

**UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE**  
**FACULTAD DE QUÍMICA Y BIOLOGÍA**  
**Departamento de Biología**



**Concepciones emergentes de la Naturaleza de la Ciencia en futuros profesores de Química y Biología durante actividades formativas con enfoque sociocientífico**

**René Alex Vásquez Reyes**

**Profesora Guía: Carol Joglar**

**Co-tutor: Mario Quintanilla Gatica**

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

**Santiago – Chile**

**2024**

En la siguiente sección se detallan algunos antecedentes que configuran el problema de investigación y los correspondientes objetivos que se atienden en el presente trabajo de Pregrado. La cual orbita en el campo de la investigación de la Didáctica de las Ciencias Experimentales, en la línea de investigación de la formación inicial docente, la Naturaleza de las Ciencias y las controversias socio científicas, que se vienen desarrollando en asociación con el Laboratorio G.R.E.C.I.A y el proyecto FONDECYT 123 1325 que dirige el Doctor Mario Quintanilla Gatica, docente y académico de la Facultad de Educación de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

**HOJA DE CALIFICACIÓN**

**HOJA DE DOY FE**

## **RESUMEN**

El presente trabajo de Tesis tiene como objetivo analizar los perfiles epistemológicos acerca de la enseñanza de las ciencias y las concepciones emergentes sobre la Naturaleza de la Ciencia (NOS) en el profesorado en formación de Química y Biología (PFQyB), durante el desarrollo de actividades formativas con enfoque sociocientífico trabajado en asociación con el proyecto FONDECYT 12313245. La metodología utilizada se centra principalmente en paradigma cualitativo-interpretativo, donde se identificaron los perfiles epistemológicos que predominan en el PFQyB, vinculándolos a sus concepciones sobre la NOS y su integración en la enseñanza de las ciencias. Los resultados muestran que los PFQyB tienden hacia un perfil racionalista moderado, reconociendo elementos de la NOS en la argumentación científica, el pensamiento crítico y las controversias sociocientíficas (CSC) para la construcción de una visión de ciencia para la justicia social. Sin embargo, se detectan también tendencias positivistas, relacionada a la sobrevaloración de actividades experimentales y las CSC sin componentes históricos. Se concluye que las actividades con enfoque sociocientífico contribuyen a una visión más holística de la ciencia, pero se requiere un enfoque más explícito y sostenido para consolidar una adecuada comprensión de la NOS en futuros docentes.

**Palabras clave:** Perfiles epistemológicos de la enseñanza, Naturaleza de la Ciencia, Controversias sociocientíficas, argumentación científica, pensamiento crítico, pensamiento científico.

**DEDICATORIA (OPTATIVO)**

## **AGRADECIMIENTOS (OPTATIVO)**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN:</b> .....	<b>1</b>
1.1 Delimitación del problema: Desde los organismos internacionales hasta la Didáctica de las Ciencias experimentales .....	1
1.2. ¿Por qué investigar la NOS con el enfoque CSC? .....	3
1.3. Relevancia previa a la Investigación.....	4
1.4. Supuesto de la investigación .....	5
1.5 Preguntas de investigación .....	5
1.6. Objetivo general .....	5
1.7. Objetivos específicos .....	5
<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>6</b>
2.1. Desafíos y finalidades de la formación inicial docente .....	6
2.2. Desde la alfabetización tecnocientífica a una alfabetización para la ciudadanía: CSC como estrategia clave .....	6
2.3. Por una Ciencia Racional y Razonable .....	8
2.3.1 La Didáctica de las ciencias experimentales resignificando las ideas de Toulmin .....	9
2.3.2 Perfiles Epistemológicos para la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias .....	9
2.4. Competencias del Pensamiento Científico .....	10
2.4.1 Pensamiento Crítico y Pensamiento Científico.....	11
2.4.2 Argumentación científica escolar y el modelo argumentativo de Toulmin .....	12
2.5. Naturaleza de las Ciencias .....	14
2.5.1 Visiones de la Naturaleza de la Ciencia .....	14
2.5.2. Vínculo entre la Naturaleza de la Ciencia y los perfiles epistemológicos.....	18
2.5.3. Algunas concepciones ingenuas de NOS.....	19
2.5.4. Naturaleza de las Ciencias y Controversias Sociocientíficas .....	20
<b>3. MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>22</b>
3.1. Contexto de la investigación .....	22
3.2. Justificación de la metodología de investigación .....	22
3.3. Etapas de la investigación .....	23
3.4 Participantes .....	23
3.5 Delimitación de los instrumentos de recogida de datos .....	24
3.5.1 Cuestionario tipo Likert .....	24
3.5.2 Actividades formativas con enfoque sociocientífico.....	25
3.6. Herramientas para el análisis de datos.....	27
<b>4. Resultados y Discusión .....</b>	<b>29</b>

4.1 Perfiles epistemológicos de la enseñanza de las ciencias a partir del cuestionario sobre la enseñanza de las ciencias .....	29
4.2 Concepciones de la NOS en el relato escrito y hablado del profesorado en formación en química y biología .....	33
4.2.1 Dimensión Cognitivo-epistémica.....	34
4.2.1.1 Procesos del razonamiento científico .....	34
4.2.2 Dimensión Social-histórico-institucional.....	35
4.2.2.1 Factores sociales internos de la ciencia .....	35
4.2.2.2 Factores sociales externos de la ciencia .....	37
4.2.2.3 Historia de la Ciencia .....	38
4.2.3 Dimensión de Demarcación .....	39
4.2.3.1 Relación ciencia-tecnología .....	39
<b>5. Conclusiones.....</b>	<b>43</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>46</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>56</b>
Anexo 1. Consentimiento Informado.....	56
Anexo 2. Cuestionario tipo Likert del Proyecto FONDECYT 1231325 .....	59
Anexo 3. Actividades relacionadas al pensamiento crítico, pensamiento científico y las controversias sociocientíficas. ....	0
Anexo 4. Actividad de diseño de CSC .....	3
<b>ANEXO 6 .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2.5.1 1</b> Algunas Visiones y/o propuestas para la conceptualización de NOS .....	15
<b>Tabla 2.5.1 2</b> Propuesta “Parecido de Familia” de Irzik y Nola dimensión cognitiva-epistémica.	17
<b>Tabla 2.5.1 3</b> Dimensión social-institucional.....	17
<b>Tabla 3.5.1 1</b> Enunciados del cuestionario tipo Likert y su noción epistémica .....	24
<b>Tabla 3.5.1 2</b> Parte B del cuestionario que recoge argumento o explicación de dos enunciados de la dimensión de enseñanza de la ciencia .....	25
<b>Tabla 3.5.2 1</b> Descripción de las actividades con enfoque sociocientífico .....	26
<b>Tabla 3.6 1</b> Tabla de categorías para el análisis de la NOS en el discurso escrito y hablado ....	27
<b>Tabla 4.1 1</b> Frecuencia de preferencias de la dimensión de Enseñanza de las ciencias (EC) del PFQyB.....	29

