayor conciencia y sensibilidad hacia los problemas ambientales, lo que es fundamental para desarrollar una ética ambiental sólida. Armstrong & Impara (2008), identifican que estas instancias pueden fortalecer los valores ambientales y fomentar la responsabilidad por la conservación del medio ambiente. Allí recae lo valioso de esta experiencia que puede incentivar una mayor conciencia y sensibilidad hacia los problemas ambientales, fundamental para desarrollar una ética ambiental.

1.3 Supuesto

El componente ético medioambiental y el dominio argumentativo ejercido durante el análisis de controversias socio científicas, progresara de manera positiva en función del nivel de conocimiento que tengan sobre CSC y la enseñanza explícita de un modelo argumentativo.

1.4 Pregunta de investigación

Ante aquello surge la pregunta investigativa acerca de:

¿Cómo influye un “Taller de desarrollo profesional en contexto” en el enfoque ético ambiental utilizado en la argumentación de CSC en el profesorado de química y biología en formación?

Con el propósito de analizar los elementos contenidos en la pregunta de investigación, se plantean los objetivos a continuación.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

- Analizar como un Taller de desarrollo profesional en contexto influye en el enfoque ético utilizado en la argumentación ejercida en el abordaje de controversias socio científicas, por parte del profesorado de química y biología en formación.

1.5.2 Objetivos específicos

- Relacionar la presencia y enfoque de la ética medioambiental en la argumentación del profesorado de química y biología en formación inicial durante el abordaje de controversias socio científicas.
- Caracterizar el dominio de la competencia argumentativa en el profesorado de química y biología en formación inicial en el abordaje de controversias sociocientíficas.
- Describir los tipos de razonamientos ejercidos en la argumentación del profesorado de química y biología en formación inicial en el abordaje de controversias socio científicas.

2 Marco teórico

2.1 Ética medioambiental

La ética medioambiental (EM) o ética ecológica, es una rama de la ética clásica que surge con Aldo Leopold en 1949 en su libro “La ética de la tierra”, plantea una nueva perspectiva de interacción y relación entre la sociedad y naturaleza, extendiendo las consideraciones éticas de esta relación hacia factores bióticos y abióticos como “los suelos, las aguas, las plantas, los animales o colectivamente: la tierra”. Este tipo de comprensión ecológica propone un giro a la mirada antropocéntrica con la que suele relacionarse el ser humano con la naturaleza, cambiando el rol de conquistador de la comunidad de la tierra a un simple miembro y ciudadano de ella.

La EM nos pone en el centro de acción al posicionarnos y cuestionarnos de forma introspectiva aquellos actos que tienen repercusión en nuestro medio ambiente, esta disciplina surge a través de la preocupación de la humanidad sobre su propia sobrevivencia, la compasión y cuidado por todos los seres en el mundo. A partir de esta nueva forma de comprender las relaciones surgen corrientes éticas ecológicas o medioambientales, cuyos componentes pueden ser identificados en la argumentación expresada en el abordaje de controversias sociocientíficas. La EM basada en los postulados del Confucianismo, extiende la mirada moral y antropocéntrica, a una más extensa donde se consideran todos los seres y objetos en el universo, donde se propone la benevolencia, extendiendo una relación armoniosa con la naturaleza (Li & Wei, 2023).

Para dar pie a aquello que se toca en los currículos con respecto a la conservación, la cual varía en función de la percepción y el vínculo que tienen los actores con el hábitat y los factores del medio biótico, donde aquellos miembros que carecen de un valor económico muchas veces quedan rezagados, tales como flores y aves cantoras (Rozzi, 2007).

Sjöström (2018), plantea que la reflexión en torno a las posturas de aprendizaje confucianas que se han estado implementando durante las últimas décadas en el este de Asia, propician el desarrollo de competencias científicas esenciales, como el razonamiento analítico, el pensamiento crítico, la comprensión conceptual y la resolución de problemas.

Para entender las distintas corrientes que emergen desde la perspectiva EM, de detalla a continuación aquellas que han sido consideradas para establecer distintos niveles según el grado de impacto en las decisiones tomadas frente a controversias socio científicas.

2.1.1 Confucianismo

El confucianismo es una filosofía ética y política originada en China, que promueve la armonía entre individuos y sociedad, estableciendo una relación entre los seres humanos y la naturaleza.

Sus principios clave son:

- **Ren (Humanidad):** La **Ren (Humanidad)**: se enfoca en la compasión y la empatía hacia los demás seres vivos.
- **Yi (justicia):** comprende la rectitud moral y la justicia en el actuar, incluso aquellas acciones que afectan el medioambiente.
- **Li (Protocolo):** integra las normas y prácticas que promueven el equilibrio y estabilidad entre el bienestar social y ambiental.

Desde la perspectiva EM, se centra en el humano como centro de su actuar, comprendiendo su responsabilidad individual y colectiva, con el fin de mantener una relación equilibrada y respetuosa con la naturaleza. (Tucker, 1998).

2.1.2 Neo-confucianismo

El neo-confucianismo es la sucesión progresiva del confucianismo tradicional, adicionando elementos de otras tradiciones filosóficas como el budismo y el taoísmo. En esta restructuración se adquiere un enfoque antropocósmico donde el universo es vital y dinámico, donde cada elemento interactúa con otros (interconexión de todos los seres y el cosmos). Los humanos deben usar de forma racional el medioambiente para mantener un modo de vida sustentable y armonizar con la naturaleza, autocultivando la ética humana desde este enfoque antropocósmico (Tucker, 1991), promoviendo una ética ambiental que va más allá de la mera sustentabilidad (Li & Wei, 2023). Surgen nuevos principios como:

- **Li (Principio):** Se refiere al principio universal que conecta todas las cosas y seres con el cosmos.
- **Qi (Energía Vital):** establece que la interdependencia de la vida ocurre a través de un flujo de energía entre todos los seres vivos.

El neo-confucianismo tiene una fuerte influencia de la ética en el actuar del ser humano como centro de acción, pero esta vez a una escala cósmica, incorporando una visión holística y armónica con el universo y su orden natural.

2.1.3 Reflexive Bildung

Bildung es un concepto alemán que se refiere al desarrollo integral del individuo mediante la educación y la autoformación, dado a que este concepto tiene múltiples acepciones y conceptos que lo definen, el “Reflexive Bildung” es una evolución al concepto que involucra una mayor reflexión crítica y una integración profunda de la ética medioambiental en la educación. Enfatiza no solo el desarrollo personal y académico como individuo, sino también una transformación ecológica y ética en la educación científica (Biesta, 2010; Hong & Lee, 2022; Sjöström & Eilks, 2018). Destacando los siguientes aspectos:

- **Desarrollo integral y crítico:** Hace énfasis en el desarrollo holístico del individuo, incluyendo el crecimiento intelectual, moral y emocional, incorporando además la dimensión reflexiva crítica hacia la sostenibilidad y ética medioambiental (Biesta, 2010; Hong & Lee, 2022).
- **Eco-Transformación:** Promueve un cambio educativo que integra principios ecológicos y éticos, preparando al estudiantado frente a los desafíos medioambientales actuales (Sjöström & Eilks, 2018).
- **Identidad y compromiso ambiental:** Refuerza la identidad del docente de ciencias como un educador comprometido con la EM, capaz de reflexionar sobre su papel y el impacto de su actuar (Tronto, 1993; Sjöström, 2017).

2.1.4 Eco-Reflexión

Esta línea de pensamiento incluye el activismo como un valor primordial, integrando de manera profunda la EM y la educación científica, promoviendo la reflexión, metacognición y el activismo sostenible. Esta perspectiva vincula el conocimiento científico con el actuar colectivo, fomentando la resolución de CSC. Siendo sus ejes centrales:

- **Educación Científica y Reflexión Ética:** Mezcla el aprendizaje científico con la reflexión crítica sobre los valores y principios éticos relacionados al medioambiente (Sjöström & Eilks, 2018). Permite que los estudiantes desarrollen una comprensión profunda de los desafíos ambientales y las responsabilidades éticas que subyacen.
- **Activismo Sostenible:** Promueve el actuar, inspirando a los estudiantes a involucrarse de forma activa en la comunidad para abordar los problemas medioambientales. Actividades como la comunicación a la ciudadanía, campañas de concientización, entre otros. (Sjöström & Eilks, 2018).
- **Conexión entre Conocimiento y Acción:** permite establecer una conexión entre el conocimiento científico y las prácticas, fomentando una ciudadanía activa y

responsable capaz de contribuir a dar soluciones sostenibles para CSC y otros temas ambientales. (Sjöström & Eilks, 2018).

2.2 Controversias socio científicas

Las Controversias Sociocientíficas (CSC) son temas complejos y problemáticos que surgen de la interacción de la Ciencia, Tecnología, Sociedad y Medioambiente, tienen implicaciones éticas, sociales, económicas y políticas (Sadler, 2004). Estas cuestiones no solo requieren del conocimiento científico para su comprensión y resolución, sino también de habilidades argumentativas que permitan evaluar y debatir las diferentes perspectivas involucradas.

Domenech y Marquez (2010) señalan la importancia de estudiar los factores o elementos que influyen en la toma de decisiones ejercida por el estudiantado en situaciones controversiales, ya que estos factores influenciarán a su vez sus futuras decisiones como ciudadanos.

El aprendizaje de las ciencias de forma descontextualizada ha sido identificado como una de las principales causas de la falta de interés del estudiantado hacia las ciencias, así como de su desconexión con los problemas reales que enfrenta la sociedad, particularmente en el contexto de la actual crisis climática (Osborne & Dillon, 2008). Tal descontextualización limita la capacidad de los estudiantes para ver la relevancia de los conceptos científicos en su vida cotidiana y en los desafíos globales. "Cuando el aprendizaje de las ciencias se presenta sin vinculación con las problemáticas reales y urgentes que enfrenta la humanidad, como el cambio climático, los estudiantes tienden a percibir las ciencias como irrelevantes y desconectadas de su realidad" (Hodson, 2003). Es en este sentido que las controversias sociocientíficas (CSC) adquieren un papel crucial en la educación, ya que permiten generar una conexión significativa entre los individuos y las controversias abordadas.

Las CSC no solo permiten a los estudiantes comprender de manera más profunda el conocimiento científico producido, sino que también les brindan la oportunidad de utilizar dicho conocimiento para tomar decisiones y acciones informadas que contribuyan a la solución de problemáticas reales, tanto a nivel social como medioambiental (Galvão et al., 2011). De esta forma, la enseñanza de las ciencias deja de ser un ejercicio abstracto para convertirse en una herramienta fundamental para enfrentar los retos éticos y científicos que la sociedad global debe resolver.

Son instrumentos que permiten llevar el debate sociocientífico al aula de clases, tributando además al desarrollo de la alfabetización científica y tecnológica, toma de decisiones, la responsabilidad social y la educación para el desarrollo de la democracia (España & Prieto, 2009).

Por lo tanto, es fundamental integrar la enseñanza explícita de la argumentación en el abordaje de las CSC, ya que se somete a los participantes a tomar decisiones, evaluando los enunciados y el contenido de las controversias, reconociendo aquella información que sirve como pruebas, pudiendo generar conclusiones basadas en enunciados científicos justificados (Achury & Alvarez Hoyos, 2015). Promoviendo así una educación científica que no solo transmita conocimientos, sino que también fomente la reflexión ética y la participación en la sociedad (Erduran, & Osborne, 2004).

2.2.1 Alfabetización científica

El concepto de alfabetización científica ha tenido múltiples denominaciones desde que ha sido investigada, siendo un concepto ampliamente discutido por la comunidad que investiga la educación en ciencias, remarcando que es esencial para el desarrollo de la ciudadanía crítica, poder entender y participar en la sociedad moderna. Este concepto incluye la comprensión de conceptos científicos, su aplicabilidad en contextos reales, la toma de decisiones informadas y participar en debates públicos sobre temas científicos, sociales, tecnológicos y ambientales (Bybee, 1997; Roberts, 2007).

En las últimas décadas, se ha añadido el apellido “crítico” al concepto de alfabetización científica, incluyendo la comprensión de la ética y el cuidado del medioambiente en la comprensión de fenómenos científicos y su abordaje. Este enfoque crítico, tiene como objetivo capacitar a los individuos para utilizar su comprensión del contenido científico, cuestionándolo y analizando las implicancias sociales, éticas y medioambientales de la ciencia y la tecnología (Hodson, 2011; Santos & Mortimer, 2019). Este enfoque es especialmente relevante para la educación científica para la sostenibilidad, donde la comunidad educativa, en especial los docentes deben preparar al estudiantado para enfrentar, proponer soluciones e intentar resolver problemas complejos y controversiales relacionados con el medioambiente.

Guerrero y Sjöström (2023) en su revisión crítica y sistemática sobre la alfabetización científica, y alfabetización ambiental, que pone énfasis en el cuidado del medioambiente desde una perspectiva multidisciplinar, donde la alfabetización es usada como una metáfora poderosa, para comprender lo que como individuo se puede hacer para promover una forma de vida equitativa y sostenible en una comunidad global. Para ello se debe comprender que toda la educación tiene un impacto en el medioambiente, reconociendo la complejidad de las cuestiones ecológicas, que estas deben abordarse desde un enfoque multidisciplinar, promoviendo un compromiso con el medio ambiente y las comunidades locales; además se debe hacer énfasis en que tanto el proceso de aprendizaje como la comprensión del contenido son igual de importantes, incluyendo

actividades de aprendizaje en la naturaleza, promoviendo la interacción con los sistemas naturales que son estudiados (St. Clair, 2003).

Roth y Barton (2004) mencionan que la alfabetización científica crítica emerge en luchas sobre CSC. Argumentando en contra del conocimiento descontextualizado y autorreferencial que suele ocurrir en la educación científica.

Este enfoque de alfabetización científica y medioambiental crítica, empodera a estudiantes y futuros docentes, buscando promover una educación emancipadora y transformadora. Al vincular el aprendizaje y enseñanza científico a través de CSC que incluyen dimensiones éticas y medioambientales, el estudiantado puede desarrollar una comprensión más holística y crítica de la ciencia y su rol en la sociedad (Bencze & Carter, 2011). Es fundamental considerar estos factores en la educación, ya que las decisiones científicas y tecnológicas tienen profundas implicaciones éticas y medioambientales.

2.2.2 Pensamiento crítico y científico

El pensamiento crítico y científico es esencial en la formación de ciudadanos informados en ciencias. Implica la capacidad de evaluar información de manera reflexiva, generar contraargumentos y analizar evidencias para tomar decisiones informadas (Facione, 1990). En el ámbito científico, este pensamiento no solo se basa en comprender conceptos, sino en aplicar métodos que permitan observar, experimentar y llegar a conclusiones basadas en evidencia, cuestionando sesgos inherentes a la ciencia, ya que es una disciplina humana influenciada por factores individuales y colectivos (Paul y Elder, 2003).

Ennis (1991) define el pensamiento crítico como un proceso creativo y disciplinado de evaluación de información proveniente de la experiencia o la reflexión. Además de ser una habilidad cognitiva, es un proceso metacognitivo que permite reflexionar sobre los propios juicios (Ennis, 2001). Su desarrollo en el ámbito educativo es crucial para enfrentar controversias socio-científicas, ya que estos temas involucran aspectos científicos, sociales y éticos. Analizar críticamente estas controversias ayuda a considerar múltiples perspectivas y evaluar sus implicaciones (Jiménez-Aleixandre y Puig, 2012).

Solbes y Torres (2016) destacan que abordar CSC en el aula fomenta el pensamiento crítico, al confrontar evidencias científicas con aspectos éticos y sociales. En el ámbito universitario, esta estrategia ayuda a mejorar la evaluación de la información y la reflexión sobre los efectos a largo plazo de las decisiones tecnológicas (Solbes y Torres, 2012). El enfoque en CSC también promueve la alfabetización científica crítica, donde el conocimiento científico no es solo un conjunto de hechos, sino una herramienta para la toma de decisiones éticas.

Paul y Elder (2003) señalan que el pensamiento crítico mejora constantemente al obtener información relevante, formular preguntas y evaluar conclusiones. Este proceso permite al pensador adaptar sus creencias y acciones en función de nuevas evidencias, integrando el pensamiento crítico con el científico, no solo para resolver problemas científicos, sino también para participar de manera informada en debates sociales y políticos.

El pensamiento científico está relacionado con el pensamiento crítico, aunque su enfoque está en aplicar principios científicos para resolver problemas. Involucra la observación, formulación de hipótesis y extracción de conclusiones basadas en datos empíricos. Kuhn (1991) subraya que generar contraargumentos y evaluar críticamente explicaciones científicas es clave para una comprensión profunda.

Cuando el pensamiento científico y crítico convergen en cuestiones complejas, se fomenta una perspectiva socio-científica que permite emitir opiniones informadas. Estas habilidades contribuyen al desarrollo de la alfabetización científica crítica, preparando al estudiantado para tomar decisiones basadas en ciencia y ética.

2.3 Argumentación Científica

El pensamiento crítico y científico confluyen en la argumentación de manera significativa, especialmente en el contexto del proceso de enseñanza/aprendizaje de las ciencias y el abordaje de las controversias sociocientíficas. La argumentación es un proceso en el cual se formula una afirmación sustentada en una hipótesis o ideas, estas se justifican mediante el uso de evidencias o razones para sustentar la afirmación inicial, estos elementos se organizan de manera coherente, se generan contraargumentos a partir de las debilidades, se evalúan las limitaciones de la posición adoptada mediante el uso de recursos lingüísticos. Comprendiendo la argumentación como una actividad dialógica en la cual la persuasión y el consenso forman parte del género discursivo de la ciencia y por consiguiente de la enseñanza de las ciencias (Mejía et al., 2013).

La promoción de habilidades y competencias del pensamiento científico, de mayor demanda cognitiva, como la argumentación científica invitan a quien hace uso de ellas a una reflexión profunda, que exige no solo el análisis de datos, sino también integrar el conocimiento teórico con principios y valores éticos en la formulación de juicios o afirmaciones. Es por ello que este proceso está vinculado con la alfabetización científica crítica, pues permite enfrentar debates y CSC con una base de conocimientos y competencias reflexivas (Jiménez-Aleixandre y Puig, 2012) con el fin de respaldar la toma de decisiones y la resolución de problemas.

Solbes y Torres (2016) resaltan el uso de la argumentación como una herramienta central en la enseñanza de CSC, ya que permite a los estudiantes desarrollar competencias críticas

necesarias para el análisis y la evaluación tanto del conocimiento científico, como de las implicaciones éticas y sociales de las decisiones en el abordaje de CSC.

La argumentación científica, no es la mera transmisión de conocimiento, sino un proceso dinámico, donde se considera evaluar la calidad de la evidencia, la coherencia del razonamiento y la capacidad de cuestionar las propias creencias. Este enfoque es primordial en la enseñanza de ciencias donde se busca que el estudiantado no memorice conceptos únicamente, sino que articule la memorización con la capacidad de defender posiciones y evaluar críticamente las demás posturas.

2.3.1 Argumentación científica desde el modelo de Stephen Toulmin

El modelo de Toulmin (1958) proporciona un sustento en el contexto educativo, en el cual la argumentación durante las últimas décadas ha cobrado mayor relevancia, posicionándose como una herramienta fundamental para estructurar argumentos de forma clara y coherente, promoviendo el desarrollo del pensamiento crítico y una mayor comprensión de conceptos científicos abordados desde una mirada interdisciplinar.

Este modelo permite evaluar y analizar la estructura argumentativa ejercida tanto por el educando como por profesores y consta de 6 elementos:

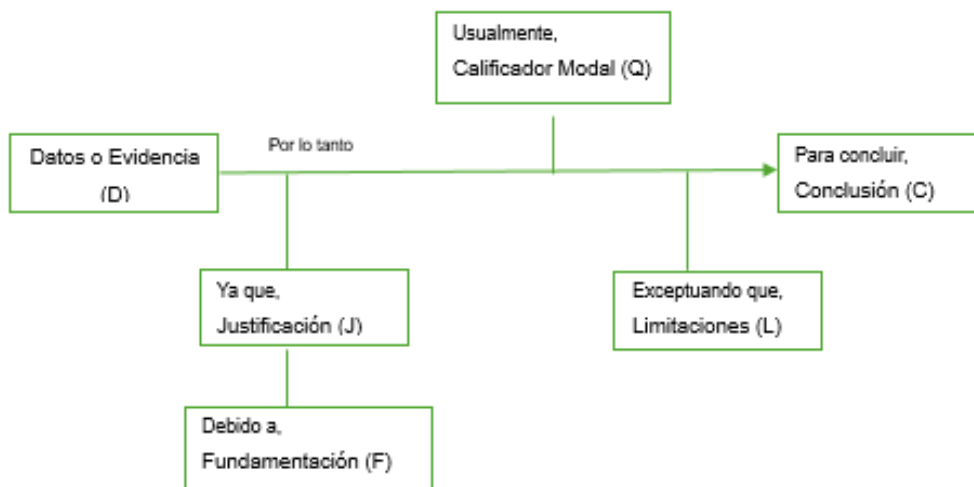


Figura 1 - Modelo argumentativo de Toulmin adaptado desde Sardá y Sanmartí, 2000

El modelo ilustrado en la anterior figura se sustenta en los siguientes elementos (Sardá & Sanmartí,2000):

- D: Hechos o fenómenos en los cuales se sustenta la afirmación o declaración argumentativa inicial.
- J: Es la razón lógica, que hace alusión a un conocimiento específico de un área (de las ciencias en este caso) que conecta la evidencia con la conclusión y permite aquella transición.
- F: Es el conocimiento básico disciplinar y teórico en el cual se sustenta la justificación.
- Q: Es un recurso lingüístico que delimita la certidumbre del argumento, entendiendo que los modelos científicos no explican la totalidad de los casos.
- L: Se refiere a aquellos casos en los cuales no aplica el razonamiento (excepciones) y considera las posibles refutaciones.
- C: Corresponde al valor final y el propósito argumentativo que se presenta en la tesis.