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Figura 2.2 1</b> Modelos de alfabetización científica escolar declarados en el currículum chileno. El modelo de la izquierda corresponde al ciclo formativo de séptimo a segundo medio. El modelo de la derecha corresponde al ciclo de tercero al ciclo formativo de tercero y cuarto medio. Extraído de (Guerrero y Torres-Olave, 2022) .....	7
<b>Figura 2.3.1 1</b> Relación entre racionalidad y razonabilidad de las ciencias (Extraído de Chamizo, 2007) .....	9
<b>Figura 2.4 1</b> Dimensiones de una CPC (Quintanilla y Adúriz-Bravo2022. p. 42) .....	10
<b>Figura 2.4.2 1</b> Modelo argumentativo de Toulmin .....	13
<b>Figura 2.5.1 1</b> Diagrama de Venn con las metadisciplinas involucradas en la conformación de NOS. La intersección determina los contenidos de las diferentes metadisciplinas para ser transpuestas a las clases de ciencias naturales. (Elaboración propia) .....	14
<b>Figura 2.5.2 1</b> Concepciones del profesorado acerca de la enseñanza NOS. Extraído de Ravanal y Quintanilla (2010).....	19
<b>Figura 3.3 1</b> Etapas de la investigación. ST: salida a terreno; PC: pensamiento crítico; PCi: pensamiento científico .....	23

## INTRODUCCIÓN:

El actual paradigma antropocéntrico<sup>1</sup> genera fuertes incertidumbres en los pilares fundamentales de la sociedad, donde la ciencia y la tecnología tienen mucho que aportar para la resolución de los desafíos que demandan estos tiempos (Bastida, 2019; Zamora et al., 2016). La sobreexplotación de la naturaleza amparada por el modelo productivo chileno, conlleva a una serie de fenómenos que amenazan la sostenibilidad y la sustentabilidad de la vida en nuestro planeta: micro plásticos en nuestros suelos y mares, la instalación de proyectos inmobiliarios en santuarios de la naturaleza, la crisis climática y las disputas sociopolíticas por recursos naturales como el agua son algunas de las grandes **controversias y/o cuestiones sociocientíficas** (desde ahora CSC) que nos afectan como sociedad (Moreno, N. D. et al., 2019), ya que involucran el diálogo entre aspectos éticos, sociales, culturales, económicos y científicos.

Desde la educación en ciencias, se requiere que el profesorado afronte este complejo y dinámico escenario con integridad profesional, promoviendo la formación de personas competentes y alfabetizadas científicamente, con el propósito de que las generaciones actuales y las venideras sean capaces de explicar, argumentar e intervenir con equidad, compromiso y justicia social sobre los fenómenos científico-tecnológicos-sociales que surgen en el contexto nacional e internacional (Bastida, 2019), comprendiendo que la Ciencia y su actividad tienen agencia y responsabilidad frente a este panorama de emergencias planetarias.

### 1.1 Delimitación del problema: Desde los organismos internacionales hasta la Didáctica de las Ciencias experimentales

En este complejo y dinámico contexto, hay cierto ánimo de consenso de organismos internacionales y comunidades de la Didáctica por abordar la Educación desde un enfoque de desarrollo de ciudadanía en los aprendices, por consiguiente se ha manifestado un particular interés en la **Formación Inicial Docente** (FID) ya que su mediación aporta de manera significativa a la promoción y sensibilización de esta ciudadanía que deberá *decidir* sobre problemáticas sociales, científicas, culturales, políticas, tomando en cuenta no solo el conocimiento científico, sino también una comprensión profunda de la **Naturaleza de la Ciencia** (desde ahora NOS por su sigla en inglés: Nature of science), que ayuda a comprender cómo se construye y valida el conocimiento científico. Además, se deben considerar factores como las

---

<sup>1</sup> Entendido como época geológica y contexto histórico actual, producto de nuestro sistema de producción, caracterizado por un aumento exponencial de la intervención antrópica de los ecosistemas (Bastida, 2019).

emociones, el contexto, el territorio y, sobre todo, la justicia social, crucial para la sobrevivencia del y en el planeta(Sjöström et al., 2016).

En relación con lo anterior, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) ha propuesto el enfoque de Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS):

La EDS apunta a desarrollar competencias que empoderen a los individuos para reflexionar sobre sus propias acciones, tomando en cuenta sus efectos sociales, culturales, económicos y ambientales actuales y futuros desde una perspectiva local y mundial; para actuar en situaciones complejas de una manera sostenible, aún si esto requiriera aventurarse en nuevas direcciones; y para participar en los procesos sociopolíticos a fin de impulsar a sus sociedades hacia un desarrollo sostenible. (UNESCO, 2017. p.7)

En la misma línea de “nuevas direcciones”, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), de la cual Chile también es parte, aborda el rol docente en su informe “Estrategia de Competencias” (OCDE, 2019) :

Se está produciendo un cambio de paradigma que requiere la transformación de los sistemas de educación tradicionales (...). Para enfrentarse a los desafíos antes mencionados, las personas también necesitan una nueva serie de competencias (...) Por tanto, es necesaria una importante transformación para que el profesorado cuente con el apoyo necesario para adquirir esas competencias y aprender a enseñarlas (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE], 2019, p. 31)