En síntesis, el esquema funciona en su conjunto de la siguiente forma: a partir de datos o evidencia (D) se realiza una afirmación, la cual va acompañada de la justificación que conecta los datos y la afirmación a través del conocimiento teórico, el fundamento aporta una profundización del área disciplinar, práctica o experimental. El Calificador modal aporta un grado de certidumbre al argumento mediante palabras como: siempre, en ocasiones, probablemente, etc. Las limitaciones, hacen referencia a aquellas circunstancias en las que el argumento no aplica y escapan del mismo, por la naturaleza de las ciencias, en la que con certeza ocurren excepciones a los modelos teóricos. Finalmente, está la conclusión que busca cerrar el argumento mediante la tesis.

Como se ha mencionado anteriormente la argumentación científica es una competencia de alta demanda cognitiva y es clave en la educación y alfabetización científica, ya que facilita la comprensión profunda de los conceptos científicos y promueve el desarrollo del pensamiento crítico. A continuación, se exploran distintos autores y modelos argumentativos que han influido en el desarrollo de la didáctica de las ciencias y la enseñanza de la argumentación científica escolar.

2.3.2 Deanna Kuhn, el desarrollo del pensamiento argumentativo

Deanna Kuhn, es una referente que ha investigado extensamente el pensamiento argumentativo, en su libro de 1991 "The Skills of Argument", menciona que la habilidad para argumentar no solo es fundamental para la ciencia, sino también para la ciudadanía activa. Enfatiza la importancia de enseñar al educando a evaluar evidencias y construir contraargumentos, esencial para la educación científica.

La autora presenta un enfoque consistente con los postulados de Vigotsky (1978), al postular la argumentación como una práctica social cotidiana que permite desarrollar el pensamiento y la estructura argumentativa individual, es decir, el proceso de aprendizaje se logra de forma colectiva al interactuar con otros y poner en práctica las habilidades y conocimientos propios, además poder desarrollar conciencia sobre los conocimientos.

En otros textos, propone modelos curriculares y estrategias pedagógicas específicas para enseñar a argumentar (Kuhn, 1999), en 2005 presenta un marco educativo con énfasis en el desarrollo del pensamiento crítico y argumentativo. Demarcando como objetivo principal de la educación el enseñar a pensar y argumentar de forma efectiva, en vez de caer en la transmisión de conocimientos.

Un modelo que resume los elementos destacados por Kuhn en la construcción de argumentos es el siguiente:

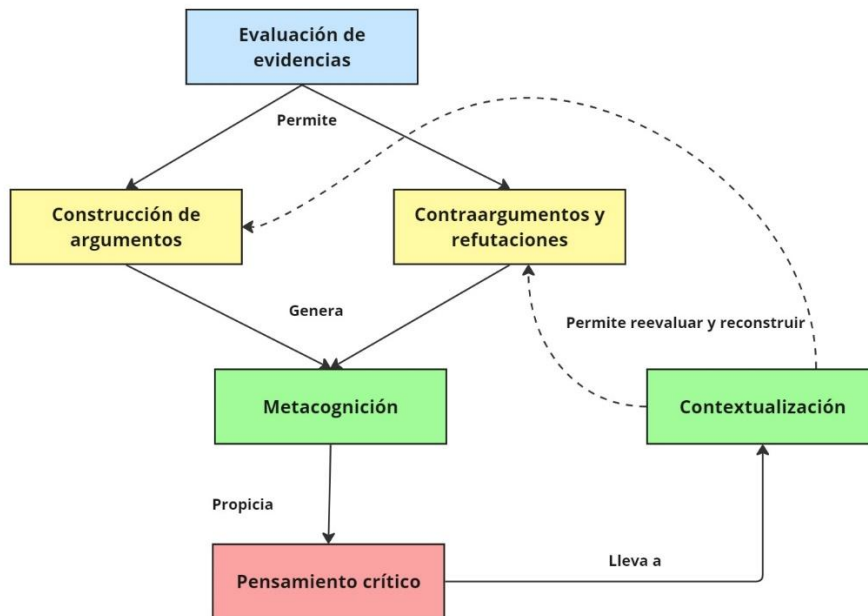


Figura 2- Modelo argumentativo elaborado a partir de los postulados de Kuhn (1991, 1995)

Se detalla a continuación el modelo para facilitar la comprensión de la figura y como se concibe la argumentación según lo propuesto por Kuhn

Todo parte con **la evaluación de evidencias** que incorpora el análisis y validación de los datos que sustentarán la argumentación, luego se construyen los **argumentos** basados en la evidencia, se generan **contraargumentos y refutaciones** para responder las objeciones, luego se genera el proceso de **metacognición** donde se insta la reflexión sobre el proceso argumentativo propio, teniendo como objetivo la promoción del **pensamiento crítico**, sumando las habilidades de análisis, evaluar y sintetizar información de manera lógica, lo que lleva a la **contextualización**, la cual permite un nuevo análisis desde una nueva perspectiva, concluyendo con la construcción de nuevos argumentos y contraargumentos.

2.3.3 Argumentación Científica escolar

Los modelos revisados anteriormente, hacen hincapié en la importancia que tiene la argumentación en la enseñanza de los educandos y de aquellos que enseñan, por lo cual es necesario que se sepa argumentar y enseñar esta competencia de forma contextualizada y adecuarse a las necesidades cognitivas del estudiantado.

En este marco contextualizado, surge el concepto de argumentación científica escolar, que tiene raíces en el modelo cognitivo de ciencia escolar (Izquierdo-Aymerich et al., 1999, Revel Chion, Adúriz- Bravo 2011; Izquierdo-Aymerich & Adúriz-Bravo, 2003), el cual considera que existen distinciones entre la ciencia que toma lugar en las aulas y la que desarrollan los científicos, aunque ambas son parte de la construcción de la ciencia. Teniendo como finalidad que las estudiantes logren pensar el mundo desde los modelos teóricos y vinculen el rol preponderante del lenguaje en la comunicación de las ideas, y de esta manera comprender los conceptos científicos. Esta concepción de ciencia escolar reclama un modelo de explicación y argumentación que mantenga coherencia con los objetivos de comprender y comunicar adecuadamente los modelos científicos (Revel Chion & Aduriz Bravo, 2014).

Para los fines expresados con anterioridad, se considera la comunicación como un acto ilocutivo que expresa una intención que es comprendida por el receptor y tiene efecto en él. En este punto, la ciencia escolar y la ciencia erudita coinciden en la pretensión de comprender el mundo, comunicar las ideas teóricas relacionadas de forma apropiada. En este modelo, el lenguaje se vuelve una cuestión central en el aprendizaje y enseñanza de las ciencias. (Izquierdo-Aymerich & Adúriz-Bravo, 2003).

2.3.4 Tipos de razonamiento en la argumentación científica

El razonamiento es un proceso cognitivo íntimamente ligado a la construcción de conocimientos y la toma de decisiones en el ámbito científico. En el contexto educativo, particularmente en el análisis de CSC, los tipos de razonamiento permiten estructurar ideas y conectar la ciencia con implicaciones sociales y éticas. A continuación, se describen los principales tipos de razonamiento en la argumentación científica: teórico, empírico, ético y metacognitivo, destacando la relevancia en el aprendizaje y enseñanza de las ciencias.

2.3.4.1 Razonamiento Teórico

El razonamiento teórico implica la aplicación de conceptos, principios y teorías científicas para explicar fenómenos y justificar posiciones en la argumentación. Este tipo de razonamiento requiere de la abstracción y la generalización. Además, permite situar los problemas en un marco conceptual más amplio. Según Osborne (2013), la capacidad para elaborar explicaciones teóricas es esencial en la enseñanza de las ciencias, ya que fomenta un pensamiento crítico basado en el entendimiento profundo de las teorías científicas. Además, Kuhn (2005), menciona que el desarrollo de razonamientos teóricos robustos es clave para generar conexiones entre el conocimiento adquirido y su aplicación a nuevos contextos.

2.3.4.2 Razonamiento Empírico

Este tipo de razonamiento se basa en el uso de datos observacionales o experimentales para fundamentar o refutar una postura. Busca conectar el conocimiento científico con la realidad observada y es crucial para desarrollar la capacidad de interpretar y usar evidencia de manera crítica. Eduran y Jimenez- Aleixandre (2017) mencionan el razonamiento empírico tributa al fomento de la alfabetización científica, ya que enseña a los estudiantes a evaluar críticamente la validez de los datos en función de su contexto de aplicación. Esto en el abordaje de CSC, permite al estudiantado utilizar datos y evidenciar reales para argumentar sobre problemas científicos y sociales.

2.3.4.3 Razonamiento Ético

Se refiere a la evaluación de las implicaciones morales y sociales de las decisiones en torno a asuntos científicos. En la argumentación sobre las CSC, este razonamiento permite considerar más allá de los efectos científicos, al evaluar los impactos que dichas decisiones tienen sobre la sociedad y el medioambiente. Zeidler y Nichols (2009) afirman que el desarrollo del razonamiento ético es clave para la formación de ciudadanos responsables, capaces de enfrentar dilemas morales complejos con una perspectiva crítica. El razonamiento ético insta a reflexionar sobre nuestros valores y principios morales y sus consecuencias sociales en la ciencia.

2.3.4.4 Razonamiento Metacognitivo

Propicia la reflexión sobre el propio proceso de pensamiento, permitiendo evaluar y ajustar argumentaciones de manera crítica y construir nuevo conocimiento y contraargumentos (Kuhn, 1991, 1995). Lombardi et. al. (2018) plantea que el razonamiento metacognitivo fomenta autonomía cognitiva en los estudiantes, permitiéndoles revisar sus ideas en función de nuevas evidencias o perspectivas. En el análisis de las CSC, este tipo de razonamiento ayuda a los estudiantes a reflexionar sobre sus propios argumentos, mejorar la coherencia y solidez de sus posturas.

Estos enfoques permiten a los estudiantes integrar el conocimiento científico con los principios éticos y sociales, fomentando la alfabetización científica crítica que es esencial para formar una ciudadanía comprometida con la ciencia y sociedad (Hodson, 2014; Torres, 2018).

Este marco teórico proporciona una base sólida para la investigación y la práctica en la enseñanza de la argumentación científica, subrayando su importancia en la formación de ciudadanos críticos y la mejora de la educación científica.

3 Metodología

Este estudio es principalmente cualitativo, puesto que se busca comprender profunda de fenómenos específicos (Creswell, 2013). En este caso, se busca comprender a profundidad los razonamientos al momento de argumentar, la calidad argumentativa y el enfoque EM que adopta el PFI cuando abordan CSC. Para dar cuenta de aquello se realizó un estudio de caso, Esta decisión se basa en que el estudio de caso es una estrategia investigativa que permite comprender a profundidad dinámicas en contextos específicos (Stake, 1995). Este proyecto se encuentra enmarcado en el proyecto FONDECYT 1231325 *“Identificación y Caracterización de competencias argumentativas y explicativas en profesorado de química y biología en formación inicial. Su contribución al desarrollo profesional docente desde una perspectiva socio-científica”*. Del cual hace uso de los instrumentos confeccionados, seleccionando los elementos que contribuyan a los propósitos investigativos de esta tesis.

3.1 Sujetos de investigación

La muestra de análisis consta de 12 profesores en formación inicial de pedagogía en química y biología de una universidad chilena de la región metropolitana de Santiago de Chile, de los cuales 6 se identifican con el género masculino y 6 con el femenino, con un rango promedio de 23 años,

fueron seleccionados mediante un muestreo intencionado. Los y las participantes se encuentran en su 4 año de carrera, y están cursando la asignatura “didáctica de la biología”.

Esta investigación se llevó a cabo cumpliendo con los principios éticos que otorgan confidencialidad y anonimato a sus participantes. Para garantizar aquello se firmaron 2 consentimientos informados, el primero para poder participar en el proyecto FONDECYT 1231325 (anexo 1), el segundo consentimiento (apéndice 1) corresponde a la participación voluntaria en un Focus Group, diseñado para este proyecto de tesis.

3.2 instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos, se hizo uso de los instrumentos DMPS01, DMPS03, DMPS04 (realizados en el marco del proyecto FONDECYT 1231325), de los cuales solo serán analizados ciertos elementos los cuales serán descritos a continuación:

DMPS01: Este instrumento es una guía (anexo 2) en la cual a partir de una lectura previa sobre el pensamiento crítico y científico se busca recoger la percepción inicial del PFI sobre dichos tópicos. El elemento que será analizado para este proyecto es el primer enunciado, que menciona lo siguiente “Desde las bases teóricas que ha leído usted durante su formación ¿cuál es su opinión acerca del desarrollo del pensamiento científico o el pensamiento crítico en el estudiantado en las clases de Biología? Argumente.”. Para recopilar la estructura argumentativa inicial que posee el PFI.

DMPS03: Es un instructivo (anexo 3) que consta de contexto sobre la pérdida de biodiversidad en Chile y sus entornos naturales, abordando las causas principalmente antropocéntricas de este fenómeno. Fue aplicado durante una salida a terreno que tuvo como objetivo “Construir una cuestión socio científica desde un ecosistema modificado argumentando las dimensiones que lo constituyen”. Orientado a la conservación de espacios naturales, contextualizando el aprendizaje mediante el levantamiento de CSC in situ. Tiene como objetivo construir en duplas una CSC en territorio, argumentando desde las múltiples dimensiones que constituyen dicha controversia (Tabla 1). Para el propósito investigativo de esta tesis, se analizó el apartado N° 5, específicamente los argumentos desde la dimensión ética y ambiental (por separado), allí se pide al PFI qué: “A partir del análisis de las dimensiones de la CSC del problema a abordar. Diseñe un argumento que considera relevante para cada una de las dimensiones.”. A partir de estos elementos se caracteriza la segunda instancia argumentativa del PFI, y se identificara el enfoque EM utilizado en la argumentación, para finalmente describir los tipos de razonamiento de los que hace uso el PFI.

Tabla 1. Argumentos para cada dimensión de la CSC

Tabla 1 - Argumentos para cada dimensión de CSC

ÉTICA	SOCIAL	POLÍTICO	AMBIENTAL	ECONÓMICO	TECNOLÓGICO	CIENTÍFICO

DMPS04: Consta de una guía (anexo 3) que propicia una instancia de reflexión individual sobre el proceso argumentativo al momento de enseñar en aula, la contribución de las CSC en el aprendizaje de la Naturaleza de las Ciencias (NOS) y como influyen los aspectos éticos y morales en la toma de decisiones que se genera a partir de CSC. De este instrumento se analizará el enunciado n°4 “¿Cómo puede los aspectos éticos y morales contribuir a la toma de decisiones en el abordaje de CSC?”. Este enunciado se utilizará para describir los tipos de razonamiento que subyacen bajo las respuestas del PFI, el nivel argumentativo cuando no se explicita la argumentación y las categorías emergentes sobre la EM.

3.3 Instancia de profundización – Focus Group

Para poder comprender a profundidad dinámicas en contextos específicos, se realizó un Focus Group, que facilita la recolección de datos por medio de la interacción social y propicia la discusión grupal, enriqueciendo la comprensión del fenómeno a estudiar (Sandín, 2003).

Este instrumento (apéndice 2) es de creación específica para este proyecto de tesis, en él se introduce la disciplina de la ética medioambiental, mediante una lectura breve sobre cómo se origina y los propósitos de esta filosofía, para luego analizar una noticia sobre una CSC que detalla el conflicto entre una comunidad local y una industria ganadera aledaña, para finalizar con una sección de interacción entre los participantes dirigida por el moderador a partir de preguntas, como: ¿Qué tipo de soluciones le brindarían a una comunidad que se encuentra cercana a una industria ganadera?, entre otras. A partir de las interacciones grabadas, se transcribirán y usaran para analizar los aspectos y enfoques de la EM que surgen a partir del discurso argumentativo del PFI, caracterizar el dominio argumentativo y describir los razonamientos predominantes en el discurso argumentativo.

3.4 Diseño de la Investigación

El Taller de Desarrollo Profesional en Contexto, consta de 4 etapas, que corresponden a distintos momentos durante la realización del curso “Didáctica de la Biología”, la primera etapa que

comienza con la realización del instrumento DMPS01, en la segunda se realiza la salida a terreno al parque nacional “Las Hualtatas”, esta instancia esta esta guiada por el instrumento DMPS03, en clases posteriores a la enseñanza de la argumentación de manera explícita, se realiza una instancia de reflexión en torno a aspectos de la ética, moral y NOS, para finalizar con un Focus Group con participantes seleccionados en base a los resultados de los instrumentos anteriores. Estas fases se encuentran resumidas en el siguiente diagrama (figura 3)

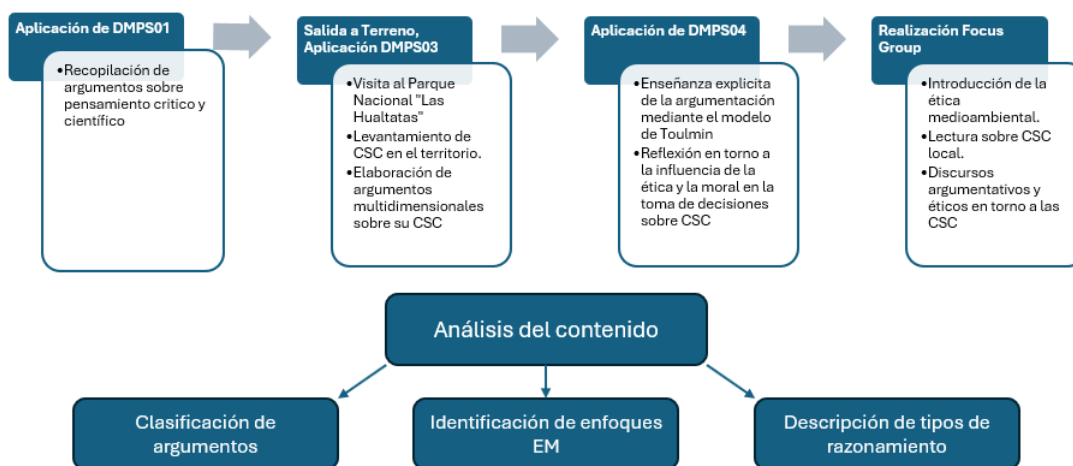


Figura 3 - Etapas de la investigación

3.5 Etapas del trabajo

3.5.1 Primera etapa - Pensamiento Crítico y Científico Y CSC

Esta primera etapa se subdivide en momentos, inicialmente el PFI utiliza su conocimiento previo para responder las preguntas del DMPS01 sobre el pensamiento crítico y pensamiento científico.

El segundo momento comienza con una lectura de Solbes (2013) “Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (I): Introducción”, luego responden 4 preguntas relacionadas al pensamiento crítico y el pensamiento científico esta vez en el contexto de las CSC y la experiencia propia sobre el aprendizaje y enseñanza de las ciencias.

El tercer momento comienza con una lectura de Díaz Moreno et. al. (2019) “Las controversias sociocientíficas como herramienta didáctica para el desarrollo de la alfabetización científica”, seguido de una discusión con el PFI sobre las relaciones entre pensamiento crítico, científico y las CSC. Adicionalmente problematizan los puntos críticos respecto al abordaje de CSC en la enseñanza de la biología.

3.5.2 Segunda etapa – Salida a terreno, CSC en contexto

En la segunda etapa se realizó una salida a terreno con el PFI, acompañados de otros docentes al “Parque las Hualtatas”, ubicado en la región metropolitana en Santiago de Chile, lugar en el cual, mediante el uso de instrumentos de campo y laboratorio, se recogieron evidencias y muestras para levantar CSC *in situ*, esta instancia de visitar el parque permite la contextualización y concreción a estos temas controversiales. Para guiar el proceso de recolección de datos y el levantamiento de CSC, se hizo entrega del instrumento DMPS03 en el cual deben identificar esta controversia, los conocimientos científicos y sociales, además de argumentar sobre este problema bajo un enfoque multidimensional que considera los ámbitos: éticos, sociales, políticos, ambientales, económicos, tecnológicos y científicos.

En el segundo momento, posterior a la salida a terreno el PFI trabajo en aula el instrumento DMPS03, en explican mediante un texto la CSC identificada, identifican los conocimientos científicos y sociales necesarios para analizar la CSC, buscan información al respecto, luego proceden a crear argumentos sobre las múltiples dimensiones de las CSC que levantaron en duplas.

Finalmente responden a preguntas reflexivas sobre los elementos que consideran valiosos en la construcción y diseño de CSC, las salidas a terreno y el contexto.

3.5.3 Tercera etapa – Enseñanza de la argumentación científica y CPC argumentativa

En el primer momento, se realizó una intervención donde se enseñó a argumentar de forma explícita, con la ayuda del modelo argumentativo de Toulmin (1958), entregando ejemplos de argumentos vertidos en el abordaje de CSC, acompañados de un desglose de los recursos lingüísticos que considera dicho modelo.

En el segundo momento para profundizar el aprendizaje el PFI lee el capítulo 5 “Argumentar para validar el conocimiento y tomar decisiones” del libro de Domenech (2022) “Mueve la lengua que el cerebro te seguirá”. Estas lecturas se realizaron subdividiendo el capítulo, para abordar los distintos de aspectos de la argumentación tratados en el capítulo. Se dividen en duplas para responder preguntas relativas a cada aspecto de la argumentación, socializando sus respuestas.

Para finalizar se aplica el instrumento DMPS04, en el cual el PFI responde preguntas respecto a la relación entre NOS y CSC, la argumentación en el aula y la ética en la toma de decisiones sobre CSC.

3.5.4 Cuarta etapa – Focus Group sobre ganadería intensiva como CSC

En esta última etapa se realizó el Focus Group donde se aborda la perspectiva EM, su utilidad en el abordaje de las CSC, seguido de una CSC local y una discusión respecto a la misma. En esta instancia de los 5 PFI que fueron seleccionados por su desempeño en los instrumentos anteriores y durante la realización del curso, un participante se excusó con anticipación y otros dos les surgieron imprevistos, por lo que no pudieron asistir, dejando solamente a dos asistentes los cuales se identifican con el género masculino, por lo cual se tuvo una falta de representatividad en la muestra.

En el primer momento los participantes firmaron el consentimiento informado (apéndice 1), posteriormente se hace uso del “Instrumento del Focus Group” en el cual se introduce de forma explícita la disciplina de la ética medioambiental, de donde se origina y que utilidades presta al analizar dilemas sociocientíficos.

En el segundo momento los participantes leyeron una noticia sobre una CSC que aborda la ganadería intensiva, mediante un conflicto por la instalación de “Coexxa” una industria porcina en la comunidad de San Javier en la región del Maule en Chile.

En el momento final el PFI participo de un dialogo orientado por preguntas hechas por el moderador, entre ellas estas las siguientes:

- ¿Qué tipo de soluciones le brindarían a una comunidad que se encuentra cercana a una industria ganadera?
- ¿Qué factores consideras que son esenciales, tener en cuenta para proponer una solución tentativa a esta controversia?
- ¿Desde la perspectiva del bienestar animal, Que opinas sobre este tipo de industrias que los utilizan como un recurso?
- ¿Qué conocimientos de la Química y la biología subyacen en los impactos que tiene la industria ganadera en el ecosistema?
- ¿De qué manera la salida a terreno realizada durante las clases de Didáctica de la biología ha influido en tu percepción de la controversia?
- ¿Cómo incorporarías este elemento (EM) en tu práctica profesional y los productos que elaboras como docente?

3.6 Análisis de datos

3.6.1 Categorización del enfoque EM en la toma de decisiones

Para poder categorizar y evidenciar enfoque que adopta el profesorado al momento de tomar decisiones informadas científicamente frente a controversias socio científicas, se plantea la siguiente tabla que recopila los enfoques de la EM descritos en el marco teórico.

Tabla 2 - Distintos enfoques de la ética medioambiental en torno a decisiones sobre CSC

Enfoque Ético Medioambiental	Ideas Filosóficas y Referentes Teóricos	Grado de Decisiones en CSC	Ejemplos y Consideraciones
Micro-Antropocéntrica	Confucianismo (Madsen, 2007; Liu, 2006)	Decisiones personales y comunitarias cercanas	<ul style="list-style-type: none"> Reducción personal de la huella de carbono. Participación en iniciativas comunitarias (limpieza de áreas naturales).
Meso-Ecológica	Neo- confucianismo (Tucker, 2003; Tu, 2001)	Decisiones a nivel de políticas locales y regionales	<ul style="list-style-type: none"> Regulaciones sobre contaminación local. Regulaciones sobre el bienestar animal en comunidades.
Macrosocial	Reflexive Bildung (Biesta, 2010; Hong & Lee, 2022)	Decisiones a nivel nacional e internacional	<ul style="list-style-type: none"> Legislación ambiental nacional. Programas educativos sobre sostenibilidad.
Global-Sistémica	Eco- reflexión (Sjöström & Eilks, 2020; Plumwood, 2002)	Decisiones globales y planetarias	<ul style="list-style-type: none"> Programas internacionales sobre conservación y biodiversidad. Acuerdos globales sobre bienestar animal. Gestión de océanos y aumento en sus niveles.

3.6.2 Categorización del dominio argumentativo

Con el fin de poder evaluar y categorizar los argumentos presentados por el profesorado en torno a las CSC, se hace uso de la tabla de Osborne (2004) adaptada y traducida por Chamizo (2007).

Tabla 3 - Nivel de argumentos en base a su estructura, adaptado desde Chamizo (2007)

Nivel	Características
-------	-----------------

1	<i>Los argumentos son únicamente una conclusión contra otra conclusión.</i>
2	<i>Los argumentos tienen conclusiones, y además o datos, o justificación o fundamentación, pero no incluyen limitaciones.</i>
3	<i>Los argumentos tienen conclusiones, y además o datos, o justificación o fundamentación, e incluyen una limitación débil o poco clara.</i>
4	<i>Los argumentos son completos y la limitación es clara.</i>
5	<i>Los argumentos son extensos y completos, avalados de manera contundente por los datos, la justificación y fundamentación y presentan más de una limitación.</i>

3.6.3 Descripción del razonamiento detrás de los argumentos

Con el propósito de enriquecer el análisis del discurso argumentativo se propone una categorización del tipo de razonamiento, identificando aquellos elementos que tienen mayor recurrencia en los argumentos presentados, clasificándolos a partir de 4 categorías adaptadas de una publicación de Sadler y Zeidler (2004) en el cual analizan los patrones de razonamiento informal en la toma de decisiones científicas, dichas categorías son:

Razonamiento empírico: Ocurre cuando el desarrollo discursivo está basado en la observación y la evidencia.

Razonamiento teórico: Es aquel discurso que predomina la lógica interna y la coherencia de las teorías científicas y/o informales.

Razonamiento metacognitivo: Presenta una reflexión sobre el propio proceso de pensamiento.

Razonamiento ético: Considera aquellos elementos discursivos donde se plantea o discute sobre lo que es correcto o incorrecto.

Estas categorías no son exclusivas y pueden presentarse de forma simultánea a nivel discursivo y este razonamiento puede otorgar una primera impresión sobre la presencia del componente ético en el desarrollo argumentativo, por otra parte, el componente medioambiental en la ética se discutirá más adelante cuando se presente el discurso argumentativo sobre CSC.

4 Resultados y Discusión

4.1 Análisis del presencia y enfoque de EM en desarrollo argumentativo de las CSC

El desarrollo argumentativo desde múltiples dimensiones de las CSC levantadas por el PFI, de las cuales solo se analizaron aquellos argumentos elaborados bajo una perspectiva ética y ambiental (por separado) los cuales tributaban a defender su postura en torno a la CSC que presentaron. La ética medioambiental, surge cuando el PFI se replantea su posición en torno a la naturaleza, lo cual surge en estos dilemas y reflejan distintos enfoques desde los cuales se sitúan, para ello se presenta la siguiente gráfica (figura 4) que muestra la frecuencia en la que se presentaron estos enfoques EM.

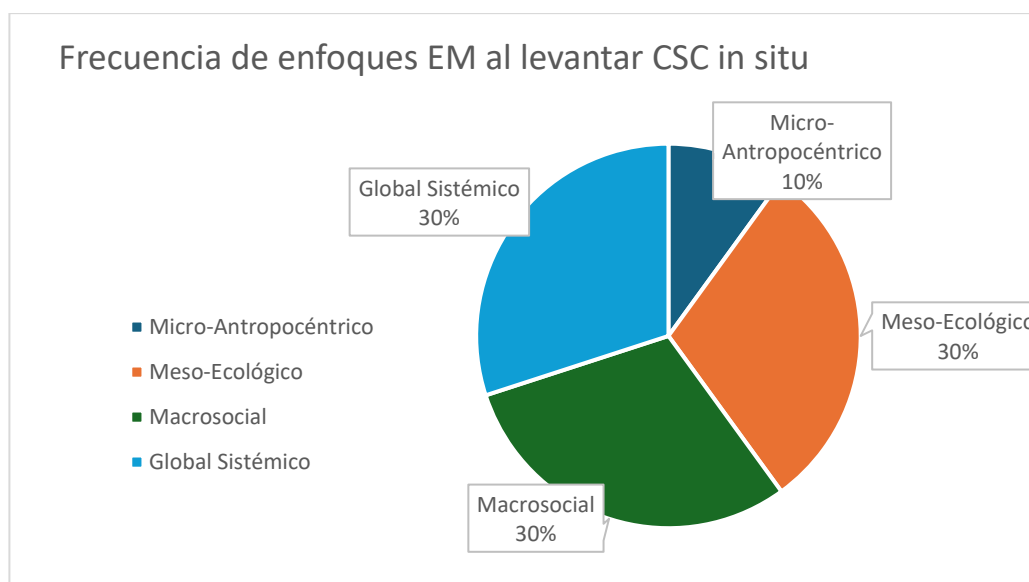


Figura 4 - Gráfico de frecuencia de enfoques EM al levantar CSC in situ

En primera instancia se encuentran los enfoques Micro-Antropocéntricos, donde existe una visión individualista que prioriza el bienestar personal o de un círculo reducido de personas, un ejemplo de esto ocurre cuando el **Grupo 5** que plantea como CSC **“Comparativa de la calidad de aire en espacios verdes y el aire presente en la ciudad de Santiago.”** en su argumento desde lo ético menciona que: **“las autoridades responsables deben examinar las fuentes locales en municipalidades contaminadas”**, esto se justifica ya que este argumento (extracto), se centra en la responsabilidad de las autoridades locales para gestionar las fuentes de contaminación, desde una perspectiva limitada, ya que se centra en los efectos inmediatos para la población local sin considerar implicaciones más amplias para el entorno global.

Los enfoques Meso-ecológicos, se presentan con mayor frecuencia (30%, 3 de 10), este enfoque planteando una relación sustentable y armoniosa con la naturaleza y que abarca a un mayor grado en torno a las decisiones porque considera decisiones a nivel local y regional, un ejemplo es cuando el **Grupo 1** que plantea como controversia "**¿Cómo afecta la interacción humana (como cruzar un río) y la intervención de actividades recreativas (como una hacienda) en la calidad y la potabilidad del agua para los seres vivos del lugar?**", utiliza este enfoque en su argumento desde la ética cuando menciona "**La intervención en ríos con ecosistemas autosuficientes debe ser evitada para preservar la biodiversidad y la funcionalidad del entorno natural.**", esto se debe a que el argumento reconoce la importancia de preservar los ecosistemas fluviales para la biodiversidad y la funcionalidad natural del entorno, centrándose en la interdependencia de seres humanos y el ecosistema local. Además, destaca la necesidad de evitar alteraciones que puedan afectar negativamente a los seres vivos que dependen del ecosistema.

Otro ejemplo es el del **Grupo 2** que levanta como CSC "**Impacto del proceso de amonificación y descomposición de animales muertos sobre la salud del ecosistema y la diversidad de especies vegetales.**", en su argumento desde lo ambiental menciona que "**La descomposición de animales en parques puede aumentar la fertilidad del suelo, promoviendo un crecimiento vegetal saludable y una mayor diversidad de especies.**", esta clasificación se debe a que se centra en los beneficios ecológicos locales de la descomposición de animales para la fertilidad del suelo y la biodiversidad. La conexión entre el proceso de descomposición y la salud del ecosistema local refuerza la visión ecológica de las interacciones dentro de un entorno específico.

Con la misma frecuencia que el enfoque anterior un 30%, aparece el enfoque macrosocial en el discurso argumentativo del PFI, este enfoque propicia una reflexión crítica sobre el rol que como individuos tenemos en el ecosistema, proyectado a través de decisiones que abarcan territorios más amplios, como una nación o país. Un ejemplo de esto ocurre en el **Grupo 3** que presenta como CSC la "**Incidencia de animales ganaderos en áreas protegidas y su impacto en la regeneración de especies nativas y/o endémicas.**", en su argumento desde lo ético menciona que "**La ética nos ayuda a repensar y educarnos sobre la importancia de la responsabilidad que uno tiene como individuo sobre el medioambiente y la biodiversidad.**", aunque si bien carece de un sustento que apoye dicha afirmación, hace un énfasis en la responsabilidad personal hacia el medioambiente y la biodiversidad, promoviendo una actitud ética hacia la conservación y la sostenibilidad, reflexionando sobre el rol del individuo y su concientización mediante la educación.

Un ejemplo con mayor sustento lo presenta el **Grupo 4** que presenta como CSC "**El uso inadecuado de bicicletas y motos de montaña en senderos y áreas naturales.**", y desde su

argumento ético plantea que **"El uso irresponsable de bicicletas y motos en senderos naturales genera un impacto negativo en el medio ambiente que debe ser regulado en favor del bien común."**, este extracto debela un equilibrio al derecho a disfrutar actividades recreativas con la responsabilidad de preservar el medio ambiente para el bien común. Se trata de un razonamiento reflexivo que busca integrar las necesidades humanas con la conservación ambiental, considerando consecuencias a largo plazo.

Finalmente, el enfoque que presenta una mirada más amplia e integrativa, es decir la global sistémica (cuya frecuencia es igual a los dos enfoques anteriores), comparando estándares internacionales y estableciendo normas en esta nueva relación con la naturaleza que plantea la EM, ejemplos de esto ocurren cuando el **Grupo 1** en su argumento desde lo ambiental plantea **"La intervención humana en el cerro las hualtatas, como la construcción de haciendas, cabinas de vigilancia, entre otras, en áreas cercanas al río y a su vez cruzarlo ya sea caminando, en bicicleta o en motocicleta, genera una serie de impactos negativos en la biodiversidad del sector."** A pesar de que el argumento se centra en impactos locales (calidad del agua, biodiversidad), se conecta con la idea de que estas intervenciones humanas forman parte de un problema más amplio de contaminación y alteración ambiental, que tiene consecuencias en la sostenibilidad global. Esto refleja una preocupación por los efectos a largo plazo de las acciones humanas sobre el medioambiente.

Los resultados del instrumento DMPS03 muestran que el PFI tuvo una tendencia a priorizar argumentos basados en una eco-céntrica al impacto de las acciones humanas en el ecosistema, considerando no solo las repercusiones en la calidad de vida humana, donde el PFI considero el bienestar de los ecosistemas como un fin en sí mismo.

4.1.1 Influencia del Contexto en el Desarrollo de la Ética Medioambiental

Uno de los hallazgos más relevantes del estudio fue la marcada influencia del Taller de Desarrollo Profesional en Contexto (TDPC) en la forma en que los futuros profesores abordaron las CSC. La salida a terreno al "Parque las Hualtatas" facilitó la contextualización y la aplicación directa de conceptos científicos y éticos. Este contexto permitió a los participantes observar de manera directa los problemas ambientales y argumentar desde una perspectiva más amplia que integra dimensiones éticas, sociales y medioambientales, alineándose con los principios de eco-reflexión planteados por Sjöström y Eilks (2020).

En el análisis de los datos del DMPS03, se destacó la capacidad de los participantes para identificar y argumentar sobre CSC como la incidencia de animales ganaderos en áreas protegidas y su impacto en la biodiversidad. En este caso, el Grupo 1, integrado por PF4 y PF2 desarrolló una argumentación compleja (nivel 4) basada en datos científicos sobre la pérdida de

especies, lo que demuestra una evolución en su competencia argumentativa tras la intervención (Armstrong & Impara, 2008). Estos resultados apoyan la hipótesis inicial de que la contextualización tiene un impacto positivo en el desarrollo de habilidades éticas y argumentativas, permitiendo a los participantes generar respuestas más sólidas y coherentes.

4.1.2 EM durante el desarrollo del Focus Group

En esta instancia los participantes leyeron una CSC, sobre los impactos socioambientales de una industria ganadera en una comunidad local ubicada en la región del Maule de Chile, esta fue seleccionada de manera deliberada pues es un dilema ético complejo que invita a los participantes a replantearse su relación con los animales, considerándolos no solamente como un recurso, adicionalmente presenciaron vacas durante la salida a terreno, las cuales estaban marcadas pues estaban destinadas como ganado.

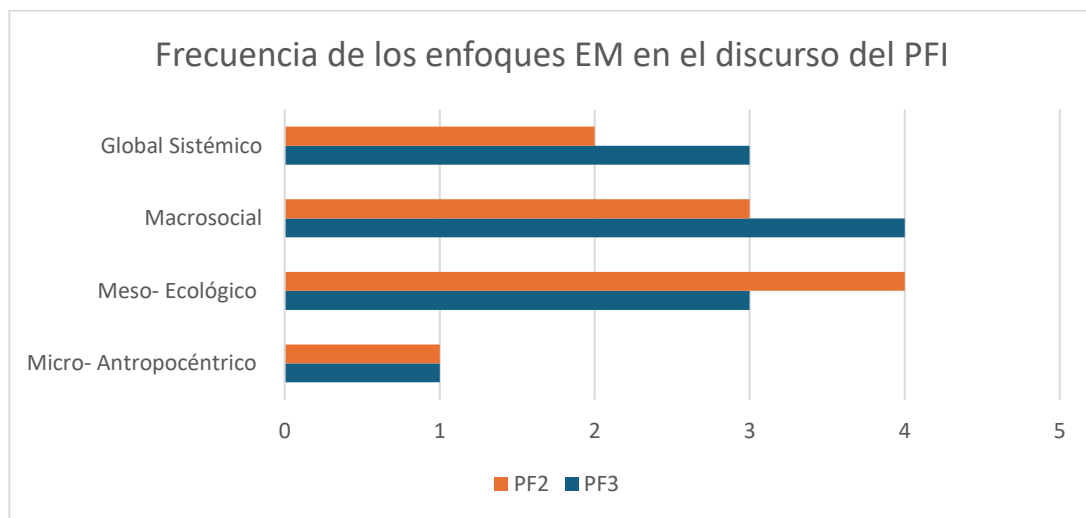


Figura 5- Frecuencia de enfoques EM de PF2 y PF3

El participante PF3, muestra una clara tendencia observable en la tabla (figura 6), desde una perspectiva eco-céntrica, para ilustrar esta tendencia se discuten fragmentos de la discusión en que tuvo lugar en el Focus Group.

Primero se realiza la pregunta **¿Qué tipo de soluciones le brindarían a la comunidad que se encuentra cercana a una industria ganadera?** Frente a la cual PF3 responde: **"...que se movilizaran como comunidad... manifestarse frente a la empresa... comunicarse con sus autoridades... exponer el descontento frente al aprovechamiento de sus tierras y la contaminación de su entorno."**, esta respuesta se alinea con los postulados del enfoque macrosocial, ya que enfatiza la movilización social y el uso de mecanismos democráticos para exponer el descontento de la comunidad. Presenta una reflexión crítica sobre los derechos de las personas y su interacción con el medio ambiente, aunque tiene matices por lo que bien pudiese

ser considerado Micro-Antropocéntrico, ya que se enfoca solamente en la comunidad descuidando el bienestar animal, pero debido a que la pregunta está hecha pensando en soluciones para la comunidad se considera Macrosocial.

Posteriormente se aprecia un cambio cuando se pregunta **¿Qué opinas sobre este tipo de industrias que utilizan a los animales como recurso?** A lo que responde **“me parece que este tipo de industrias no están interesadas en el bienestar animal, su interés es más bien económico, o consideran al animal como un objeto explotable más que como un ser que siente... yo creo que es el impacto que tiene la industria en el mismo espacio temporal que toma lugar... ni siquiera la industria está preocupada de los impactos que genera... mucho menos está preocupada del trato directo que tiene con los animales que explotan... también el ecosistema dañado que circunda a la industria en sí también hay un impacto a los animales que viven en ese ecosistema.”** Esta respuesta es más intensa y demuestra una especial preocupación sobre el bienestar animal, lo cual se alinea con el enfoque Macrosocial, ya que se ve una reflexión crítica sobre como la industria ganadera trata a los animales (considerándolos como un “objeto explotable”) va más allá del simple reconocimiento del daño al ecosistema. Este argumento plantea una crítica al sistema capitalista y a la lógica económica subyacente que maximiza las ganancias sin preocuparse del bienestar animal, ni de los impactos ecológicos.

El enfoque Global Sistémico se aprecia cuando frente a la pregunta: **¿Qué les hace más sentido analizar la ética medioambiental o lo ético y lo ambiental por separado?** A lo que responde **“Tiene más sentido analizar ambas cosas juntas. Yo creo que son cosas que están ligadas... como la pregunta ya desde su inicio está ligando una cuestión científica y social con algo ético, debe analizarse desde la ética medioambiental.”** PF3 argumenta que lo ético y lo ambiental deben analizarse de manera integrada, reconociendo que las decisiones éticas y ambientales están interconectadas y afectan tanto a los seres humanos como al ecosistema global, esto es precisamente a lo que tributa la EM.