Aunque los organismos internacionales corren con diferentes propósitos y conceptualizaciones de competencia, existe cierto grado de sintonía respecto a las investigaciones propuestas por la Didáctica de las Ciencias Experimentales (desde ahora DC), donde sus contribuciones respecto a competencias y ciudadanía continúan en aumento. Una revisión sistemática realizada por Martínez (2022) analizó artículos publicados entre el 2011 y 2021 asociado a competencias y alfabetización científica de Europa, América, Asia y Oceanía. En esta revisión se refieren a las competencias como “*conceptos planteados en los estándares y lineamientos curriculares. Se requiere investigación sobre cómo desarrollarlos desde la complejidad del aula” (p.12).*

Bajo esta misma “complejidad” se ha trabajado el concepto de competencia en Chile, Quintanilla y colaboradores (2014) promueven las Competencias del Pensamiento Científico (CPC) “desde las voces del aula” (del libro homónimo), donde caracterizan al aprendiz (estudiante y/o docente) desde su actuar competencial, que se manifiesta como una amalgama de atributos relacionados entre sí, que engloban conocimientos, habilidades, actitudes, valores y responsabilidades que le

permiten interpretar satisfactoriamente el entorno, y tomar decisiones fundamentadas en cuestiones de índole científico (Quintanilla y Adúriz-Bravo, 2022, pp. 27–58).

Dentro de la DC es fundamental promover una ciencia reflexiva, crítica y accesible para toda la ciudadanía. Por esta razón, considera insuficiente que el estudiantado aprenda exclusivamente conceptos y contenidos científicos, y declara que es propicio también aprender **sobre** Ciencias. Por consiguiente, la **NOS** se posiciona como una fuerte línea de investigación dentro de la DC (Duit, 2006). La NOS selecciona y transpone<sup>2</sup> una serie de contenidos provenientes de la Epistemología (también Filosofía de la ciencia), la Historia y la Sociología de las Ciencias a los **procesos de enseñanza y aprendizaje** (desde ahora E-A). Sus reflexiones y propuestas didácticas giran en torno a las interrogantes de segundo orden: ¿Qué son las ciencias naturales?, ¿Cómo se hace ciencia?, ¿Cuáles son sus métodos?, ¿Cómo se validan las ciencias?, ¿Quiénes hacen ciencias y que los caracteriza?, ¿Qué la diferencia de otras formas de conocimiento? ¿Cómo dialogan las ciencias con otras disciplinas o conocimientos? (Adúriz-Bravo, 2020).

## 1.2. ¿Por qué investigar la NOS con el enfoque CSC?

Las investigaciones respecto a la NOS han confirmado el valor educativo de incluir aspectos epistémicos, históricos y sociales vinculados a la actividad de los científicos y científicas. Para ello se plantean cuatro grandes finalidades para justificar su enseñanza explícita en el marco de la actividad científica escolar (Acevedo et al., 2005a; Driver et al., 1996): *Utilitarista* (comprender NOS implica saber qué es ciencia, lo que podría facilitar la manipulación de objetos y procesos tecnológicos de la vida cotidiana); *Axiológico* (comprender NOS contribuye a entender mejor los valores y normas que movilizan los quehaceres científicos de la comunidad); *Cultural* (comprender NOS favorece la valoración positiva de la ciencia, y con ello, la integración de la cultura científica como parte del sistema cultural mayor de la sociedad actual); *Democrático* (comprender NOS favorece el pensamiento crítico y la toma de decisiones informadas frente a controversias sociocientíficas); *Docente* (comprender NOS facilita la enseñanza y el aprendizaje de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales de las ciencias). Es así como estas finalidades de la educación científica requieren de una modulación en el perfil epistemológico del profesorado de ciencias naturales, que reivindique una adecuada imagen de ciencias, en donde las controversias sociocientíficas podrían mitigar el reduccionismo tradicional con el que transmiten las ciencias en las aulas (Quintanilla et al., 2020).

A la vista de estas finalidades educativas, la NOS se ha insertado en los programas formativos, un ejemplo de ello son los estándares de FID de Chile (CPEIP, 2022), los cuales han posicionado

---

<sup>2</sup> Referido a la adecuación de los contenidos de la filosofía, historia y sociología de la ciencia a la educación científica escolar.

a la NOS como uno de los siete dominios de profesionalidad docente para el eje de ciencias. Destaca para este trabajo de investigación el siguiente punto del dominio B de NOS:

“Analiza críticamente cuestiones sociocientíficas locales y globales, poniendo el conocimiento, las habilidades de investigación científica y las formas de razonar de diversas disciplinas al servicio del desarrollo de una ciudadanía activa y comprometida con el desarrollo sostenible” (p.85).

Se comienzan a valorar estas diversas formas que tiene de pensar y razonar la ciencia en la formación inicial docente, coherente también con referentes Lueng (2022) y Espeja (2015), que otorgan importancia a la NOS y las CSC en el contexto de la formación del profesorado de ciencias, sin embargo, estos autores reconocen que la relación entre ambas no está del todo clara. Además, estudios como los de Wu (2011) y Avsar (2023) reportaron una relación superficial de NOS durante el abordaje de una CSC.

Sumado a lo anterior, coexisten diversas perspectivas y conceptualizaciones de Naturaleza de la Ciencia en la literatura, con variados criterios que **determinan para qué y qué ciencia enseñar** (Adúriz-Bravo et al., 2002; García-Carmona, 2024; Lederman, 2013), **y cómo enseñar, ya sea de modo explícito o implícito** (Acevedo Díaz, 2009). Algunas revisiones afines (Cofré et al., 2019; McComas, 2020) señalan persistencias en las concepciones ingenuas de NOS del profesorado a distintos grados y trayectoria. Para afrontar estas diferencias y obstáculos se sugiere que las investigaciones de la DC analicen las fortalezas y debilidades de las diversas vertientes de NOS, en virtud de contribuir con nuevas directrices didácticas a la enseñanza y el aprendizaje **acerca** de las ciencias (Amador-Rodríguez & Adúriz-Bravo, 2017).