Por otra parte, PF2 demuestra un rango igualmente eco-céntrico, puesto que aparece con una frecuencia menor el enfoque Micro-Antropocéntrico (figura x), comparte con PF3 el enfoque global, frente a la pregunta sobre como considerar los aspectos éticos y ambientales, lo cual da cuenta de que la utilidad de esta perspectiva para promover una toma de decisiones conscientes.

Mientras que el enfoque Micro-Antropocéntrico, surge frente a la primera pregunta sobre las soluciones que le brindarían a la comunidad, respondiendo "Quizás la comunidad se pueda comunicarle esto como a su diputado o su alcalde... están haciendo un trabajo que no es

completamente legal¹... igual esto le puede perjudicar a la comunidad que vive ahí alrededor.", esta respuesta se enfoca en acciones inmediatas que pueden tomar los miembros de la comunidad, centrándose en sus derechos y posibles efectos negativos sobre ellos. Este enfoque se centra en beneficios directos para la comunidad humana, sin profundizar en los efectos ambientales o sistémicos a largo plazo.

El enfoque Meso-Ecológico, aparece cuando se pregunta por **¿Qué factores consideran esenciales para proponer una solución tentativa a esta controversia?**, respondiendo "El efecto que está teniendo en el ecosistema... los animales que pasan por la industria ganadera... problema de salud por el uso de antibióticos.", en este argumento menciona tanto los impactos en el ecosistema como en la salud humana, debido al uso de antibióticos en la industria ganadera, que produce una resistencia microbiana. Este razonamiento muestra una interrelación entre los seres vivos y su entorno, dejando de lado el bienestar animal.

Finalmente, frente a preguntas que instan a la reflexión como la siguiente: **¿Cómo incorporarían este elemento en su práctica profesional y los productos que elaboramos como docentes?**, menciona que "incorporaría igual esta misma noticia como un análisis para poder fomentar...pensamiento crítico, la argumentación científica...ver esto desde otra perspectiva... relacionándolo con la contaminación del agua.", PF2 menciona lo valioso que es introducir CSC en el aula para fomentar el pensamiento crítico y poder ver el problema desde una perspectiva más amplia, haciendo una conexión entre la ganadería y la contaminación del agua. Refleja una visión global de los impactos de la industria ganadera en el ecosistema alineándose con el enfoque Global-Sistémico.

Ambos participantes consideraron elementos valiosos para incorporar la ética medioambiental en el análisis de CSC, promoviendo así una ciudadanía crítica, una alfabetización científica, argumentación científica y el pensamiento crítico.

4.1.3 Incorporación de la Ética Medioambiental

El progreso en que incurrió el PFI al hacer uso de la ética medioambiental, desde el desconocimiento de esta disciplina hasta cuando se hizo explícito la enseñanza de la EM, fue notable destacando las reflexiones sobre la **justicia ambiental** y el **bienestar animal**.

En **DMPS03**, el PFI integro de manera más clara y evidente los enfoques de la EM en su discurso sobre las controversias sociocientíficas con énfasis en las dimensiones ética y ambiental. Por

¹ Haciendo alusión a que la empresa presentaba denuncias por funcionar a máxima capacidad sin tener los permisos al día, vulnerando además el derecho de la ciudadanía a vivir en un ambiente libre de contaminación lo que volvía a esta localidad en una zona de sacrificio.

ejemplo, en el análisis de la contaminación del agua y las consecuencias que tiene la actividad antropocéntrica en los ecosistemas y seres vivos que dependen de este recurso, proponiendo soluciones políticas e implementación de leyes que resguarden el medioambiente. Se destaca el uso de argumentos centrados en las consecuencias ambientales y las responsabilidades morales asociadas con la explotación de recursos naturales. Estos postulados se asocian a lo que Naess (1973), describe como “Deep Ecology” asociado a políticas ecológicamente responsables con una clara conciencia ambiental y ética.

En DMPS04, tuvieron una primera instancia reflexiva al plantearse como los aspectos éticos y morales son esenciales para la toma de decisiones en el abordaje de CSC. En sus respuestas se evidencio una conciencia sobre la **responsabilidad social** y la **justicia ambiental**, conceptos que, Scholsberg (2013), considera indispensables para lograr una distribución equitativa de riesgos y beneficios en la sociedad.

Durante el Focus Group sirvió como un espacio de consolidación donde el PFI reflexiono sobre las propias CSC levantadas y la ganadería intensiva. A diferencia del instrumento anterior (DMPS03) donde se trabajó con dimensiones separadas (ética y ambiental), en el Focus Group se introdujo un enfoque más integrado que incorpora ambos elementos bajo el prisma de la ética medioambiental, el cual fue utilizado por el PFI plasmando una visión más compleja y holística.

Finalmente, en esta instancia, surgieron tópicos asociados al **bienestar animal** y la **contaminación del agua como producto de la actividad ganadera industrial** y sus otros impactos en el medioambiente, como sobre las comunidades locales, demostrando una comprensión sobre las interrelaciones entre factores éticos, sociales y científicos. Sirvió además como un espacio para la reflexión de forma metacognitiva sobre como sus posturas evolucionaron a medida que se adquiría más conocimiento sobre CSC y cómo abordarlas, sumado a la experiencia en territorio, lo que es crucial para fomentar un aprendizaje transformador (Mezirow, 2009).

4.2 Caracterización de la CPC argumentativa del PFI

4.2.1 Primera instancia de clasificación del nivel argumentativo del PFI

Para responder a los propósitos investigativos de este trabajo, se comienza con la identificación del nivel argumentativo que presentan el PFI en la aplicación del instrumento DMPS01 y responden al siguiente enunciado: “**Desde las bases teóricas que ha leído usted durante su formación ¿cuál es su opinión acerca del desarrollo del pensamiento científico o el pensamiento crítico en el estudiantado en las clases de Biología? Argumente**”

Frente al cual se presenta la siguiente tabla con los argumentos del PFI, a los que se les asigno un nivel al discurso argumentativo en base a los elementos presentes del modelo de Toulmin (usando la tabla 2).

Tabla 4 - Clasificación de argumentos del PFI sobre pensamiento crítico y científico

Cod	Argumento	Nivel	Justificación de la clasificación
PF2-N1	Es necesario proporcionar este tipo de pensamiento, ya que nosotros preparamos a los estudiantes para que se cuestionen en sus vidas cotidianas , preguntando o impulsando habilidades, una de ellas; el pensamiento crítico.	1	El argumento presenta una conclusión general sobre la necesidad de proporcionar habilidades de pensamiento crítico, pero carece de datos, justificaciones o limitaciones específicas
PF4-N2	Considero que ambas habilidades comparten ciertos factores, pero son diferentes ya que el pensamiento crítico puede ser usado o gestionado en muchos ámbitos de la vida y el pensamiento científico tiene la cuestión de ser aplicable en contextos basados en ciencias. Además, son habilidades que deben ser fomentadas y desarrolladas.	2	El argumento tiene conclusiones y proporciona una justificación sobre la diferencia y la necesidad de ambas habilidades, pero no incluye limitaciones
PF7-N1	Una cosa es que digan las bases teóricas y otro es lo que se puede hacer en clases para desarrollar estos tipos de pensamiento.	1	El argumento presenta una conclusión sobre la diferencia entre teoría y práctica sin proporcionar justificación, datos o limitaciones.
PF8-N3	Para el desarrollo del pensamiento crítico y científico, en las clases de Biología este se da conforme el avance del nivel y cómo esto se desarrolla en los diferentes niveles de alfabetización científica que se busca, por lo mismo esta se logra, pero depende de cómo lo trabaje el profesorado.	3	El argumento presenta una conclusión con justificación sobre el desarrollo del pensamiento crítico y científico, e incluye una limitación poco clara relacionada con el rol del profesorado.
PF9-N1	Creo que es importante para poder comprender los fenómenos que se abordan, relacionándolos con su vida cotidiana.	1	El argumento presenta una conclusión sobre la importancia de relacionar fenómenos con la vida cotidiana sin proporcionar justificación, datos o limitaciones.
PF5-N2	En general es importante que el estudiantado adquiera habilidades relacionadas con el pensamiento crítico y científico en donde se pueda cuestionar o poner en duda las veracidades que se abarcan en la biología, considerando fundamentos científicos	2	El argumento tiene conclusiones y justificación sobre la importancia de adquirir habilidades críticas y científicas, pero no incluye limitaciones.
PF6-N4	El desarrollo del pensamiento científico o el crítico es fundamental en el desarrollo de las y los ciudadanos, siendo así muy importante incorporarlo en las clases de biología, ya que estamos rodeados de fenómenos biológicos que deben ser comprendidos para tener conciencia y tomar decisiones fundamentadas en distintas áreas : políticas, sociales, económicas, etc.	4	El argumento es completo, con una clara justificación sobre la importancia del pensamiento crítico y científico en la enseñanza de la biología y su relevancia en varias áreas de la vida
PF3-N2	Considero sumamente importante el fomento tanto del pensamiento crítico como el científico, de esta manera se logra entregar una educación de tipo emancipatoria.	2	El argumento tiene conclusiones y justificación sobre la importancia de fomentar estos tipos de pensamiento, pero no incluye limitaciones.

PF10-N3	El pensamiento científico del estudiantado en clases de Biología es fundamental ya que se desarrollan habilidades en los estudiantes. El rol del pensamiento crítico en los estudiantes ayuda que ellos tengan una opinión y sean capaces de desarrollar diferentes puntos de vista sobre un tema. Es importante que en las clases de Biología se desarrolle el pensamiento crítico en los estudiantes porque es una parte para su desarrollo como futuros profesionales	3	El argumento presenta conclusiones y justificación sobre el desarrollo de habilidades críticas y científicas, incluyendo una limitación débil sobre su importancia para el desarrollo profesional.
PF11-N2	Está trabajado en el currículum y se menciona mucho, sin embargo, no se sabe del todo como se trabaja, esto lo digo porque no hay propuestas de actividad que trabajen de lleno, solo que tocan lo superficial.	2	El argumento tiene conclusiones y justificación sobre la inclusión del pensamiento crítico en el currículum, e incluye una limitación débil sobre la falta de propuestas de actividad cuyos datos no son fiables.
PF1-N4	Siento que el pensamiento crítico, científico existe en distintos niveles en cada persona, pero necesita el ser guiado para expresar el potencial deseado, el profesorado debe saber despertar una curiosidad en el estudiante.	4	El argumento es completo, con una justificación clara sobre la necesidad de guiar el pensamiento crítico y científico, y su limitación sobre el rol del profesorado.

El nivel argumentativo se ubica principalmente entre el nivel 1 y 2 (28% y 36%), alrededor de un 64% del total, considerando que es una primera instancia es un resultado que indica que existe espacio para mejorar el discurso argumentativo, que refleja cierto desconocimiento sobre la estructura argumentativa, la articulación de premisas y la justificación basada en evidencia. Por otra parte, existe una igualdad de representatividad entre el alumnado de pedagogía (18%), en el 3 y 4 nivel, en estas respuestas ya se consideran elementos como las limitaciones y datos que profundizan y otorgan un mayor peso sobre el discurso expresado.

4.2.2 Argumentos presentados a partir de las CSC levantadas en terreno

A continuación, se caracterizará el discurso argumentativo del PFI cuando levanta CSC desde su propia experiencia en territorio.

El Grupo 1 levanta la CSC, que ellos mismos denominaron “**¿Cómo afecta la interacción humana (como cruzar un río) y la intervención de actividades recreativas (como una hacienda) en la calidad y la potabilidad del agua para los seres vivos del lugar?**” Una síntesis de sus argumentos presenta lo siguiente:

Tabla 5 - Síntesis de argumentos éticos y ambientales grupo 1

Argumento desde lo ético	Argumento desde lo ambiental
"La intervención en ríos con ecosistemas autosuficientes debe ser evitada para preservar la biodiversidad y la funcionalidad del entorno natural..."	"La intervención humana... genera una serie de impactos negativos en la biodiversidad del sector..."

Desde la ética presentaron un argumento de nivel 3, puesto que el argumento se enfoca en la importancia de preservar la biodiversidad en los ecosistemas fluviales y justifica la intervención humana de manera ética. Menciona que la alteración de los ríos y sus consecuencias, lo que demuestra una buena justificación. Sin embargo, no incluye un respaldo empírico (a pesar de que tomaron muestras de agua para analizar) claro para apoyar las afirmaciones limitando su profundidad.

Desde lo ambiental profundizaron más en su argumento obteniendo un nivel 4, ya que su argumento presenta evidencia clara sobre el impacto de las construcciones humanas en el ecosistema, como la liberación de contaminantes y los efectos sobre la calidad del agua. El análisis es completo, con una justificación robusta y un respaldo empírico basado en investigaciones.

Grupo 2 presenta la CSC **“Impacto del proceso de amonificación y descomposición de animales muertos sobre la salud del ecosistema y la diversidad de especies vegetales.”** Una síntesis de sus argumentos presenta lo siguiente:

Tabla 6 - Síntesis de argumentos éticos y ambientales grupo 2

Argumento desde lo ético	Argumento desde lo ambiental
"En Chile, la gestión ética de la descomposición de fauna... debe considerar tanto los principios de bienestar animal como la conservación del medio ambiente."	"La descomposición de animales en parques puede aumentar la fertilidad del suelo..."

Desde la ética, el argumento es clasificado como nivel 2, menciona la gestión ética de la descomposición de la fauna, pero carece de un respaldo empírico claro y se limita a presentar conclusiones sin profundizar en la justificación. El enfoque del bienestar animal es relevante, pero no desarrolla completamente.

Desde lo ambiental, el argumento posee un nivel 3, ya que menciona el impacto positivo de la fertilidad del suelo, pero se alerta sobre los riesgos de la contaminación si no se maneja adecuadamente los cuerpos es descomposición. Aunque hay cierta evidencia presentada, la justificación no es exhaustiva, lo que la sitúa en un nivel intermedio.

Grupo 3, identifiqué la CSC **“Incidencia de animales ganaderos en áreas protegidas y su impacto en la regeneración de especies nativas y/o endémicas.”** Una síntesis de sus argumentos presenta lo siguiente:

Tabla 7 - Síntesis de argumentos éticos y ambientales grupo 3

Argumento desde lo ético	Argumento desde lo ambiental
"La ética nos ayuda a repensar y educarnos sobre la importancia de la responsabilidad que uno tiene como individuo sobre el medioambiente..."	"El comprender y conocer conceptos como biodiversidad, ecosistema... es vital para que la ciudadanía esté correctamente informada..."

Desde la ética su argumento presenta un nivel 2, debido a que es un argumento general y no profundiza en ejemplos específicos ni un respaldo empírico para profundizar en la reflexión ética.

Desde lo ambiental su argumento se clasifica como nivel 2, ya que se limita aun enfoque informativo sin un análisis detallado de los impactos, a pesar de presenta conceptos clave.

Grupo 4 levanta la CSC **“Incidencia de animales ganaderos en áreas protegidas y su impacto en la regeneración de especies nativas y/o endémicas.”** Una síntesis de sus argumentos presenta lo siguiente:

Tabla 8 - Síntesis de argumentos éticos y ambientales grupo 4

Argumento desde lo ético	Argumento desde lo ambiental
"El uso irresponsable de bicicletas y motos en senderos naturales genera un impacto negativo en el medio ambiente que debe ser regulado..."	"El uso de bicicletas y motos en senderos de áreas protegidas representa una amenaza significativa para la conservación de estos ecosistemas."

El argumento desde lo ético presenta un nivel 4, puesto que se presenta una reflexión crítica sobre el uso de vehículos en entornos naturales, apoyado por evidencias que justifican la regulación necesaria, respaldado por citas a organismos y autores.

Desde lo ambiental el argumento presenta un nivel 3, debido a que se enfoca en el impacto de las actividades recreativas en el ecosistema, haciendo un análisis razonable, pero carece de un respaldo empírico exhaustivo.

Grupo 5, levanta la CSC **“Comparativa de la calidad de aire en espacios verdes y el aire presente en la ciudad de Santiago.”** Una síntesis de sus argumentos presenta lo siguiente:

Tabla 9 - Síntesis de argumentos éticos y ambientales grupo 5

Argumento desde lo ético	Argumento desde lo ambiental
"Las autoridades responsables deben examinar las fuentes locales en las municipalidades más contaminadas..."	"Los estándares de calidad del aire en Chile no son muy exigentes... en la mayoría de las estaciones de monitoreo no se cumplen nuestros estándares..."

Desde lo ético se clasifica con un argumento de nivel 2, en vista de que hace una afirmación válida, pero carece de un análisis profundo o evidencia que sustente las reclamaciones.

Desde lo ambiental, presenta un nivel 3, ya que se realiza un análisis comparativo entre estándares locales e internacionales, dotando de justificación y robustez.

4.2.3 Comparación entre el nivel argumentativo en DMPS01 y DMPS03

A partir de una comparativa entre las dos instancias que requerían de un desarrollo argumentativo, se presenta el siguiente gráfico (figura x), teniendo en consideración que la primera instancia fue individual y la segunda grupal.

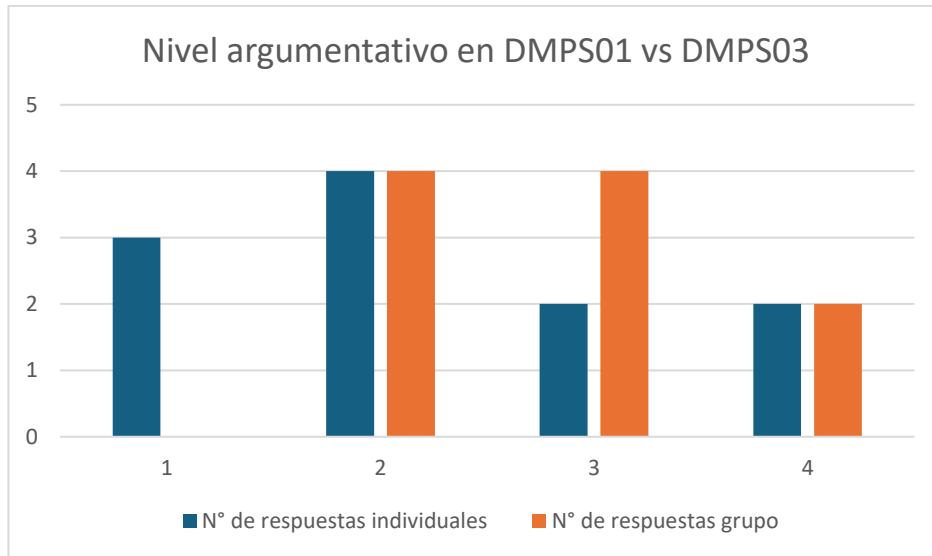


Figura 6- Gráfico comparativo del nivel argumentativo

Estos resultados dan cuenta de que el PFI en los niveles de argumentación inicial, concentran sus respuestas en nivel 1 y 2, esto indica que el PFI presento conclusiones y justificaciones parciales, pero que en muchos casos carecían de un respaldo empírico o datos que sustenten su argumento. Aunque existe una diferencia notable en cuanto a dominio argumentativo entre aquellos que alcanzan un nivel 4 y los que están en un nivel 1.

En esta segunda instancia los datos se encuentran más centrados, habiendo un incremento de argumentos de nivel 3, esto se explica debido a que presentan argumentos mejor estructurados con justificación y un respaldo moderado. En contraparte no existen argumentos que sean solo conclusiones frente a conclusiones lo que da cuenta de un progreso.

Este análisis demuestra que el PFI al trabajar en equipo lograron una mejoría en su desempeño argumentativo, lo que da cuenta de una necesidad del trabajo colaborativo.

El análisis de las respuestas de los participantes en las actividades DMPS01 y DMPS03 evidencia una variabilidad en el nivel de argumentación y en la presencia del componente ético en la resolución de controversias socio-científicas (CSC). En base a la clasificación de Chamizo (2007), el nivel argumentativo de los participantes fluctúa entre los niveles 1 y 4, con una nula frecuencia de argumentos completamente estructurados (nivel 5).

Por ejemplo, en el enunciado DMPS01 donde se solicitó reflexionar sobre el desarrollo del pensamiento científico y crítico, se observó que la mayoría de los participantes se situaron en niveles argumentativos intermedios (niveles 2 y 3). Estos niveles reflejan la presencia de conclusiones y justificaciones, pero una limitada inclusión de limitaciones o justificaciones contundentes (Osborne et al., 2004). Un ejemplo representativo es la respuesta de PF6, que refleja una argumentación sólida y completa, donde se evidencia una relación clara entre la enseñanza del pensamiento crítico y las decisiones informadas en diversas áreas, como la política y la economía, quien además mantiene su nivel argumentativo en DMPS03. Este tipo de argumentación se vincula estrechamente con los postulados de Toulmin sobre la importancia de incluir limitaciones claras y datos precisos para fortalecer las conclusiones (Sardá & Sanmartí, 2000).

4.2.4 Niveles de argumentación en las respuestas del PFI DMPS04

Si bien la pregunta no declara que debe ser respondida con argumentos, es interesante analizar que ocurre cuando no se explicita esta instrucción, puesto que ya poseen instancias anteriores donde se trabajó en torno a la argumentación. El carácter de este instrumento DMPS04 insta a la metacognición y reflexión en torno a la ética, es posible evaluar como el uso de argumentos bien estructurados aportan solidez sobre aquellos postulados del PFI, dichas respuestas muestran diferencias en los niveles de argumentación, que pueden clasificarse en base a los instrumentos adaptados de la propuesta de Chamizo (2007) sobre la categorización que propuso Osborne (2004), como se ha hecho con los argumentos anteriores sobre las CSC levantadas en terreno. De los 12 participantes 50% presenta argumentos en niveles 2 y 3, con generalizaciones o justificaciones limitadas, como es apreciable en la respuesta de PF1: **“Los aspectos éticos y morales pueden afectar directamente a lo que podemos definir como correcto o no en el ámbito de CSC”**. Este tipo de argumentación refleja una comprensión básica de la importancia de la ética, pero carece de profundidad crítica o justificaciones sólidas.

Jiménez-Aleixandre y Erduran (2008), señalan que el desarrollo de habilidades argumentativas es crucial para que el estudiantado pueda defender las propias posturas de manera

fundamentada. Sin embargo, la formación docente en este ámbito aún enfrenta desafíos², ya que gran parte del discurso del PFI carece de herramientas necesarias para estructurar argumentos sólidos. Solo un **25%** del PFI (3 de 12) presentan argumentos en **nivel 4**, como PF3, quien muestra una mayor capacidad para vincular la evidencia científica con los valores éticos, esto es un indicativo de que presenta un mejor dominio de la argumentación.

Estos resultados sugieren la necesidad de una mayor formación en competencias argumentativas en los programas de formación docente, las CSC proporcionan una excelente oportunidad para fomentar dichas competencias, además permite acercar la ciencia que muchas veces puede parecer ajena a la realidad hacia un contexto más cercano, controversial, capaz de movilizar al estudiantado a tomar una actitud propositiva frente a la toma de decisiones y la resolución de problemas, mediante argumentos complejos que integren evidencia científica, valores éticos y consideraciones sociales.

4.2.5 Progreso en la Argumentación Científica y Crítica

Durante el continuo análisis de los instrumentos evaluados, el PFI mostró un desarrollo notable en su capacidad para estructurar y justificar de mejor manera sus argumentos. Esto se evidencia en el instrumento **DMPS01**, donde los argumentos eran mayoritariamente descriptivos y centrados en observaciones empíricas y vivencias propias, con escasas justificaciones, cabe destacar que en ese momento no contaban con una enseñanza teórica y práctica del proceso argumentativo, de lo cual dan cuenta los resultados.

Posteriormente en el **DMPS03**, en donde el PFI levanta CSC a partir su interacción con el ecosistema del parque nacional “Las Hualtatas”, sobre ellas se analizaron los argumentos que crearon desde una perspectiva ética y ambiental (por separado), en ellos hubo avances significativos en cuanto a la estructura argumentativa, respaldada por evidencia sólida, integrando razonamientos más complejos, desde múltiples enfoques (Erduran y Jimenez-Aleixandre, 2007). Adicionalmente el PFI fue capaz de identificar múltiples dimensiones presentes en las CSC, haciendo el vínculo entre las implicaciones ambientales y éticas de las actividades humanas.

Este progreso responde en parte al trabajo que se realizó clase a clase con el PFI, los cuales además ya contaban con una experiencia anterior de análisis de CSC, mediante el trabajo

² El proyecto FONDECYT 1231325, actualmente se encuentra analizando la frecuencia en la que es declarada la argumentación en los programas de las asignaturas de las carreras de pedagogía de las universidades que se encuentran adscritas a este proyecto. Lo cual de forma preliminar existe una baja cantidad de menciones explícitas en la universidad en la que se realiza este proyecto de tesis.

colaborativo. En esta instancia pudieron recabar información para sustentar y defender las posturas que planteaban donde la contextualización y el territorio jugaron un rol clave, existiendo un valor agregado al ser ellos quienes levantan las problemáticas existentes en el entorno natural.

En el **DMPS04**, se pregunta por las contribuciones éticas y morales en la toma de decisiones en CSC, ante lo cual el PFI logro un avance en la integración de aspectos éticos y morales en sus argumentaciones. Se observo una mayor conciencia sobre la **responsabilidad social** y la importancia de las consideraciones éticas en la toma de decisiones. Este avance coincide con lo que postula Sadler (2004), sobre la importancia de analizar las CSC no solo desde el conocimiento científico, sino también del ámbito moral y social.

Finalmente, en el **Focus Group** existió una consolidación del progreso, evidenciado por como el PFI integraba de manera consistente dimensiones científicas, éticas y sociales, incorporando una gran cantidad de conceptos concernientes a la ética medioambiental, tales como **sostenibilidad**, **justicia ambiental** y otros. Además, demostraron una mayor capacidad de la reflexión metacognitiva reconociendo cambios en sus propias posturas, enfoques y argumentaciones producto de la experiencia en territorio y el aprendizaje en aula. Culminando en un desarrollo de la alfabetización científica crítica, tal como señala Osborne (2010), quien resalta el uso del discurso colaborativo y crítico como un punto clave para la comprensión más profunda de las controversias.

4.3 Descripción de los tipos de razonamiento del PFI

En esta sección se analizará el razonamiento ejercido por el PFI mediante argumentos desde las etapas iniciales en el instrumento DMPS01, hasta el final en el Focus Group.

En el instrumento DMPS01 responden al siguiente enunciado: **“Desde las bases teóricas que ha leído usted durante su formación ¿cuál es su opinión acerca del desarrollo del pensamiento científico o el pensamiento crítico en el estudiantado en las clases de Biología? Argumente”**

A Continuación, se clasifican los distintos tipos de razonamiento que se encuentran presentes en el discurso argumentativo del PFI, acompañados del nivel argumentativo con el que se clasificaron sus argumentos (Tabla 9), para comprender la relación entre la complejidad del argumento y el tipo de razonamiento predominante.

Tabla 10 - Tipos de razonamiento en los argumentos iniciales del PFI

Cod	Tipo de razonamiento	Justificación
PF2-N1	Metacognitivo y Ético	El argumento presenta la necesidad de fomentar habilidades de cuestionamiento y reflexión en los estudiantes, mencionando la

		importancia ética de preparar a los estudiantes para ser ciudadanos críticos.
PF4-N2	Teórico y Empírico	Se realiza la diferencia entre pensamiento crítico y científico, donde se destaca la aplicación y necesidad de incorporarlos en contextos específicos, basados en observación y teoría.
PF7-N1	Teórico y Empírico	Destaca la diferencia entre teoría y práctica, haciendo énfasis en la aplicación in situ (empírica) de conceptos teóricos en la enseñanza.
PF8-N3	Empírico y Teórico	Utiliza la observación de cómo se desarrolla el pensamiento crítico y científico en distintos niveles educativos, enfatizando la importancia de la alfabetización y el rol del profesorado.
PF9-N1	Empírico y Ético	Menciona la relevancia de conectar fenómenos científicos con la vida cotidiana, relacionando de forma muy escueta la comprensión empírica y la reflexión ética.
PF5-N2	Teórico y Empírico	Enfatiza la importancia de desarrollar habilidades críticas y científicas, basándose en fundamentos científicos y la capacidad de cuestionar.
PF6-N4	Empírico y Ético	Subraya la relevancia del pensamiento crítico y científico para el desarrollo ciudadano, con un enfoque en la toma de decisiones informadas en diversas áreas, basándose en la observación y la reflexión ética.
PF3-N2	Ético y Metacognitivo	Destaca la importancia de fomentar el pensamiento crítico y científico como medio para lograr una educación emancipatoria, reflejando una postura ética y reflexiva.
PF10-N3	Empírico y Ético	Refuerza la importancia del pensamiento crítico y científico para el desarrollo profesional de los estudiantes, subrayando la observación y la reflexión ética.
PF11-N2	Empírico y metacognitivo	Señala la brecha entre el currículo y la práctica, destacando la necesidad de propuestas de actividad más profundas, basándose en la observación y la reflexión crítica.
PF1-N4	Empírico y Metacognitivo	Enfatiza la existencia de diferentes niveles de pensamiento crítico y científico y la necesidad de una guía adecuada por parte del profesorado, basándose en la observación y la reflexión crítica.

A partir de la clasificación del razonamiento detrás las narrativas expresadas en esta primera instancia es posible apreciar que existen diversas combinaciones y frecuencias totales.

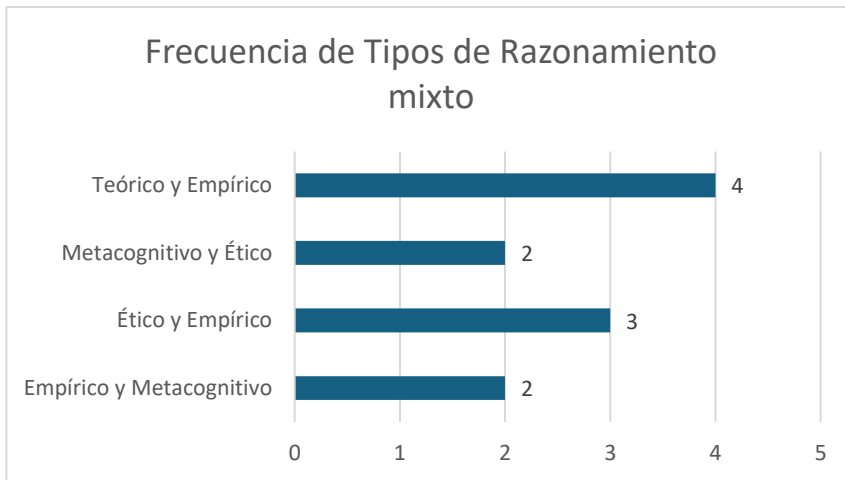


Figura 7 – Gráfico de frecuencia de tipos de razonamiento dual en el discurso argumentativo del PFI

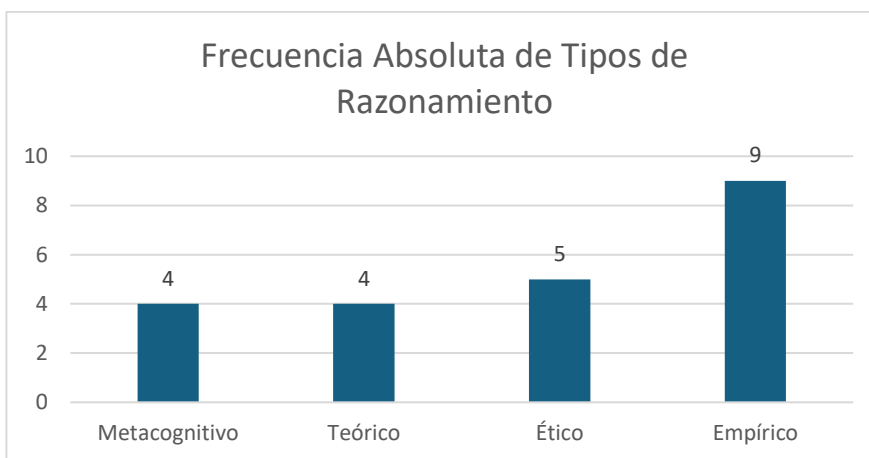


Figura 8 - Gráfico de frecuencia absoluta de tipos de razonamiento en el discurso argumentativo del PFI

De forma inicial gran parte del PFI (82%) utiliza el razonamiento empírico para argumentar sobre el pensamiento crítico y científico, este es un indicador de que hacen uso de experiencias personales o mencionan hechos u realidades observables en la práctica docente, un ejemplo de esto es cuando PF2 menciona “**Ya que nosotros** preparamos a los estudiantes para que...” o PF8 “ depende de cómo trabaje el profesorado” y en casos que es menos notorio como cuando PF6 dice “ya que estamos rodeados de fenómenos biológicos que deben ser comprendidos” aludiendo así a la observación de fenómenos evidenciables.

4.3.1 **Análisis del razonamiento sobre CSC y conceptos EM emergentes**

Por otra parte, existe una tendencia que menor (45 %) sobre el uso de un razonamiento de tipo ético por parte del PFI, esto se evidencia cuando se hace alusión de forma explícita o implícita

los valores y la distinción de aquello que es importante según su propia percepción, PF2 menciona “preparamos a estudiantes para que cuestionen en sus vidas cotidianas”, o en el discurso de PF3 cuando comenta que “ Considero sumamente importante el fomento de ... entrar una educación de tipo emancipatoria” o cuando PF6 menciona que “los fenómenos biológicos deben ser comprendidos para tener conciencia y tomar decisiones fundamentadas”, este ejemplo en particular demuestra como dos tipos de razonamiento emergen de manera conjunta cuando se ejecuta un argumento, donde en la mayoría de los casos existe una predominancia de uno por sobre el otro.

Con el propósito de analizar de manera más profunda aquellos conceptos que surgieron mediante las propuestas de CSC por parte del PFI, se presentan las siguientes figuras que muestran la frecuencia de aparición conceptos relacionados con la ética ambiental y el razonamiento “principal” del cual emergieron.

A partir del diagrama se puede revisar los principales conceptos que fueron tratados durante el desarrollo argumentativo de las CSC por parte del PFI, en el aparecen los conceptos de Bienestar Animal, Responsabilidad Ambiental, Sostenibilidad, Impacto Humano en la Biodiversidad y Alfabetización científica, estos conceptos aparecen con mayor o menor frecuencia en función del tipo de razonamiento que se empleó durante la argumentación, para poder comprender las relaciones que existen se presenta el siguiente análisis agrupado por tipo de razonamiento.

		1: Argumentos Éticos y Ambientales sobre CSC 32
●	Alfabetización Científica	1
●	Bienestar Animal	1
●	Impacto Humano en la Biodiversidad	5
●	Razonamiento Empírico	8
●	Razonamiento Ético	5
●	Razonamiento Metacognitivo	1
●	Razonamiento Teórico	8
●	Responsabilidad Ambiental	4
●	Sostenibilidad	3
Totales		36

Figura 9- Conceptos y razonamientos en el desarrollo argumentativo sobre CSC

4.3.1.1 Razonamiento Metacognitivo

Este tipo de razonamiento emerge solamente en una ocasión y está vinculado de manera exclusiva a la alfabetización científica, esto sugiere que los docentes en formación aplican

estrategias metacognitivas al reflexionar sobre cómo aprenden y enseñan conceptos científicos. Estos postulados se alinean con estudios que plantean al razonamiento metacognitivo como un elemento crucial para la alfabetización científica, ya que permite evaluar su comprensión y mejorar el pensamiento crítico en torno a la ciencia (Solbes & Torres, 2012).

El hecho de que este razonamiento no haya emergido en relación con los otros conceptos desprende que el PFI no suele aplicar reflexiones críticas a temas de mayor amplitud como la sostenibilidad o el bienestar animal. Como señala Jiménez-Aleixandre & Puig (2012), la metacognición es una herramienta poderosa en la enseñanza de ciencia, pero su aplicación en la resolución de controversias puede depender del contexto educativo.

4.3.1.2 Razonamiento Teórico

Tiene fuertes vínculos con la **sostenibilidad** (al menos 2 grupos hacen esta asociación), y en menor medida con el impacto humano en la biodiversidad, esto muestra que los participantes basan sus argumentos en conocimiento teórico al momento de abordar estos temas. Driver et al. (1996) en su investigación vincula el razonamiento teórico con el uso de conceptos abstractos y principios científicos, algo que puede ser frecuente cuando se aborda el impacto humano en ecosistemas o los fundamentos de la sostenibilidad.

El razonamiento teórico al igual que el metacognitivo son esenciales en el desarrollo de la alfabetización científica, la capacidad de integrar y aplicar el conocimiento en situaciones cotidianas como lo proponen Osborne y Dillon (2008) en su investigación sobre la enseñanza de la ciencia.

4.3.1.3 Razonamiento Empírico

Existe un gran vínculo con el concepto de sostenibilidad y en menor medida la responsabilidad ambiental, esto indica que el PFI basan sus argumentos en datos empíricos. Aquello concuerda con lo que postula Sadler (2004), donde señala que la toma de decisiones en CSC, como aquellas relacionadas con la sostenibilidad, suele apoyarse en evidencia empírica para justificar el accionar, ahora bien cuando se suele depender de la evidencia empírica únicamente para determinar una postura, se está siendo ingenuo con respecto a cómo se realiza la ciencia, puesto que existen intereses asociados al desarrollo y la investigación, por lo que se debe evaluar la confiabilidad de la información.

Kolsto (2006) menciona que, al enfrentar temas como la sostenibilidad, el estudiantado tiende a confiar en datos científicos y observaciones empíricas, lo que permite argumentar con un mayor grado de objetividad sobre la necesidad de un desarrollo responsable.

4.3.1.4 Razonamiento Ético

Presenta fuertes vínculos con la responsabilidad ambiental y en menor medida el bienestar animal, esto refleja que el PFI aplican principios morales en sus decisiones sobre temas. Esto respalda la noción de que la ética medioambiental juega un papel crucial en la educación científica particularmente en temas como la sostenibilidad, como explicita Vilches & Gil (2013) que la formación ética debe ser un eje central de la educación para la sostenibilidad

El razonamiento ético permite a los individuos reflexionar sobre el impacto moral de sus decisiones y su actuar, esto es especialmente relevante en temas como el bienestar animal, donde la ética medioambiental nos invita a repensar nuestra relación con la naturaleza, desde un enfoque crítico. Jiménez-Aleixandre & Puig (2012) señalan que el razonamiento moral ayuda a los futuros docentes a tomar decisiones más fundamentadas cuando abordan temas controvertidos desde una perspectiva ética y científica.

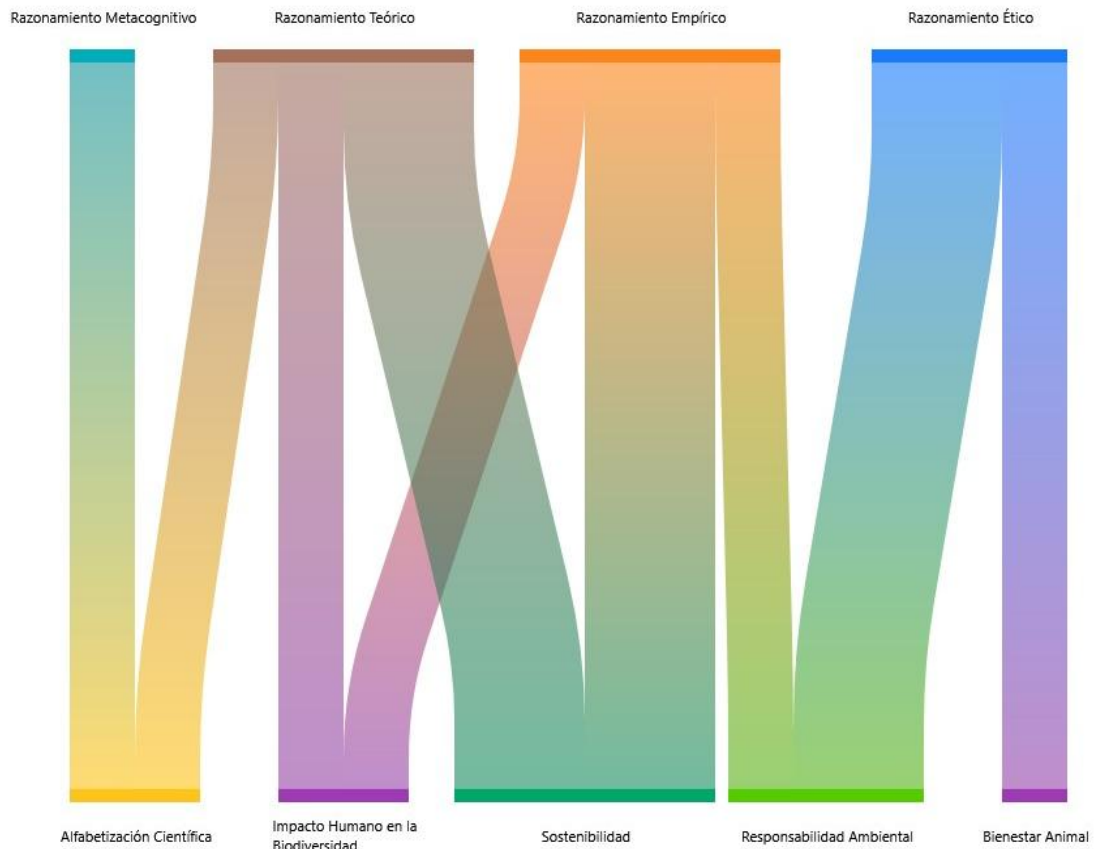


Figura 10 - Diagrama de Sankey sobre tipos de razonamiento y conceptos abordados en el desarrollo argumentativo

Figura 7 - Diagrama de Sankey sobre el tipo de razonamiento y los conceptos abordados en el desarrollo argumentativo

4.3.2 Tipos de razonamiento en DMPS04

Finalmente, posterior al desarrollo del levantamiento de CSC en terreno, se dio espacio a la reflexión en el instrumento DMPS04, que es de especial importancia para el propósito investigativo la pregunta: “**¿Cómo puede los aspectos éticos y morales contribuir a la toma de decisiones en el abordaje de CSC?**”, las respuestas del PFI revelan una variedad en los tipos de razonamiento, que van desde el razonamiento ético hasta el teórico, empírico y metacognitivo. El **33%** del PFI, como PF8, utilizan un razonamiento con un carácter mayoritariamente **teórico** al basar su respuesta en estudios previos sobre la formación ética y científica de los ciudadanos. Este tipo de razonamiento presenta una mayor capacidad para apoyar argumentos en la literatura científica y hace hincapié en la importancia de la teoría en la enseñanza de la ciencia, cabe destacar que los razonamientos no surgen de manera individual, sino que en la mayoría de los casos se complementan, como se vio inicialmente.