### 1.3. Relevancia previa a la Investigación

Con este trabajo de título se plantea poder contribuir bajo los siguientes lineamientos:

1. Reconoce y respeta que el PFQyB posee concepciones<sup>3</sup> y organizadores implícitos de NOS para la enseñanza de las ciencias, lo que afecta directamente en cómo va a enseñarla en diversos contextos educativos, aunque no sean totalmente conscientes de dichas concepciones.
2. Discreto aporte a las directrices formativas y didácticas respecto a la FID en el contexto de las CSC.

---

<sup>3</sup> Concepciones sobre el proceso de enseñanza: organizadores implícitos de los conceptos, de naturaleza esencialmente cognitiva y que incluyen creencias, significados, conceptos, proposiciones, reglas, imágenes mentales, preferencias, etc., que influyen en lo que se percibe y en los procesos de razonamiento que se realizan (Serrano, 2010).

#### **1.4. Supuesto de la investigación**

Debido a las características de las actividades formativas con enfoque sociocientífico<sup>4</sup>, se presupone que podrían modular los perfiles epistemológicos de enseñanza en el PFQyB.

#### **1.5 Preguntas de investigación**

¿Cómo se relacionan los perfiles epistemológicos acerca de la enseñanza de las ciencias del PFQyB con las concepciones emergentes de NOS durante actividades formativas con enfoque sociocientíficas?

#### **1.6. Objetivo general**

Analizar los perfiles epistemológicos acerca de la enseñanza de las ciencias con las características de la NOS durante el desarrollo de actividades formativas con enfoque sociocientífico en el profesorado de Química y Biología en formación.

#### **1.7. Objetivos específicos**

- 1) Identificar los perfiles epistemológicos acerca de la enseñanza de las ciencias respecto a la dimensión de enseñanza de la ciencia del PFQyB.
- 2) Identificar concepciones de NOS del PFQyB durante las actividades formativas con enfoque sociocientífico.

---

<sup>4</sup> Descritas en la metodología.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Desafíos y finalidades de la formación inicial docente**

Para la DC, uno de los principales desafíos en la FID de ciencias naturales es la integración de la teoría con la práctica efectiva en el aula, dada la importancia de que el profesorado comprenda los conceptos teóricos (disciplinares y didácticos) y los aplique de manera intencionada y fundamentada (lo contrario a intuitivo) en sus contextos específicos de enseñanza (Sanmartí, 2001; Sanmartí, 2002). Además, es crucial promover valores y actitudes profesionales en la FID, fomentando una actitud democrática, crítica y reflexiva hacia la enseñanza tradicional e innovadora de las ciencias naturales, para reevaluar sus propias prácticas docentes, así como las metodologías emergentes (Copello, 2010; Vázquez-Bernal et al., 2007). De esta manera se busca formar una identidad profesional flexible a las nuevas maneras de enseñar, en el sentido de que respondan a las demandas actuales asociadas a las (no tan) nuevas finalidades de la educación científica escolar (Sanmartí, 2002).

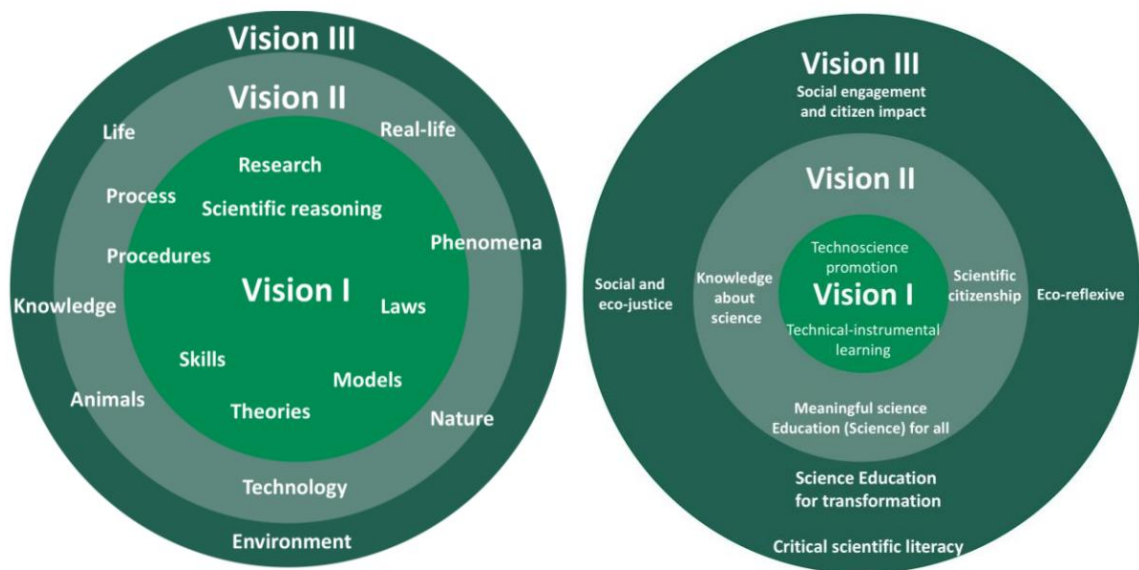
Sumado a lo anterior, es propicio considerar el contexto sociocultural de nuestras aulas, adaptando los métodos y contenidos a las realidades específicas de su entorno, para así promover una educación inclusiva y significativa para el estudiantado (Quintanilla et al., 2023), como, por ejemplo, el análisis de Controversias sociocientíficas cercanas al estudiantado, y en lo posible, aquellas que se manifiesten en las inmediaciones a su propio territorio de acción.

Por otro lado, La FID debe disponer de espacios metacognitivos (Angulo, 2002), con el propósito de desarrollar mecanismos que susciten modelos implícitos, favoreciendo la autorregulación conceptual, procedimental y actitudinal de la enseñanza, mediante la reflexión dialógica con el resto de la comunidad formativa (Copello, 2010). Por último, es siempre valioso rescatar el valor de preguntas que deben ir provocando al profesorado en formación para transitar a una alfabetización científica para la construcción de una ciudadanía emancipatoria: ¿Para qué enseñar ciencias?, ¿Qué enseñar de ciencias? y ¿Cómo enseñar ciencias?