Por otro lado, un 17% de las respuestas responden a un razonamiento ético, respuestas como las de PF2 y PF4, hacen énfasis en los valores personales y su influencia en las decisiones éticas, este razonamiento está más centrado en la reflexión de los valores individuales y la subjetividad moral. Estos postulados, pueden llevar a tener una visión más individualista de la ética en lugar de una visión global, contextualizada e integradora, por lo cual lo que apunta este trabajo es la convergencia de distintos tipos de razonamiento, ya que se complementan y otorgan un sustento de mayor solidez, para respaldar una postura. Solbes y Torres (2016) sugieren que para desarrollar un pensamiento crítico y ético en el estudiantado es necesario fomentar tanto el razonamiento empírico como el ético. Los docentes deben ser capaces de reflexionar críticamente sobre sus propios valores y creencias mientras que analizan datos científicos de forma objetiva.

En particular 17% de las respuestas presentan un razonamiento metacognitivo, como el caso de PF10, quien reflexiona sobre el proceso de toma de decisiones en las CSC: “Los aspectos éticos y morales contribuyen a la toma de decisiones en el abordaje de las CSC. Influyen al considerar la CSC como herramienta para fomentar el análisis, reflexión y la alfabetización científica”. Este tipo de razonamiento implica una autorreflexión sobre el propio proceso de pensamiento y el impacto de las CSC en el aprendizaje científico.

El razonamiento metacognitivo es crucial en la formación de docentes, ya que promueve una conciencia crítica sobre como los futuros docentes manejan el contenido científico, como promueven la reflexión ética y crítica en sus estudiantes. Solbes y Torres (2016) manifiestan que

el razonamiento metacognitivo ayuda a los estudiantes a tomar conciencia de su propio proceso de toma de decisiones y a mejorar su capacidad para evaluar críticamente datos científicos y también sus propias creencias y valores.

La pregunta que respondió el PFI, está orientada a generar una reflexión en torno a los aspectos éticos y morales en la toma de decisiones relacionadas con las CSC, a partir de ella se muestra una diversidad de enfoques y niveles de comprensión. Dicha diversidad tributa a entender cómo se integra la dimensión ética en la educación científica ambiental y como futuros docentes interpretan su rol en la formación de ciudadanos críticos y éticamente responsables de su actuar. Con el propósito de facilitar el análisis de las reflexiones sobre la influencia de la ética en el abordaje de las CSC, se discuten aquellos elementos extraídos de las respuestas del PFI, desglosando sus respuestas bajo los siguientes categorías emergentes

4.3.1 *Relativismo ético y moral*

Varias de las respuestas destacan la subjetividad de los valores éticos y morales, tal como señala PF1: “La vivencia de nuestras experiencias nos genera una priorización de lo que es más importante para cada uno”. Esta afirmación se asemeja a aquello que Jiménez- Aleixandre y Puig (2012) describen como diversidad de contextos éticos y culturas que influyen en las decisiones de los individuos cuando se ven enfrentados a CSC. El PFI reconoce que, en función de las experiencias personales y sociales, las personas pueden priorizar aspectos diferentes (sociales, económicos, medioambientales, etc.) durante el abordaje de temas socio-científicos, debido a ello es que se produce esta diversidad en las respuestas frente a CSC.

Zeidler et al. (2005) menciona que las CSC, al ser multidimensionales requieren que el estudiantado considere no solamente el conocimiento científico, sino también valores personales y sociales que afectan la toma de decisiones. Aquello implica que los futuros docentes deben estar preparados para acompañar y guiar a sus estudiantes en la reflexión crítica sobre como sus propios valores influyen en la toma de decisiones ambientales y científicas. La enseñanza de CSC, debe incluir un componente EM que ayude al alumnado a reconocer y discutir estas diferencias de valores que surgen cuando nos replanteamos nuestra relación con la naturaleza y el medioambiente.

4.3.2 *La ética como reguladora del avance científico*

Algunos PFI como PF11 y PF3, mencionan que la ciencia no puede estar separada de los valores éticos y morales, como bien señala PF11 de forma explícita “La ciencia también necesita ser frenada por la ética y la moral”. Este enfoque resalta el rol de la ética, más allá de su valor como un marco para la toma de decisiones, posicionándola como una herramienta para regular los

avances científicos y tecnológicos, aquello se contradice con la realidad, donde el desarrollo científico en ocasiones aparta su mirada de la ética y en aras del progreso se han desarrollado actividades industriales e individuales que en el pasado y el presente han deteriorado el ecosistema del planeta (desarrollo de combustibles fósiles, explotación animal, monocultivos y deforestación, entre otros), llegando al punto de la llamada “ebullición global” llamada así por el secretario general de la ONU en 2023. Hodson (2011) sostiene que la ciencia debe ser evaluada no solo por sus descubrimientos y aplicaciones, sino también por sus implicaciones sociales y éticas que conllevan esos avances.

En el contexto educativo, esto implica que el profesorado debe fomentar en el estudiantado una actitud crítica hacia la ciencia, no solo como una fuente de conocimiento que ayuda a tener un mayor entendimiento de los fenómenos que ocurren en el mundo, sino como una actividad humana que tiene impacto directo en la sociedad y el medioambiente. Sadler y Zeidler (2005) argumentan que las CSC ofrecen un contexto idóneo para desarrollar la alfabetización científica crítica, en la cual el alumnado aprende a evaluar y contrastar riesgos y beneficios de la ciencia en función de principios éticos.

4.3.3 Desarrollo de una Ciudadanía Crítica mediante la argumentación y la ética

PF6 y PF5 destacan la importancia de desarrollar las dimensiones éticas en las CSC para mejorar la conexión entre ciencia y ciudadanía, considerando la ética en la argumentación y el respaldo de una postura. Sjöström y Eilks (2018), sostienen que el propósito de la enseñanza de las ciencias no debe limitarse a la mera transmisión de conocimientos, sino también a empoderar a los estudiantes, a promover el activismo y que estos puedan participar de forma activa en debates públicos en torno a cuestiones científicas que afectan su diario vivir. Esto puede lograrse mediante el desarrollo de una ciudadanía crítica que sea capaz de tomar decisiones éticamente informadas.

La conexión entre ciencia y ciudadanía es fundamental en el desarrollo de la alfabetización científica crítica, la cual promueve una visión integradora de la ciencia, donde los estudiantes sean capaces de comprender fenómenos científicos, de evaluar las implicaciones éticas y sociales que subyacen en el desarrollo de la ciencia. El PFI reconoce esta necesidad al señalar que el desarrollo de la ética es clave para que los ciudadanos aborden de manera responsable las controversias relacionadas con el medio ambiente, la tecnología y la salud

4.3.4 Relación entre Alfabetización Científica y Resolución de Controversias Socio-Científicas

El desarrollo de habilidades de alfabetización científica es otro de los ejes centrales de esta investigación. Los resultados muestran que, aunque la mayoría de los participantes logró comprender la relación entre pensamiento crítico y científico, muchos de ellos presentaron dificultades para articular estas ideas de manera cohesiva en sus argumentaciones, especialmente en lo que respecta a la dimensión ética de las controversias. Esto sugiere la necesidad de una enseñanza explícita y dirigida en el ámbito de la ética medioambiental dentro de la formación docente, como ha sido señalado por autores como Levinson (2023) y Guerrero y Sjöström (2023).

Estos hallazgos confirman la relevancia de integrar estrategias pedagógicas basadas en controversias socio-científicas para fomentar el desarrollo de competencias argumentativas y éticas en futuros docentes de ciencias. A pesar de los avances observados en la capacidad de los participantes para abordar CSC, persisten desafíos en la estructuración de argumentos completos, lo que sugiere la necesidad de reforzar la enseñanza de modelos argumentativos como el de Toulmin.

Asimismo, la intervención mediante el TDPC demostró ser efectiva para fortalecer la conciencia ambiental y la capacidad de los participantes para contextualizar problemas complejos desde múltiples dimensiones, lo que se alinea con los postulados de la alfabetización científica crítica (Roth & Barton, 2004).

5 Conclusiones

Los propósitos y objetivos investigativos de esta tesis se han cumplido, demostrando un progreso significativo en la competencia argumentativa y las consideraciones éticas del PFI que tienen al abordar y analizar controversias sociocientíficas desde un enfoque ético medioambiental. A través de la aplicación del taller de desarrollo en contexto (que cuenta con instrumentos e instancias que no fueron analizadas durante este proyecto) que considera los instrumentos DMPS01, DMPS04, DMPS03 y el Focus Group, se ha evaluado de manera efectiva la incorporación del pensamiento crítico y científico, incorporando la ética medioambiental en el desarrollo argumentativo del PFI.

El desarrollo de la competencia argumentativa es evidente al comparar las primeras respuestas descriptivas y empíricas en fases iniciales, hacia argumentos más complejos y fundamentados hacia el final del proceso. Este progreso refuerza la importancia de la labor docente en el progreso argumentativo, enseñando de forma explícita a argumentar y justificar científicamente sus

posturas, mediante un discurso crítico y colaborativo que debiese predominar en la enseñanza de las ciencias (Osborne, 2010; Erduran y Jiménez-Aleixandre, 2007).

Otro objetivo que se cumplió mediante el avance en la integración de dimensiones éticas, como la justicia ambiental, el bienestar animal y la responsabilidad social, lo que reflejó una mayor conciencia sobre las implicaciones morales de las decisiones científicas, como plantea Sadler (2004) sobre la necesidad de considerar aspectos éticos y sociales en el análisis de CSC.

Además, el PFI demostró una mayor capacidad para reflexionar críticamente sobre su propio aprendizaje, especialmente en el Focus Group, donde incorporaron la ética medioambiental en su desarrollo argumentativo. Este proceso fue logrado mediante la metacognición, que es fundamental para reformular sus marcos referenciales y generar aprendizajes profundos y significativos (Mezirow, 2009).

Adicionalmente, Al describir los tipos de razonamiento y categorizar los argumentos del PFI, demuestra la capacidad de integrar distintos tipos de razonamiento, que van en línea con lo planteado por Duschl (2008) sobre la necesidad de equilibrar tres aspectos clave en la educación científica, el conocimiento científico, los aspectos epistémicos y los sociales, lo que se vio reflejado en cómo se integran estos tipos de razonamiento de forma coherente con el desarrollo argumentativo sobre controversias socio científicas, fomentando el pensamiento crítico y la toma de decisiones informadas (Sadler, 2004).

Aunque se lograron avances importantes, es importante destacar áreas en las que mejorar, como fomentar un mayor uso de evidencia empírica, para promover un desarrollo más homogéneo en los participantes y sus habilidades argumentativas. Un aspecto final para considerar es que algunos PFI mencionan dificultad para evidenciar la dimensión ética que acompaña a las CSC, debido a la ausencia de su enseñanza explícita en su formación, lo cual repercute en las consideraciones y posturas que adoptan al momento de plantear alternativas y posibles soluciones en estos casos controversiales donde se involucra la ciencia, sociedad, tecnología y ambiente. Por lo cual se hace necesario utilizar dilemas éticos y CSC en clases de ciencias, para promover a docentes y una ciudadanía más crítica, responsable y capacitada para tomar decisiones informadas en un mundo cada vez más complejo.

6 Bibliografía

- Achury, L. C., & Álvarez Hoyos, J. (2015). Desarrollo de la competencia argumentativa a través de la toma de decisiones en el abordaje de la cuestión sociocientífica "uso y comercialización del PVC". *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 10(1), 56. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.GDLA.2015.1.a04>
- Adúriz-Bravo, A. (2011). Fostering model-based school scientific argumentation among prospective science teachers. *US-China Education Review*, 8(5), 718-723.
- All European Academies (ALLEA). (2013). Statement on ethics education. Recuperado de https://www.allea.org/wp-content/uploads/2015/07/Statement_Ethics_Edu_web_final_2013_10_10.pdf
- Archila, P. A. (2012). La investigación en argumentación y sus implicaciones en la formación inicial de profesores de ciencias. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 9(3), 361-375. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2012.v9.i3.05
- Armstrong, T., & Impara, J. (2008). Educación y valores ambientales: Una perspectiva crítica. Madrid: Editorial Universitaria.
- Bencze, L., & Carter, L. (2011). Globalizing students acting for the common good. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(6), 648-669. <https://doi.org/10.1002/tea.20419>
- Berkowitz, M. W., & Simmons, P. (2003). Integrating science education and character education: The role of ethics in science classrooms. *Science Education*, 87(1), 35-54. <https://doi.org/10.1002/sce.10039>
- Biesta, G. (2010). Good education in an age of measurement: Ethics, politics, democracy. Boulder: Paradigm Publishers.
- Bybee, R. W. (1997). Achieving scientific literacy: From purposes to practices. Heinemann.
- Capra, F., & Luisi, P. L. (2014). The systems view of life: A unifying vision. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511895555>
- Creswell, J. W. (2013). Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches (3rd ed.). SAGE Publications.
- ochran-Smith, M., & Zeichner, K. (Eds.). (2005). Studying teacher education: The report of the AERA panel on research and teacher education. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Creswell, J. W. (2013). Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches (3rd ed.). SAGE Publications.
- Díaz, N., Caparrós, E., & Sierra, J. (2019). Las controversias sociocientíficas como herramienta didáctica para el desarrollo de la alfabetización científica. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*, 12, 261-281. <https://doi.org/10.46661/ijeri.4355>
- Dick, S. J., & Strick, J. E. (2005). The living universe: NASA and the development of astrobiology. Rutgers University Press.

- Domènech Casal, A. M. (2023). Mueve la lengua, que el cerebro te seguirá. 75 acciones lingüísticas para enseñar a pensar ciencias. *Ápice. Revista De Educación Científica*, 7(1). <https://doi.org/10.17979/arec.2023.7.1.9454>
- Domènech, A. M., & Márquez, C. (2010). ¿Qué tipo de argumentos utilizan los alumnos cuando toman decisiones ante un problema sociocientífico? En XXIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Baeza (Jaén), España.
- Donaldson, S., & Kymlicka, W. (2011). *Zoopolis: A political theory of animal rights*. Oxford University Press.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. Buckingham, UK: Open University Press.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200005\)84:3<287::AID-SCE1>3.0.CO;2-A](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200005)84:3<287::AID-SCE1>3.0.CO;2-A)
- Duschl, R. A. (2008). Science education in three-part harmony: Balancing conceptual, epistemic, and social learning goals. *Review of Research in Education*, 32(1), 268-291. <https://doi.org/10.3102/0091732X07309371>
- Ennis, R. H. (1991). Critical thinking: A streamlined conception. *Teaching Philosophy*, 14(1), 5-24. <https://doi.org/10.5840/teachphil19911412>
- Ennis, R. H. (2001). Critical thinking assessment. *Theory into Practice*, 40(3), 179-186. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4003_5
- Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). Tapping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's Argument Pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915-933. <https://doi.org/10.1002/sce.20012>
- Erduran, S., & Jiménez-Aleixandre, M. P. (Eds.). (2007). *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6670-2>
- Facione, P. (1990). Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction. *Research Findings and Recommendations*. <https://doi.org/10.1002/sce.3730800605>
- Galliot, J. (2015). *Commercial space exploration: Ethics, policy and governance*. Farnham: Ashgate.
- Galvão, C., Reis, P., & Freire, S. (2011). A discussão de controvérsias sociocientíficas na formação de professores. *Ciência & Educação (Bauru)*, 17(3), 505-522. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000300001>
- Guerrero, G., & Sjöström, J. (2023). Critical scientific and environmental literacies: A systematic and critical review. *Journal Name*, Volume, pages.
- Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25, 645-670. <https://doi.org/10.1080/09500690305021>
- Hodson, D. (2011). *Looking to the future: Building a curriculum for social activism*. Sense Publishers.

- Hogan, K. (2002). Small groups' ecological reasoning while making an environmental management decision. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(4), 341-368. <https://doi.org/10.1002/tea.10025>
- Hong, Y., & Lee, C. (2022). *Educational philosophy and theory: The reflexive Bildung approach*. London: Routledge.
- Impey, C., Spitz, A. H., & Stoeger, W. (Eds.). (2013). *Encountering life in the universe: Ethical foundations and social implications of astrobiology*. Tucson: University of Arizona Press.
- IPCC. (2014). *Climate change 2014: Synthesis report*. IPCC. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324>
- Izquierdo, M., & Adúriz-Bravo, A. (2003). Epistemological foundations of school science. *Science & Education*, 12(1), 27-43. <https://doi.org/10.1023/A:1022669911174>
- Jickling, B., & Wals, A. (2008). Globalization and environmental education: Looking beyond sustainable development. *Journal of Curriculum Studies*, 40(1), 1-21. <https://doi.org/10.1080/00220270701684667>
- Jiménez-Aleixandre, M. P., & Puig, B. (2012). Argumentation, evidence evaluation and critical thinking. In B. Fraser, K. Tobin, & C. McRobbie (Eds.), *Second international handbook for science education* (pp. 1001–1017). Dordrecht: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7>
- Kolstø, S. D. (2001). 'To trust or not to trust,'—pupils' ways of judging information encountered in a socio-scientific issue. *International Journal of Science Education*, 23(9), 877-901.
- Kolstø, S. D. (2001). «To trust or not to trust,...'—pupils» ways of judging information encountered in a socio-scientific issue. *International Journal of Science Education*, 23(9), 877-901. <https://doi.org/10.1080/09500690010016102>
- Kolstø, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socio-scientific issues. *Science Education*, 85(3), 291-310. <https://doi.org/10.1002/sce.1011>
- Kortenkamp, K. V., & Moore, C. F. (2001). Ecocentrism and anthropocentrism: Moral reasoning about ecological commons dilemmas. *Journal of Environmental Psychology*, 21(3), 261–272. <https://doi.org/10.1006/jevp.2001.0205>
- Kuhn, D. (1991). *The skills of argument*. Cambridge University Press.
- Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77(3), 319-337. <https://doi.org/10.1002/sce.3730770306>
- Kuhn, D. (1999). A developmental model of critical thinking. *Educational Researcher*, 28(2), 16-46. <https://doi.org/10.3102/0013189X028002016>
- Lecaros, J. A. (2013). La ética medio ambiental: Principios y valores para una ciudadanía responsable en la sociedad global. *Acta Bioethica*, 19(2), 177-188. <https://doi.org/10.4067/S1726-569X2013000200008>
- Lecaros, J. A. (2017). *Filosofía de la naturaleza y ética medioambiental*. Santiago: Ediciones Universidad Católica.

- Levinson, R. (2023). Science education and social justice: A possible dream. In J. Gray & A. L. Fitzpatrick (Eds.), *Science education towards social and ecological justice* (pp. 79-102). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-39330-3_5
- Li, X., & Wei, F. (2023). What Confucian eco-ethics can teach us about solving the dilemma of interpreting the concept of sustainability. *Religions*, 14(9), 1216. <https://doi.org/10.3390/rel14091216>
- Li, Z., & Wei, J. (2023). *Confucian environmental ethics: Perspectives and applications*. Beijing: China Environmental Press.
- Liu, X. (2006). *Confucianism in modern China: Ethical and sociopolitical dimensions*. Beijing: Chinese University Press.
- Madsen, R. (2007). *Confucianism and modernity: Ethics and society*. University of California Press.
- Mejía, L. S., Abril, J. G., & Martínez, Á. G. (2013). La argumentación en la enseñanza de las ciencias. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 9(1), 11-28.
- Mezirow, J. (2009). An overview on transformative learning. In K. Illeris (Ed.), *Contemporary theories of learning* (pp. 90-105). Routledge.
- Ministerio de Educación de Chile (MINEDUC). (2018). *Resultados de la evaluación PISA 2018*. Santiago, Chile: MINEDUC.
- Ministerio de Educación de Chile (MINEDUC). (2022). *Bases curriculares de la educación media. Currículum Nacional*. https://www.curriculumnacional.cl/614/articulos-331226_recurso_pdf.pdf
- Ministerio de Educación de Chile (MINEDUC), Centro de Estudios, Unidad de Estadísticas (2018). *Indicadores de la educación en Chile, 2010-2016*. Santiago, Chile.
- OECD. (2016). *PISA 2015 results (Volume I): Excellence and equity in education*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264266490-en>
- Osborne, J. (2010). Arguing to learn in science: The role of collaborative, critical discourse. *Science*, 328(5977), 463-466. <https://doi.org/10.1126/science.1183944>
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections*. London: The Nuffield Foundation.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Tapping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915-933. <https://doi.org/10.1002/sce.20012>
- Paul, R., & Elder, L. (2003). *Los fundamentos del pensamiento analítico*. <https://www.criticalthinking.org/resources/PDF/SP-Pensamientoanal%C3%ADtico.pdf>
- Plumwood, V. (2002). *Environmental culture: The ecological crisis of reason*. Routledge.
- Quintanilla, M., Martínez, M., Manrique, F., et al. (2013). Identificación, caracterización y evaluación de competencias de pensamiento científico en profesores de ciencia en formación a través del enfrentamiento a la solución de problemas. *Enseñanza de las Ciencias*, Núm. Extra, 2901-2906. Recuperado de <https://ddd.uab.cat/record/175551>

- Quintanilla, M., et al. (2012). *La enseñanza de las ciencias en Chile: Desafíos y propuestas*. Santiago, Chile: Ediciones Universidad de Santiago.
- Quintanilla-Gatica, M., Labarrere-Sarduy, A., & Orellana, C. (2022). Perfiles epistemológicos sobre resolución de problemas científicos en educadoras de infantil. *Enseñanza de las Ciencias*, 40(1), 1-22. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3481>
- Ravanal, E., Ramírez, P., Muñoz, E., & Ibáñez, K. (2014). Análisis de un texto de argumentación científico escolar: De los estudiantes al profesor. *Revista Bio-grafía Escritos sobre la biología y su enseñanza*, 965. <https://doi.org/10.17227/20271034.vol.0num.0bio-grafia965.973>
- Revel Chion, A., & Adúriz-Bravo, A. (2014). La argumentación científica escolar: Contribuciones a una alfabetización de calidad. *Pensamiento Americano*, 7(13), 113-122. <https://doi.org/10.21803/pensam.v7i13.62>
- Roberts, D. (2007). Scientific literacy/science literacy. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 729-780). Routledge.
- Roth, W.-M., & Barton, A. C. (2004). *Rethinking scientific literacy*. Taylor & Francis Ltd.
- Rozzi, R. (2007). De las ciencias ecológicas a la ética ambiental. *Revista Chilena de Historia Natural*, 80(4), 5-14. <https://doi.org/10.4067/S0716-078X2007000400001>
- Rummel, J. D., Race, M., & Horneck, G. (Eds.). (2012). Ethical considerations for planetary protection in space exploration. *Astrobiology*, 12(11), 1017-1023. <https://doi.org/10.1089/ast.2012.0958>
- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513-536. <https://doi.org/10.1002/tea.20009>
- Samson, E. (2018). Pre-service teachers' approaches to the effectiveness of micro-teaching in teaching practice programs. *Open Journal of Social Sciences*, 6(5), 205-224. <https://doi.org/10.4236/jss.2018.65016>
- Sandín, M. P. (2003). *Investigación cualitativa en educación: Fundamentos y tradiciones*. McGraw-Hill.
- Santos, L., & Mortimer, E. (2019). A critical approach to scientific literacy in the education of science teachers. *International Journal of Science Education*, 41(3), 299-314. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1549371>
- Schlosberg, D. (2013). Theorising environmental justice: The expanding sphere of a discourse. *Environmental Politics*, 22(1), 37-55. <https://doi.org/10.1080/09644016.2013.755387>
- Schwartz, J. S. J., & Milligan, T. (Eds.). (2020). *The scope and content of space ethics*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-30655-2>
- Shulman, L., & Wittrock, M. (Eds.). (1987). *Paradigmas y programas de investigación en el estudio de la enseñanza: Una perspectiva contemporánea*. Editorial Paidós.
- Sjöström, J. (2023). Eco-reflexive Bildung-oriented subject didaktik. NoFa9 – The 9th Nordic Conference on Subject Education: Education, knowledge and Bildung in a global world, May 9–11, 2023 in Vaasa, Finland. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:mau:diva-64222>

- Sjöström, J. (2018). Science teacher identity and eco-transformation of science education: Comparing Western modernism with Confucianism and reflexive Bildung. *Cultural Studies of Science Education*, 13(1), 147-161. <https://doi.org/10.1007/s11422-016-9802-0>
- Sjöström, J., & Eilks, I. (2020). Chemistry education and sustainability in the Anthropocene. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-61249-3>
- Sjöström, J., Frerichs, N., Zuin, V. G., & Eilks, I. (2017). Use of the concept of Bildung in the international science education literature, its potential, and implications for teaching and learning. *Studies in Science Education*, 53(2), 165-192. <https://doi.org/10.1080/03057267.2017.1384649>
- 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*, 26, 97-112. <https://doi.org/10.7203/dces.26.1928>
- St. Clair, R. (2003). Words for the world: Creating critical environmental literacy for adults. *New Directions for Adult and Continuing Education*, 99, 69-78. <https://doi.org/10.1002/ace.110>
- Sterling, S. (2010). Transformative learning and sustainability: Sketching the conceptual ground. *Learning and Teaching in Higher Education*, 5(2), 17-33.
- Torres, N., & Solbes, J. (2016). Contribuciones de una intervención didáctica usando cuestiones sociocientíficas para desarrollar el pensamiento crítico. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(2), 43-65. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1638>
- Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge University Press.
- Tronto, J. (1993). *Moral boundaries: A political argument for an ethic of care* (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003070672>
- Tu, W. (2001). *The ecological turn in new Confucian humanism: Implications for China and the world*. State University of New York Press.
- Tucker, M. E. (1991). The relevance of Chinese neo-Confucianism for the reverence of nature. *Environmental History Review*, 15(2), 55-69. <https://doi.org/10.2307/3984970>
- Tucker, M. E. (1998). Religious dimensions of Confucianism: Cosmology and cultivation. *Philosophy East and West*, 48(1), 5-45. <https://doi.org/10.2307/1399924>
- Tucker, M. E. (2003). *Confucianism and ecology: The interrelation of heaven, earth, and humans*. Harvard University Press.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357-377. <https://doi.org/10.1002/sce.20048>

7 Apéndice

7.1 Consentimiento informado Focus Group

Consentimiento Informado

ESTIMADO/A, SE LE INVITA A PARTICIPAR EN EL SIGUIENTE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

Título del Proyecto: Ética medioambiental en la argumentación de controversias socio-científicas en profesorado en formación inicial de química y biología

Nombre Investigador Responsable: Gonzalo Quilodrán Sandoval

Usted ha sido invitado a participar en este grupo focal donde se discutirá sobre el impacto de la industria ganadera y sus implicancias éticas que le subyacen, desde una perspectiva sociocientífica.

¿De qué se trata la investigación científica a la que se lo invita a participar?

El objetivo principal del estudio es identificar y Caracterizar competencias argumentativas y el desarrollo del componente ético en el abordaje de CSC en profesionales en formación de carreras de pedagogía en química y biología

¿Cuál es el propósito concretamente de su participación en esta investigación?

Usted está invitado a participar de un Focus Group en el cual se discutirá el sobre la ganadería intensiva y sus impactos, desde una perspectiva socio científica, con el fin de evaluar los argumentos vertidos y opiniones sobre posibles resoluciones y posicionamiento sobre dicha controversia sociocientífica. Por lo que usted contribuirá con sus argumentos y opiniones con un enfoque sociocientífico, que apunta a tributar para la promoción de una educación consciente y capaz de promover una ciudadanía crítica.

¿En qué consiste su participación?

Participará leyendo un texto que presenta la situación de COEXA una industria ganadera y el conflicto con la comunidad con la que convive, por lo cual usted responderá preguntas y elaborará argumentos de forma oral, dialogando con otros participantes sobre su visión y abordaje de esta CSC.

¿Cuánto durará su participación?

El tiempo de duración máxima estimada para la discusión grupal será de 60 min

¿Qué beneficios puede obtener de su participación?

No hay beneficios directos.

¿Qué riesgos corre al participar?

No existen riesgos.

¿Cómo se protege la información y datos que usted entregue?

Los resultados de este estudio y el tratamiento de la información recopilada serán publicados, pero su nombre o identidad no serán revelados y sus datos personales permanecerán en forma absolutamente confidencial. Los datos serán reportados de forma desagregada.

¿Es obligación participar? ¿Puede arrepentirse una vez iniciada su participación?

Usted NO está obligado(a) de ninguna manera a participar en este estudio. Si accede a participar, puede dejar de hacerlo en cualquier momento sin repercusión negativa alguna para usted.

¿Qué uso se va a dar a la información que entregue?

La información que usted entregue será utilizada en publicaciones de tesis, artículos, presentaciones en congresos, conferencias u otros similares. Toda la información que proporcione a la investigación tendrá carácter confidencial y podrá ser utilizada por un máximo de 5 años, omitiendo su identidad, la que será parte de códigos propios de la investigación sin que su nombre aparezca en ningún documento oficial.

¿Se volverá a utilizar la información que yo entregue?

En caso de que la información se utilice nuevamente, solo podrá hacerse con los datos anonimizados en una investigación científica, que continúe en la misma línea investigativa.

¿A quién puede contactar para saber más de este estudio o si le surgen dudas?

Cualquier pregunta que usted quiera hacer en relación con su participación en este estudio, deberá ser contestada Gonzalo Quilodrán (fono *****). Si usted tiene alguna consulta o preocupación respecto a sus derechos como participante de este estudio, puede contactar a la profesora en calidad de directora de la tesis en la que se encuentra enmarcado este estudio.

Acepto que esta entrevista sea grabada en formato de audio Sí _____ No _____

Acepto que mi participación sea registrada mediante fotografías o videos Sí _____ No _____

Acepto que mi imagen sea usada solo para el análisis de los datos Sí _____ No _____

HE LEIDO ESTE DOCUMENTO Y HE SIDO INFORMADO/A DEL OBJETIVO Y CARACTERÍSTICAS DE ESTE ESTUDIO Y ACEPTO PARTICIPAR VOLUNTARIAMENTE EN ÉL, EN CALIDAD DE:	
Participante	
CORREO ELECTRÓNICO PARA RECIBIR LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN:	
Gonzalo Quilodrán	

Nombre Investigador/a Responsable	Nombre del/la Participante
Directora de tesis	

Dentro de tus posibilidades tienes derecho enviar el documento CONSENTIMIENTO ESCANEADO CON TU FIRMA o incluso una FOTO DEL DOCUMENTO FIRMADO, FIRMA ELECTRÓNICA SIMPLE , o si no puedes, en última instancia, un CORREO INFORMANDO RECEPCIÓN Y ACEPTACIÓN CON TU PARTICIPACIÓN al correo del/la investigador/a responsable: *****@usach.cl
Declaro que he podido leer y/o descargar una copia del Consentimiento Informado, he comprendido el estudio y participo voluntariamente en este estudio online.

7.2 Instrumento del Focus Group

INSTRUMENTO DE GRUPO FOCAL

Estimado(a) profesorado de química y biología en formación

Quien suscribe, Gonzalo Quilodrán Sandoval, en calidad de tesista me dirijo a usted con la finalidad de invitarle a participar el presente Grupo Focal que forma parte de mi tesis titulada “Ética medioambiental en la argumentación de controversias socio-científicas en profesorado en formación inicial de química y biología”, *Dirigida por ~~Carol Joglar y Mario Quintanilla.~~*

La principal finalidad de esta actividad es promover y desarrollar competencias y argumentativas y metacognitivas en el profesorado de química y biología en formación inicial

**TODA LA INFORMACIÓN QUE SE RECOPILE ES DE USO ESTRICTAMENTE
CONFIDENCIAL**

I. Antecedentes Personales

Nombre completo:

Taller de lectura crítica

Argumentar a partir de problemáticas sociocientíficas

Instrucciones

- **Introducción al concepto de ética medioambiental (10 MIN.)**
- **Lectura comprensiva de CSC sobre la ganadería intensiva (10 MIN.)**
- **Discusión grupal sobre esta práctica y su impacto en las comunidades locales y el ecosistema (30 MIN.)**
- **Reflexiones finales y agradecimientos (10 MIN.)**
- **Si tienes alguna pregunta, no dudes en consultar.**

PRIMERA PARTE. INTRODUCCIÓN DEL CONCEPTO “ÉTICA MEDIOAMBIENTAL” (10 MIN.)

La ética medioambiental se enfoca en explorar las bases morales que deben guiar la relación entre los seres humanos y el entorno natural. Este enfoque busca evaluar críticamente las acciones humanas que afectan los ecosistemas, promoviendo un marco de responsabilidad que priorice la sostenibilidad y el bienestar tanto de las generaciones presentes como futuras. En particular, la ética medioambiental cuestiona las prácticas que tradicionalmente han privilegiado el desarrollo económico a expensas de la integridad ecológica y la justicia social.

En el contexto de las controversias socio-científicas, la ética medioambiental se convierte en una herramienta indispensable para abordar y resolver los conflictos que emergen cuando los intereses económicos, sociales y ambientales se encuentran en tensión. Estas controversias a menudo implican dilemas complejos en los que las decisiones científicas y tecnológicas tienen profundas implicaciones éticas. Tal como señalan Sjöström y Eilks (2018), integrar la ética medioambiental en la alfabetización científica crítica es fundamental para capacitar a los ciudadanos en la participación activa en debates públicos sobre asuntos ambientales, permitiéndoles tomar decisiones informadas y éticamente fundamentadas.

Además, como menciona Murga-Menoyo (2017), la educación para la sostenibilidad, que incluye la ética medioambiental, debe ser una prioridad en la formación educativa, ya que permite a los individuos reflexionar sobre las consecuencias de sus acciones y promueve un comportamiento responsable y sostenible. En la educación científica, esto es particularmente relevante, ya que prepara a los futuros docentes para guiar a sus estudiantes en la exploración de las dimensiones

éticas de los problemas ambientales, utilizando la argumentación como una herramienta clave para evaluar diferentes perspectivas y tomar decisiones bien fundamentadas.

SEGUNDA PARTE. LECTURA PERSONAL (10 MIN.)

(Noticia extraída de una columna de opinión del centro de derecho ambiental de la Universidad de Chile. Que presenta un extracto de una entrevista realizada por Martina Paillacar Mútizabal a Valeria Duran Medina directora del centro antes mencionado. Publicada el 25/10/2021)

<https://derecho.uchile.cl/centro-de-derecho-ambiental/columnas-de->



[opinion/cdaenlosmedios-v-duran-y-los-](#)

[alcances-del-acuerdo-de-escazu](#)

El debate sobre los impactos socioambientales de la industria ganadera en Chile

Casos como el de COEXCA en la Región del Maule muestran la necesidad de priorizar la salud humana y medioambiental sobre el beneficio económico de las empresas.

La industria ganadera se basa en un paradigma antropocéntrico y un modelo capitalista exportador que explota intensivamente la naturaleza. Para entender su desarrollo en Chile, es importante revisar la historia de la propiedad privada y el acceso a la tierra, comenzando con la “Pacificación de la Araucanía”, que despojó tierras indígenas y estableció un modelo jerárquico racial. La reforma agraria (1962-1973) redistribuyó tierras, pero el neoliberalismo tras la dictadura de Pinochet revirtió muchos de estos cambios, consolidando el latifundio industrializado enfocado en la productividad privada.

El modelo agroexportador globalizado ha incrementado las desigualdades y conflictos, tratando la naturaleza como un recurso explotable en lugar de un sujeto de derechos. Desde la colonización, la ganadería ha pasado de ser una práctica de autoconsumo a una industria a gran

escala. En 2020, se presentó un proyecto de ley para clasificar jurídicamente a los animales como seres sintientes, en lugar de bienes muebles semovientes.

Impactos socioambientales de la Industria ganadera

La industria ganadera tiene dos principales sistemas de producción: intensiva, con gran cantidad de animales en espacios reducidos, y extensiva, con menos animales por hectárea en pastoreo. Sus productos se usan para alimentación, fabricación de productos, vestimenta, entre otros.

La producción ganadera industrial es cuestionada por sus impactos socioambientales: emisión de gases de efecto invernadero, uso de energías fósiles, contaminación y degradación de la tierra, y contaminación de fuentes hídricas. Esto afecta a las comunidades locales, que a menudo carecen de acceso a agua potable. La escasez hídrica afecta también a la biodiversidad, generando graves impactos sociales y ambientales.

La deforestación para producir alimentos para el ganado y el uso de agrotóxicos también contribuyen a la pérdida de biodiversidad. Investigaciones, como la del Dr. Carlos Zamorano, destacan el impacto de la ganadería en bosques nativos, afectando la regeneración de especies como la araucaria. Además, la introducción de ganado doméstico afecta la fauna nativa y la excesiva utilización de antibióticos fomenta la resistencia de patógenos a los antimicrobianos, y enfermedades zoonóticas se propagan a humanos.

En Latinoamérica, la ganadería provoca la expulsión de comunidades de sus tierras, precarización laboral, y control de la cadena alimentaria por grandes distribuidoras. El sociólogo Felipe Marchant resalta la precariedad laboral en la ganadería, que incluye inestabilidad, bajos salarios y falta de seguridad social.

Alberto Lorente Saiz, en "Ganadería y Cambio Climático: Una influencia recíproca", señala que la industria ganadera contribuye a la desigualdad global en la distribución de alimentos, afectando más a los países menos desarrollados. Propone un estilo de vida sostenible y responsable con el planeta.

La industria ganadera genera consecuencias graves al medioambiente y a las comunidades locales, como reafirma el "Atlas de la Carne 2021". Existe también una preocupación creciente por los derechos de los animales y su bienestar, llamando a reconocerlos como seres sintientes y sujetos de derechos.

Las plantas frenadoras y procesadoras de carne también enfrentan denuncias por contaminación y malos olores. El Dr. Zamorano enfatiza la necesidad de regular la ganadería en bosques nativos, sugiriendo políticas públicas para minimizar sus impactos en los ecosistemas forestales.

Chile ha firmado numerosos tratados internacionales sobre protección medioambiental, aunque no ha firmado el Acuerdo de Escazú, perdiendo liderazgo y oportunidad de proteger a defensores de derechos humanos en asuntos ambientales. Esto es especialmente relevante dado que muchos conflictos socioambientales están relacionados con la ganadería.

Impactos socioambientales de la industria ganadera porcina: el Caso de COEXCA

El caso de COEXCA S.A, en la VII región del Maule, evidencia los múltiples y negativos impactos de las mega industrias ganaderas porcinas en comunidades locales. Estas industrias afectan derechos como la salud, seguridad, vivir en un medio libre de contaminación, y la propiedad. La legislación chilena protege la propiedad privada, pero la instalación de estas industrias puede reducir el valor de los inmuebles y perjudicar la dignidad de los habitantes, el turismo local, y el patrimonio cultural.

El conflicto comenzó en 2013 con la instalación de COEXCA en San Javier de Loncomilla, cerca de las Ciénagas del Ñame, un humedal prioritario para la conservación de la biodiversidad. La comunidad ha sufrido enfermedades, malos olores, plagas, y el uso excesivo de antibióticos desde entonces. La zona se convirtió en un área de sacrificio ambiental, con impactos en la salud, calidad de vida, derechos, y la calidad del paisaje.

COEXCA S.A., que factura 150 millones de dólares anuales, ha enfrentado múltiples denuncias por irregularidades y operaba sin permisos para funcionar a capacidad máxima inicialmente. Mientras tanto, los residentes reciben agua en camiones aljibe, mientras la empresa utiliza miles de litros diarios. En 2020, la Corte de Apelaciones de Talca determinó que la industria vulnera el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación.

Álvaro Letelier, vecino y miembro de Maule Sur por la Vida, destaca la contaminación del aire, irritación de vías aéreas, y presencia de plagas. La salud mental de la comunidad también se ve afectada por la incertidumbre y la lucha contra la empresa y el Estado. Ramón Romo Toro, dirigente local, cuestiona si países como Dinamarca permitirían tal daño en sus territorios, y critica la falta de cumplimiento de las leyes ambientales chilenas.

Teresita Herrera, ingeniera ambiental y miembro de Maule Sur por la Vida, señala cómo los países desarrollados sacrifican territorios como el Maule para alcanzar sus metas productivas. Este modelo de producción ganadero perjudica especialmente a los países en desarrollo y a las comunidades más vulnerables.

Un informe de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, Odepa (2021), subraya la necesidad de un enfoque sostenible y responsable en la industria ganadera. Giménez, Pedreño y Ramírez, en su estudio sobre la industria porcina, abogan por una respuesta legal que gestione el riesgo y aborde el modelo de producción intensiva.

La comunidad afectada por COEXCA no busca mejorar las condiciones de la industria porcina, sino su cierre definitivo, similar al caso de Agrosuper en Freirina en 2012.

A continuación, se dará espacio para discutir y argumentar sobre esta CSC.

8 Anexo

8.1 Consentimiento Informado Proyecto FONDECYT

FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título del Proyecto *Identificación y caracterización de competencias argumentativas y explicativas en profesorado de química y biología en formación inicial. Su contribución al desarrollo profesional docente desde una perspectiva socio-científica.*

Nombre Investigador Responsable Dr. MARIO QUINTANILLA-GATICA

Afiliación del Proyecto: FONDECYT 1231325

Usted ha sido invitado a participar en el estudio *Identificación y caracterización de competencias argumentativas y explicativas en profesorado de química y biología en formación inicial. Su contribución al desarrollo profesional docente desde una perspectiva socio-científica.* a cargo del investigador Dr. Mario Quintanilla-Gatica, de la Facultad de Educación de la Universidad Católica. Este estudio está siendo financiado por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID). El objeto de esta carta es ayudarlo a tomar la decisión de participar en la presente investigación.

¿De qué se trata la investigación científica a la que se lo invita a participar?