### **2.2. Desde la alfabetización tecnocientífica a una alfabetización para la ciudadanía: CSC como estrategia clave**

La alfabetización científica es un concepto dinámico, que ha sido conceptualizado desde diferentes posturas políticas e ideológicas, suele compararse con la alfabetización básica y asociarse con la adquisición del lenguaje científico y sus productos. Sjöström & Eilks (2018) propone tres niveles de alfabetización científica, con una complejidad creciente. El nivel I aborda principalmente con los productos y conceptos más eruditos de la ciencia, entre ellos, leyes y teorías científicas con un enfoque de la enseñanza más bien instrumental, para la promoción tecnocientífica. El nivel II afronta la educación científica de manera más integral e interdisciplinaria, incluye el conocimiento acerca de la ciencia (o naturaleza de la ciencia) y las

relaciones entre ciencia y sociedad abordando controversias sociocientíficas para construir una educación científica para todos y todas. Por último, el nivel III se orienta hacia una alfabetización científica crítica, con máximas que apelan hacia una educación científica cargada de elementos valóricos que promueven el agenciamiento de la ciudadanía para la transformación, esto quiere decir que ya no basta solo con saber sobre las relaciones entre ciencia y sociedad, si no que el estudiantado se movilice con acciones concretas para la eco-justicia (Fig. 2.2.1).



**Figura 2.2 1** Modelos de alfabetización científica escolar declarados en el currículo chileno. El modelo de la izquierda corresponde al ciclo formativo de séptimo a segundo medio. El modelo de la derecha corresponde al ciclo de tercero al ciclo formativo de tercero y cuarto medio. Extraído de (Guerrero y Torres-Olave, 2022)

En la relación con la visión III, las controversias sociocientíficas (CSC) representan temas complejos y dilemáticos que surgen de la interacción entre la ciencia y sociedad, y que involucran cuestiones éticas, políticas y culturales que hacen difícil establecer una resolución directa. Estos temas no solo exigen un entendimiento profundo del contenido científico, sino también la capacidad de tomar decisiones informadas considera diversas perspectivas y valores (Sadler, 2011). Las CSC están estrechamente relacionadas a problemáticas actuales, como el cambio climático, los alimentos modificados genéticamente y la producción de vacunas, por lo que representan una plataforma ideal para promover la alfabetización científica crítica y promover competencias argumentativas durante las clases de ciencias (Zeidler & Nichols, 2009)

Desde una perspectiva educativa, la inclusión de CSC en el aula permite a los estudiantes desarrollar un pensamiento crítico más profundo y una comprensión más amplia de la NOS través del análisis de CSC, los estudiantes no solo examinan la evidencia científica, sino también las implicaciones éticas y sociales de la ciencia, lo que facilita un aprendizaje más contextualizado y significativo (Höttecke & Allchin, 2020; Levinson, 2006). Las CSC actúan como un puente entre

el contenido académico y el mundo real, fomentando en los estudiantes una mayor implicación ciudadana y la capacidad de argumentar desde posiciones informadas, considerando el impacto social y ambiental de la ciencia y la tecnología (Vázquez & Manassero, 2008; Vázquez-Alonso & Antonia Manassero-Mas, 2018).

El desafío pedagógico es siempre complejo, las transiciones curriculares y su bajada al aula de ciencias requiere de acompañamiento a los docentes para la formación inicial y continua. La inercia del nivel I de alfabetización representa una dificultad tanto para el profesorado como para los y las estudiantes, en un trabajo de seminario de Título, Escobedo (2023) realizó entrevistas a docentes en ejercicios sobre la viabilidad de implementar niveles de alfabetización II y III en el contexto de la asignatura de Ciencias para la ciudadanía, los relatos presentes en este estudio dan cuenta del abandono y las dificultades ante estos nuevos propósitos educativos:

Principalmente se transmitía la información a los estudiantes, donde su trabajo era tomar apuntes de lo que el profesor está diciendo”. “Cuando hay más tiempo permite que el contenido no sea lo central (...) sino que sea un complemento con ese desarrollo de habilidades y actitudes (...) ojalá alejarse lo más posible de la clase tradicional. (Escobedo, 2023. p 22)

A pesar de estas tensiones y precariedades, el currículum actual de ciencias otorga oportunidades para ir transitando por los diferentes niveles de alfabetización. Es sin duda un acierto para la construcción de ciudadanía, favorece la cultura científica como manera de pensar y actuar en el mundo, y dibuja una imagen de ciencias naturales de manera holística, crítica y participativa de los fenómenos sociocientíficos que ocurren a nivel territorial. Es necesario continuar en esta línea ideológica si como región queremos avanzar hacia una educación emancipatoria. Por lo que el cambio curricular debe considerar el acompañamiento docente y fortalecer la formación inicial docente, con el propósito de preparar y nutrir al profesorado de diversos enfoques, metodologías y propuestas didácticas que le permitan abordar genuinamente las problemáticas socio científicas para la construcción de ciudadanía hacia la eco-justicia (Sjöström, 2019)

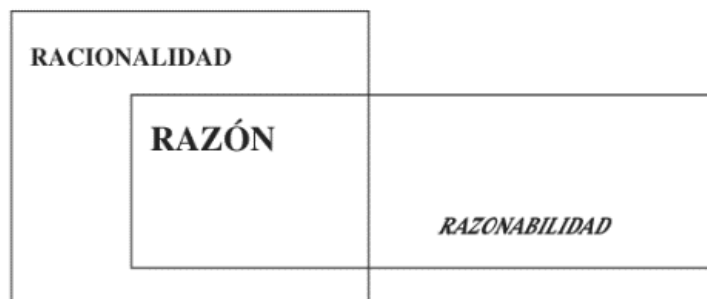
### **2.3. Por una Ciencia Racional y Razonable**