El objetivo principal del estudio es *identificar y caracterizar competencias argumentativas y explicativas en profesionales en formación de carreras de ciencias experimentales, humanidades y ciencias sociales.*

¿Cuál es el propósito concretamente de su participación en esta investigación?

Usted ha sido convocado por el Equipo de Investigación que lidera el Dr. Mario Quintanilla con la finalidad de compartir sus conocimientos sobre la ciencia y sus finalidades en el mundo de hoy como una contribución fundamental a la educación cívica, científica y ciudadana en su desarrollo profesional, participando en diferentes actividades tales como aplicación de un

cuestionario, y colaborar en otras modalidades de recopilación de datos con el Equipo de Investigación del Proyecto.

¿En qué consiste su participación?

Participará respondiendo un Cuestionario sobre ciencia y enseñanza de las ciencias para la promoción y el desarrollo de competencias de pensamiento científico explicativas y argumentativas. El formato será de papel y lápiz durante una clase previamente concertada con el profesor responsable del curso

¿Cuánto durará su participación?

El tiempo de duración máxima estimada para responder el Cuestionario será de 50 min..

¿Qué beneficios puede obtener de su participación?

No hay beneficio directo

¿Qué riesgos corre al participar?

Ninguno

¿Cómo se protege la información y datos que usted entregue?

Los resultados de este estudio y el tratamiento de la información recopilada serán publicados, pero su nombre o identidad no serán revelados y sus datos personales permanecerán en forma absolutamente confidencial. Los datos serán reportados desagregados.

¿Es obligación participar? ¿Puede arrepentirse una vez iniciada su participación?

Usted NO está obligado (a) de ninguna manera a participar en este estudio. Si accede a participar, puede dejar de hacerlo en cualquier momento sin repercusión negativa alguna para usted.

¿Qué uso se va a dar a la información que yo entregue?

La información que yo entregue será utilizada en publicaciones de artículos, presentaciones en congresos, conferencias u otros similares y que estarán disponibles para la docencia en un

portal web. Toda la información que proporcione a la investigación tendrá carácter confidencial y podrá ser utilizada por un máximo de 5 años, omitiendo su identidad, la que será parte de códigos propios de la investigación sin que su nombre aparezca en ningún documento oficial.

¿Se volverá a utilizar la información que yo entregue?

En caso de que la información se utilice nuevamente, solo podrá hacerse con los datos anonimizados en una investigación científica, que continúe en la misma línea investigativa.

¿A quién puede contactar para saber más de este estudio o si le surgen dudas?

Cualquier pregunta que usted quiera hacer en relación con su participación en este estudio, deberá ser contestada por Don Mario R. Quintanilla Gatica (fono 686 53.56/ 53.61). Si usted tiene alguna consulta o preocupación respecto a sus derechos como participante de este estudio, puede contactar al Comité Ético Científico de Ciencias Sociales, Artes y Humanidades, cuyo presidente es el señor David Preiss Contreras Contacto: eticadeinvestigacion@uc.cl

HE TENIDO LA OPORTUNIDAD DE LEER ESTA DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO INFORMADO, HACER PREGUNTAS ACERCA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, Y ACEPTO PARTICIPAR EN ESTE PROYECTO.

_____ Acepto participar

Firma del/la Participante Fecha

Nombre del/la Participante

Nombre y firma de quien aplica el CI Fecha

8.3 TDPC DMPS03, Salida a terreno – CSC en contexto

PEDAGOGIA EN QUÍMICA Y BIOLOGÍA

DIDACTICA DE LA BIOLOGÍA

04 DE JUNIO 2024

Salida a terreno – Cuestiones socio científicas en contexto

Nombre: _____

Nombre: _____

Objetivo: *Construir una cuestión socio científica desde un ecosistema modificado argumentando las dimensiones que lo constituyen.*

La conservación de espacios naturales radica en preservar la biodiversidad, proteger los ecosistemas vitales, mitigación del cambio climático, promover y preservar la belleza y valores culturales inherentes a la naturaleza (Acebal Expósito, 2011). En este contexto la enseñanza de la biología proporciona conocimientos sobre los ecosistemas y la vida en la Tierra, pero también tiene un rol importante en fomentar la comprensión de la interdependencia entre la humanidad y la naturaleza.

Chile viene perdiendo significativamente su biodiversidad, recurso invaluable que también impacta el planeta Tierra, a partir de lo cual, este tema se convierte en un llamado urgente a la acción por parte de los seres humanos (Sjöström et al., 2016).

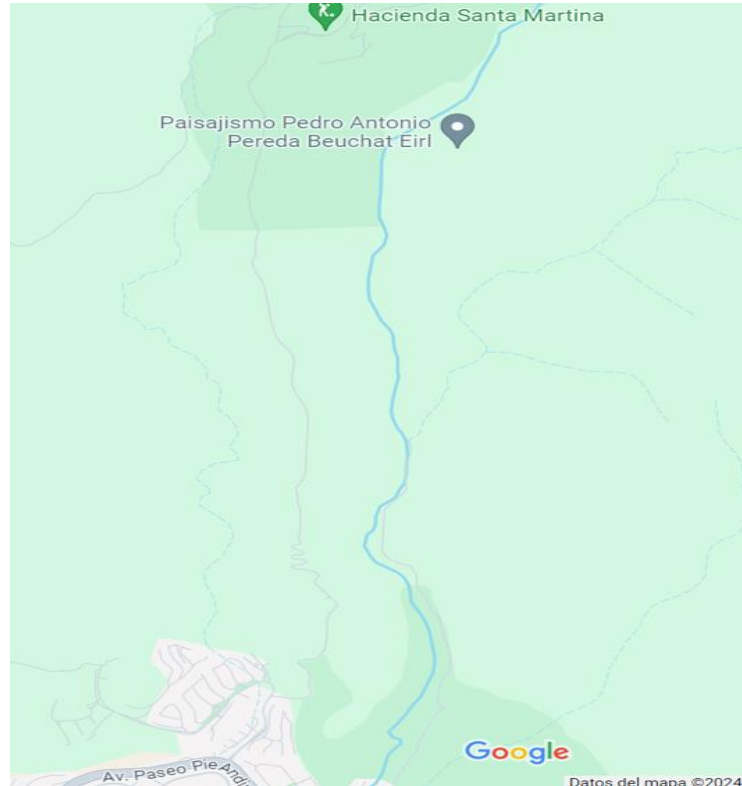
Los ecosistemas y su biodiversidad cumplen un papel primordial en la generación de bienestar humano (Quétier et al., 2007). Su integridad ecológica y resiliencia permiten generar un flujo de servicios al ser humano, conocidos como servicios ecosistémicos, estos son los beneficios tangibles e intangibles que los seres humanos obtienen de los ecosistemas naturales y modificados como, por ejemplo, los parques urbanos. Estos servicios son vitales para el bienestar humano y el funcionamiento de las sociedades, ya que proveen recursos esenciales, regulan procesos naturales y ofrecen un entorno propicio para la vida.

El manejo de los ecosistemas por parte del ser humano (antropocéntrico) genera cambios en sus propiedades ecológicas (incluyendo su biodiversidad), lo que influye en la capacidad de los ecosistemas de proveer servicios ecosistémicos (Quétier et al., 2007), por lo tanto comprender y valorar estos servicios ecosistémicos es fundamental para la

toma de decisiones sostenibles, ya que el compromiso del ser humano no es sólo conservar las especies y los ecosistemas, sino los beneficios que se obtienen de éstas (Martín-López y Montes, n.d.).

Etapas de la construcción de la CSC y sus dimensiones

1. Identificar una cuestión sociocientífica (CSC) en un contexto modificado.
 - a. Para identificar la CSC, la pareja deberá recorrer el camino de ida y observar posibles problemáticas a ser abordadas.
 - b. Identificar en el mapa los puntos cardinales en el mapa (use brújula de la app ToolsBox).
 - c. Indique las coordenadas en donde se identifica la CSC. Use el Google maps mantenga pulsada un área del mapa que no esté etiquetada para colocar ahí un marcador rojo y vea las coordenadas en el cuadro de búsqueda.
 - d. Identifique la altitud en la cual está el punto donde se identifica la CSC (use el altímetro de la app ToolBox).
 - e. Identifique en el mapa las áreas menos antropizadas.
 - f. Identifique en el mapa, por medio de una legenda, unidades fisionómicas encontradas (p.e. flora, fauna, humanos, medioambientales, elementos fisicoquímicos y perceptivos sensoriales, otros)



2. Evidenciar la CSC por medio de la realización de un inventario contextualizado.
 - a. Recoger toda la información posible acerca del problema a abordar y el servicio ecosistémico que este puede aportar (recogida de muestras, fotos, medición de áreas, datos desde sensores, u otros instrumentos, etc).

3. Explique (por medio de un texto) la CSC identificada:

4. Identificar los conocimientos científicos y sociales necesarios para analizar la CSC.
 - a. Búsqueda de información a partir de la tabla multidimensional

Tabla 11 Búsqueda de informaciones de cada dimensión de la CSC

ÉTICA	SOCIAL	POLITICO	AMBIENTAL	ECONÓMICO	TECNOLÓGICO	CIENTÍFICO
Conocimiento científicos/modelos						

A realizar en la próxima clase (11.06.24)

5. A partir del análisis de las dimensiones de la CSC del problema a abordar. Diseñe un argumento que considera relevante para cada una de las dimensiones.

Tabla 12 Argumentos para cada dimensión

ÉTICA	SOCIAL	POLITICO	AMBIENTAL	ECONÓMICO	TECNOLÓGICO	CIENTÍFICO

6. ¿Qué elementos de la salida a terreno, ustedes consideran que aportaron a la construcción y comprensión de la CSC?
7. ¿Cómo la ST aporta en el diseño de los argumentos multidimensionales de la CSC?
8. Como profesor/ar en formación argumente la importancia del aprendizaje de la biología por medio de CSC en contexto?

8.4 TDPC DMPS04 – Reflexión sobre ética y NOS

NARRATIVA (MOMENTO 3) O PROCESO DE EVALUACIÓN (PE)

Dispositivo 03 Sesión 02 Código: DMPS04-U3-PQyBM3

- Nombre:
- Edad
- Institución
- Fecha:
- Género
- Nivel (curso) desde el que se sitúa esta reflexión:
- Actividad:

1. Responde de manera individual:

2. ¿Qué elementos debo tener en cuenta al momento de enseñar a argumentar en mis clases?
3. ¿Cómo pueden aportar las CSC en el aprendizaje más profundo de la Naturaleza de las Ciencias (NOS)?
4. ¿Cómo puede los aspectos éticos y morales contribuir a la toma de decisiones en el abordaje de CSC?

8.5 Argumentos elaborados por PFI sobre CSC levantadas en la salida a terreno

8.5.1 Análisis CSC grupo 1 – Impacto de la intervención humana sobre el flujo y Calidad del agua en el ecosistema

Grupo 1 – PF4 y PF2, demostró un interés por el cauce del río y la disminución del cauce que era notoria debido a que existían distintas marcas en el nivel del agua observado en las rocas que forman parte del torrente de agua, ante lo cual realizaron observaciones preliminares sobre las posibles causas de este fenómeno, llegando a la conclusión, que el nivel de afectación sería distinto dependiendo de la naturaleza del comportamiento humano, producto de esto levantaron como CSC “ **¿Cómo afecta la interacción humana (como cruzar un río) y la intervención de actividades recreativas (como una hacienda) en la calidad y la potabilidad del agua para los seres vivos del lugar?** ”. A continuación, se presenta el desglose del argumento desde la dimensión ética y ambiental

Argumento desde la ética

La intervención en ríos con ecosistemas autosuficientes debe ser evitada para preservar la biodiversidad y la funcionalidad del entorno natural. Esto ya que los ecosistemas son autosuficientes, complejos y además suelen estar interconectados proporcionando hábitats para una variedad de especies. Estos ecosistemas representan alrededor del 10% de los servicios ecosistémicos globales, a pesar de ocupar solo el 0,3% de la superficie terrestre. A **causa** de esto la intervención en estos espacios puede llevar a la pérdida de especies, debido a que muchas dependen de condiciones específicas que pueden ser alteradas por la actividad humana, la alteración de los ríos es una evidencia de que puede afectar negativamente a las especies que habitan en ellos. Por ejemplo, la construcción de presas o la **modificación** de **cauce** puede interrumpir los patrones migratorios de peces y otros organismos acuáticos, lo que a su vez afecta a las especies que dependen de ellos para alimentarse. La investigación indica que la protección de las llanuras de inundación y los corredores ribereños no solo beneficia a los ecosistemas fluviales, sino que también reduce el impacto de inundaciones y sequías. Los ecosistemas fluviales tienen funciones críticas, como la regulación del ciclo del agua, la filtración de contaminantes y la provisión de hábitats. La intervención puede alterar estos procesos, llevando a una disminución en la **calidad** del agua y a un aumento en la erosión y sedimentación. La investigación sugiere que la delimitación adecuada de las zonas ribereñas es esencial para prevenir el deterioro de los ecosistemas acuáticos y proteger el régimen de las corrientes. En conclusión, es fundamental adoptar un enfoque de gestión que priorice la conservación y el respeto por la dinámica natural de los ríos, garantizando así un futuro sostenible para estos valiosos ecosistemas.

Argumento desde lo ambiental

La intervención humana en el cerro las hualtatas, como la construcción de haciendas, **cabinas** de vigilancia, entre otras, en áreas **cercanas** al río y a su vez cruzarlo ya sea **caminando**, en bicicleta o en motocicleta, genera una serie de impactos negativos en la biodiversidad del sector, como en las plantas, hongos, animales y especialmente en la calidad y potabilidad del agua. Las construcciones a menudo liberan contaminantes, como sedimentos, metales pesados y productos químicos, que pueden alterar las propiedades químicas del agua. Estos contaminantes no solo afectan la calidad y la potabilidad del agua, sino que también pueden afectar la supervivencia de la flora y la fauna en sus hábitats naturales (Enshassi, Kochendoerfer y Rizq, 2014).

Además, los problemas y desafíos hídricos son **significativos**, por ejemplo, por su **escasez** o calidad, ya que es de gran importancia el proteger el agua de la contaminación, debido a que es un recurso limitado y vital para los seres vivos (Fundación Chile, 2017). En modo de síntesis, la contaminación generada por materiales de construcción y nuestro andar en los ríos puede afectar **significativamente** la potabilidad del agua, haciéndola peligrosa para el consumo de los animales y afectando la biodiversidad del parque.

8.5.2 Análisis CSC grupo 2 – Impacto de la descomposición de cadáveres animales en el ecosistema

Grupo 2 – PF8 y PF7, este grupo puso su foco de atención en la presencia de cadáveres de vacas, que se hallaban en el lugar y pertenecían a un grupo de animal de ganado que utiliza como sitio de pastoreo las dependencias del parque nacional “Las Hualtatas”, el proceso de descomposición de dichos restos animales, fue el fenómeno que decidieron levantar en la CSC **“Impacto del proceso de amonificación y descomposición de animales muertos sobre la salud del ecosistema y la diversidad de especies vegetales”**, a continuación, se presenta el desglose del argumento desde la dimensión ética y ambiental

Argumento desde la ética

En Chile, la gestión ética de la descomposición de fauna en parques públicos debe considerar tanto los principios de bienestar animal como la conservación del medio ambiente. Las **práctica** éticas podrían incluir la evaluación del impacto de dejar la fauna descomponerse naturalmente versus la intervención para remover **cadáveres**, garantizando que cualquier intervención minimice el sufrimiento animal y respete los procesos ecológicos (Rozzi et al., 2006).

Argumento desde lo ambiental

La descomposición de animales en parques puede aumentar la fertilidad del suelo, promoviendo un crecimiento vegetal saludable y una mayor diversidad de especies. Sin embargo, si no se maneja adecuadamente, puede **causar** problemas como la contaminación del suelo y el agua, afectando negativamente a las especies y al ecosistema en general (Wardle et al., 2004).

8.5.3 Análisis de CSC grupo 3 – Impacto de ganado en áreas protegidas sobre la regeneración de especies vegetales.

Grupo 3 – PF12 y PF1, este grupo sostuvo un especial interés por el animal de ganado (vacas) avistado durante la salida a terreno, por lo cual en el informe DMPS03, levantaron la controversia sociocientífica de la **“Incidencia de animales ganaderos en áreas protegidas y su impacto en la regeneración de especies nativas y/o endémicas”**, a continuación, se presenta el desglose del argumento desde la dimensión ética y ambiental.

Argumento desde la ética

La ética nos ayuda a repensar y educarnos sobre la importancia de la responsabilidad que uno tiene como individuo sobre el medioambiente y la biodiversidad, dado que para que la protección, conservación y cuidado de zonas protegidas y/o áreas intervenidas sea efectiva, es necesario hacerlo de manera sostenible y responsable.

Argumento desde lo ambiental

El comprender y conocer conceptos tales como son los señalados en la anterior tabla multidimensional *(los conceptos mencionados anteriormente son: biodiversidad, ecosistema, especie introducida, especie endémica, flora, fauna y hábitat) * es vital para que la ciudadanía este correctamente informada o científicamente alfabetizada para que ante cualquier fenómeno o suceso que pudiera ocurrir, ellas/os ya conozcan las consecuencias y el que significa esto.

8.5.4 Análisis de CSC grupo 4 – Impacto del uso de bicicletas y motos en senderos y áreas naturales

Grupo 4 – PF6 y PF5, durante el recorrido guiado del parque ocurrió un incidente en el cual motos se encontraban transitando por el sendero, lo cual derivó en que el grupo tuviese que ceder el paso para poder continuar con la ruta, esto despertó la atención de este grupo, ya que hicieron observaciones sobre las huellas de los neumáticos y el ruido que emiten los motores cuando realizan combustión, por lo que levantaron como CSC **“El uso inadecuado de bicicletas y motos de montaña en senderos y áreas naturales”**. A continuación, se presenta el desglose de sus argumentos desde el prisma de la ética y lo ambiental.

Argumento desde la ética

El uso irresponsable de bicicletas y motos en senderos naturales genera un impacto negativo en el medio ambiente que debe ser regulado en favor del bien común. Encuestas realizadas indican que la mayoría de los visitantes de áreas naturales prefieren disfrutar de la tranquilidad y el entorno sin la presencia de vehículos motorizados (Monz et al., 2010). Si bien las y los individuos tienen el derecho de disfrutar de actividades recreativas al aire libre, este derecho debe equilibrarse con la responsabilidad de preservar el medio ambiente para el beneficio de toda la sociedad. La Declaración Universal de los Derechos Humanos establece que "Toda persona tiene derecho a disfrutar de un nivel de vida adecuado que le asegure, así como a su familia, la salud y el bienestar" (ONU, 1948). En este contexto, si bien las y los usuarios de bicicletas y motos tienen el derecho de disfrutar de los espacios naturales, este derecho debe ejercerse de manera responsable y sustentable. Algunos argumentan que la restricción del uso de estos vehículos en senderos limita la accesibilidad y las oportunidades de recreación al aire libre. Sin embargo, estudios han demostrado que existen alternativas que pueden satisfacer estas necesidades sin comprometer la integridad de los ecosistemas (Pickering y Hill, 2007).

Argumento desde lo ambiental

El uso de bicicletas y motos en senderos de áreas protegidas representa una amenaza **significativa** para la conservación de estos ecosistemas. Según Tacón y Firmani (2004), el tránsito de vehículos por estos senderos compacta el suelo, dificultando el crecimiento de la vegetación y perturbando la fauna silvestre. Esta compactación reduce la porosidad del suelo, impidiendo la infiltración del agua y la aireación necesaria para el desarrollo de las raíces de las plantas. Además, la presencia humana y el ruido asociados a estos vehículos alteran los patrones de comportamiento de los animales, generando estrés y afectando sus hábitats. Aunque un manejo adecuado de las actividades recreativas podría mitigar algunos de estos impactos, la evidencia científica sugiere que, sin un control riguroso, el uso de bicicletas y motos en senderos de áreas protegidas genera consecuencias perjudiciales para el medio ambiente.

8.5.5 Análisis CSC grupo 5 – Comparativa de calidad de aire en áreas verdes y ciudades

Grupo 5- PF3 y PF11, durante la salida a terreno este grupo realizó observaciones sobre la contaminación atmosférica, apreciable desde el cerro que se encuentra a una altura superior a los mil metros, por lo que les fue posible apreciar la presencia de gases de efecto de invernadero que se agrupaban en capas producto de la densidad, estos elementos fueron abordados en la controversia que denominaron como "**Comparativa de la calidad de aire en espacios verdes y el aire presente en la ciudad de Santiago**". A continuación, se presenta el desglose de los argumentos desde la ética y lo ambiental.

Argumento desde la ética

Las autoridades responsables deben examinar las fuentes **locales** en las municipalidades más contaminadas; El gobierno debe tomar medidas extras para escuchar a la comunidad y mejorar el acceso a la información medioambiental.

Argumento desde lo ambiental

Los estándares de calidad del aire en Chile no son muy exigentes, si los comparamos con lo que propone la Organización Mundial de la Salud en sus guías de calidad del aire. A esto podemos sumarle que en la mayoría de las estaciones de monitoreo no se cumplen nuestros estándares actuales de MP 2,5, tanto diarios como anuales.