Ante estos propósitos y finalidades de la educación científica escolar, toma relevancia enseñar a pensar crítica y científicamente a la ciudadanía en contextos controversiales (Solbes & Torres, 2012), eso implica el desarrollo de habilidades cognitivo-lingüísticas que permitan evaluar y argumentar sobre las complejas relaciones que tensionan el conflicto sociocientífico, de manera que si se quiere tomar una decisión fundamentadas respecto al uso homeopatía, energía nuclear o la crisis climática deben propiciarse procesos cognitivos para valorar la información y el conocimiento disponible considerando desde donde provienen estos discursos. Toulmin (citado

por Chamizo, 2007; Izquierdo y Aliberas, 2004) propone diferenciar Racionalidad de Razonabilidad, dos conceptos clave para comprender el aparato cognitivo-epistémico de los procesos científicos. Para Toulmin, la racionalidad es predominantemente positivista, ya que se centra en el desarrollo de la ciencia a partir de observaciones objetivas de los fenómenos de la naturaleza, que se abordan a través de un sistema empírico rígido e inequívoco. Por otro lado, la Razonabilidad se centra principalmente en el análisis de los discursos y argumentos emanados desde las personas que hacen ciencias, lo que permite revivir aspectos sociales, culturales y éticos que reivindican el carácter humano de la comunidad científica.

### 2.3.1 La Didáctica de las ciencias experimentales resignificando las ideas de Toulmin

Desde la DC se ha insistido en que racionalidad y razonabilidad deben coexistir en el contexto de la actividad científica escolar, de manera que algunos autores (Chamizo, 2007; Izquierdo y Aliberas, 2004; Quintanilla et al., 2020) rescatan la importancia del lenguaje que otorgaba Toulmin en sus reflexiones acerca de cómo se hacen, piensan y dicen las ciencias. La Figura 2.3.1.1 esquematiza la intersección de estos aspectos cognitivos-epistémicos-sociales, configurando un perfil epistémico valioso para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.



**Figura 2.3.1.1** Relación entre racionalidad y razonabilidad de las ciencias (Extraído de Chamizo, 2007)

### 2.3.2 Perfiles Epistemológicos para la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias

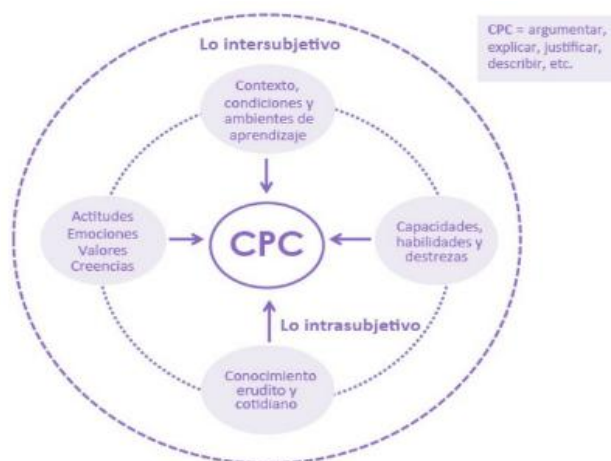
La relevancia de la E-A de las ciencias para impactar, positiva o negativamente, en los cambios sociales es innegable. Desde esta perspectiva, enseñar y aprender ciencias implica fomentar la construcción de argumentos desde diversas perspectivas sobre los fenómenos naturales estudiados a lo largo de la historia de la ciencia (Echeverry et al., 2021; Huesa et al., 2020). Sin embargo, la transmisión de contenido conceptual y procedimental mediante métodos conductistas continúa presente en algunas aulas, en donde se priorizan enfoques memorísticos y/o algorítmicos en la E-A (Escobedo, 2023). Según Fernández y colaboradores (2002), el enfoque transmisivo de la ciencia presenta el conocimiento científico de manera estática en las escuelas, generando una imagen de ciencia individualista, elitista, lineal y acumulativa. A este

perfil se le denomina **“Racionalismo Positivista”** (en adelante RP), la cual responde a la concepción heredada de ciencia del Círculo de Viena (Gonçalves y Adúriz-Bravo, 2023; Quintanilla et al., 2023). Como consecuencia, las universidades (y por consecuencia, en las escuelas) transmiten, en buena parte, una ciencia dogmatizada, aparentemente desligada de los contextos culturales, sociales, económicos y políticos en los cuales la comunidad científica ha contribuido al desarrollo del conocimiento de manera intencionada y progresiva a lo largo de las épocas (Uribe y Quintanilla, 2005).

En contraposición al paradigma anterior, emerge la necesidad de aspirar a un perfil epistémico particular para el profesorado de ciencias naturales, denominado **“Racionalismo Moderado”** (desde ahora RM) (Adúriz-Bravo et al., 2006; Quintanilla et al., 2020), que equivale a una perspectiva epistémica modulada, que mira las ciencias de forma inacabada y profundamente humana, que valora las maneras de pensar (modelizar), decir y argumentar de las personas que ejercen la actividad científica, con el propósito de que puedan facilitarse los procesos de democratización y enculturación científica a nivel formativo, suscitando una forma de pensar e interpretar el mundo mucho más equilibrada que el enfoque estrictamente positivista.

## 2.4. Competencias del Pensamiento Científico

Las concepciones de CPC han sido construidas y conceptualizadas desde diversas perspectivas epistemológicas, en donde las investigaciones realizadas por el LABORATORIO G.R.E.C.I.A<sup>5</sup> dan cuenta de su condición multifacética (Quintanilla y Adúriz-Bravo, 2022). En consecuencia, estas investigaciones no se limitan a definir inequívocamente las CPC, más bien han de centrarse en las cualidades del sujeto competente (Fig. 2.4.1), aquel que es capaz enfrentarse con eficacia



**Figura 2.4 1** Dimensiones de una CPC (Quintanilla y Adúriz-Bravo2022. p. 42)

<sup>5</sup> Grupo especializado en la investigación de la Didáctica de las ciencias, para más información de sus integrantes y publicaciones visitar su página web: <https://laboratoriogrecia.cl/>

e integridad a los problemas complejos relacionados con las ciencias. Destacan como CPC la argumentación y la explicación por considerarse procesos cognitivo-lingüísticos de alta complejidad, valiosos para la actividad científica escolar.

Otras investigaciones (Joglar y Quintanilla, 2015; Quintanilla et al., 2013; Ravanal, 2021; Uribe y Quintanilla, 2010) han mostrado valiosos hallazgos sobre la función cognitiva y cultural que tienen las CPC, contribuyendo teórica e instrumentalmente a una mejor comprensión del conocimiento profesional para el profesorado de ciencias, facilitando la transformación y mejoramiento de sus prácticas educativas. Estas CPC representan una amalgama de atributos relacionados entre sí, que circunscribe conocimientos, habilidades, actitudes, valores, responsabilidades y contextos para poder promover competencias cognitivo-lingüísticas de alta complejidad expuestas en la Fig.2.4.1 (Quintanilla y Adúriz-Bravo, 2022, pp. 27–58), de manera que un actuar competencial podría verse relacionado con la toma de decisiones fundamentada frente a las complejas dinámicas sociocientíficas a la que estamos expuestos como ciudadanos.

### **2.4.1 Pensamiento Crítico y Pensamiento Científico**

El pensamiento crítico y el pensamiento científico son consideradas por Solbes (2013) como competencias importantes para la enseñanza de la ciencia, y que tienen potencial de ser promovidas durante el abordaje de las CSC. El pensamiento crítico conlleva la capacidad de juzgar la información de manera razonada y profunda, evaluando tanto las propias afirmaciones como las evidencias que las respaldan. Este tipo de pensamiento es esencial para tomar decisiones informadas y generar contraargumentos, lo cual es fundamental en la actual era de la información. Ennis (2005) también lo define como pensamiento reflexivo y razonado para la toma de decisiones, y propone una serie de disposiciones para el pensador crítico ideal, entre ellas destacan: Tener en cuenta toda la situación, buscar y ofrecer razones, considerar seriamente los puntos de vistas distintos al propio, a tomar una postura(y cambiarla) cuando las evidencias y las pruebas sean suficientes. Además, menciona diversas habilidades para el pensador crítico ideal, algunas de ellas son, analizar argumentos, hacer y contestar preguntas que aclaran o desafían y juzgar la credibilidad de las fuentes.

Por otro lado, Zimmerman (2007) define el pensamiento científico como el conjunto de habilidades involucradas en la indagación y la experimentación, que incluye tanto conocimiento conceptual como procesos cognitivos, entre ellos, procesos inductivos y deductivos para la generación y verificación de hipótesis respectivamente. Otras maneras de entender el pensamiento científico incorporan la evaluación de las evidencias y los sesgos implícitos asociados al proceso de investigación, dado que la ciencia es una actividad humana condicionada por factores individuales y colectivos (Bermejo et al., 2014).

De esta manera, el pensamiento científico está estrechamente vinculado al pensamiento crítico, relación que es aún más evidente al abordar CSC en las clases de ciencia, donde el estudiantado

no solo aprende sobre procesos y conceptos científicos, sino que también participe de manera informada en debates éticos y sociales en los cuales se empalman las CSC. Así, el pensamiento crítico y científico son adoptados por la Didáctica de la Ciencia (Tamayo Alzate, 2014), para ofrecer marcos teóricos y diseños didácticos propios que provoquen y encausen la discusión, para fomentar el diálogo y la reflexión sobre las complejas relaciones que existen entre la ciencia en la sociedad, con propósitos y finalidades orientados hacia la alfabetización científica crítica.

### **2.4.2 Argumentación científica escolar y el modelo argumentativo de Toulmin**

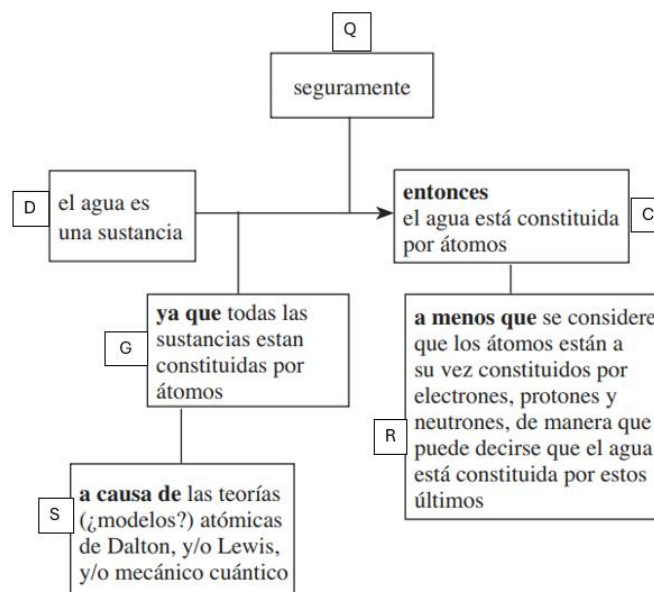
Bajo el modelo cognitivo de ciencia escolar, Adúriz-Bravo (2008, 2010, 2012) concibe la argumentación científica en el ámbito escolar como la construcción de un texto cuyo propósito es explicar. Destaca que la argumentación es una competencia clave tanto en la ciencia académica como en el contexto educativo. Según el autor (2012), la argumentación científica escolar incluye cuatro componentes esenciales:

- Retórica: Se enfoca en la intención de convencer al interlocutor y modificar la comprensión o el estatus de un determinado conocimiento para quien escucha.
- Pragmática: Toda argumentación se genera en un contexto específico, el cual influye y da sentido al argumento, asegurando que esté adaptado a su entorno.
- Teórica: Requiere la existencia de un marco teórico que respalde el proceso explicativo, proporcionando una base conceptual.
- Lógica: Se refiere a la estructura sintáctica compleja del texto, necesaria para la coherencia y claridad del argumento.

Además de la propuesta anterior, existen otras formas de argumentar, entre ellas, el modelo argumentativo de Toulmin, el cual también es valioso para estructurar la lógica sintáctica de la argumentación científica escolar (Chamizo, 2007), su modelo contempla seis elementos descritos a continuación:

- (D): Afirmación: base para respaldar la afirmación o conclusión del argumento. Son la materia prima del razonamiento, aquello a lo que se apela para justificar el punto de vista defendido. Sin datos sólidos, el argumento carece de sustento y fuerza.
- (G): Garantía: es una afirmación hipotética que sirve como puente entre los datos y la conclusión
- (S): Sustento: los sustentos de las garantías pueden ser expresados como afirmaciones categóricas de hechos, de manera muy similar a como se presentan los datos que apoyan las conclusiones

- (Q):Calificador modal: el grado de fuerza o certidumbre que los datos confieren a la conclusión
- (C): Conclusión: Representa la posición o idea que se desea probar o argumentar
- (R):Refutación: excepciones y condiciones bajo las cuales la conclusión no sería válida.



**Figura 2.4.2 1** Ejemplo del Modelo argumentativo de Toulmin para la química escolar (Chamizo,2007)

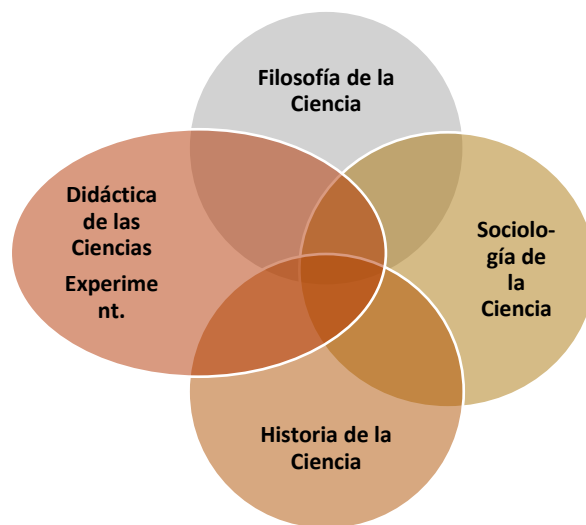
En términos sencillos, el esquema funciona de la siguiente manera: a partir de datos o evidencia se realiza una afirmación (D), la cual va acompañada de la garantía que conecta los datos y la afirmación a través del conocimiento teórico(G), el sustento aporta una profundización teórica o experimental para la garantía(S). El calificador modal aporta un cierto grado de certidumbre al argumento mediante palabras como: es plausible, en ocasiones, frecuentemente, siempre, etc. Las refutaciones son aquellas situaciones en las que el argumento no aplica. Por último, la conclusión(C) que cierra el argumento.

La argumentación científica es una competencia de alta demanda cognitiva y está íntimamente relacionada con el pensamiento crítico y el pensamiento científico, con lo que surge la necesidad de enseñar explícitamente al estudiantado a argumentar para poder apostar por una alfabetización científica crítica(Córdova Jiménez et al., 2016).

## 2.5. Naturaleza de las Ciencias

### 2.5.1 Visiones de la Naturaleza de la Ciencia

Como se menciona en la justificación del problema, la NOS no está exenta de sus propias controversias teóricas, al ser una meta disciplina compuesta de otras metas disciplinas (Fig.2.5.1.1) resulta complejo establecer acuerdos que permitan esclarecer su definición. Filósofos, historiadores, científicos, sociólogos y didactas han protagonizado estas disputas académicas por categorizar y definir la NOS desde sus propios *corpus* formativos, lo cual, a su vez, retrata lo elusivo y poliédrico su comprensión. Lo que está fuera de discusión es su relevancia y valor en las aulas de ciencias naturales para los procesos de alfabetización científica escolar (Sjöström & Eilks, 2018).



**Figura 2.5.1 1** Diagrama de Venn con las metadisciplinas involucradas en la conformación de NOS. La intersección determina los contenidos de las diferentes metadisciplinas para ser transpuestas a las clases de ciencias naturales. (Elaboración propia)

Este trabajo de investigación adhiere a la definición que propone Adúriz-Bravo (2006) respecto a la NOS, la cual posiciona a la DC como la encargada de seleccionar y transponer eclécticamente los contenidos de la Filosofía, Historia y Sociología de la ciencia en función del contexto y condiciones en las que se desenvuelve la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.

De todas formas, ha resultado útil definir un marco laxo de grandes ideas acerca de NOS, bajo la premisa de que algunas de estas ideas han de ser mucho más necesarias que otras en ciertos contextos de aprendizaje (como ocurre en las CSC). Una revisión de la bibliografía de las visiones de NOS evidencia puntos de convergencia y divergencia entre la conceptualización de NOS y sus maneras de abordar en el aula de ciencia (Amador-Rodríguez y Adúriz-Bravo, 2017), algunas de estas corrientes son: I) *Visión consensuada de NOS*, II) *Features of science (FOS)*, III) *Visión crítica de la NOS*, IV) *Parecido de Familia*

**Tabla 2.5.1 1** Algunas Visiones y/o propuestas para la conceptualización de NOS

VISIONES O PROPUESTAS DE LA NOS	CARACTERÍSTICAS, DIMENSIONES O PREGUNTAS ORIENTADORAS DE LA NOS	
Lederman NOS list (Lederman et al., 2002)	1. Base empírica 2. Teorías y leyes científicas 3. Creatividad 4. Dependencia teórica	5. Inserción cultural 6. Método científico 7. Tentatividad
FOS (Matthews, 2012a)	<i>Complementando a la propuesta Lederman, se añadieron los siguientes tenets:</i> 8. Idealización 9. Modelos 10. Valores y Cuestiones socio-científicas 11. Matematización 12. Tecnología	13. Explicación 14. Cosmovisiones y Religión 15. Elección teórica y Racionalidad 16. Feminismo 17. Realismo y Constructivismo
Visión crítica de NOS (Aduriz-Bravo, 2006)	¿Qué relación existe entre la realidad y lo que los científicos y científicas dicen sobre ella? ¿Cómo cambian las teorías a lo largo de la historia de la ciencia? ¿Qué distingue la ciencia de otros tipos de conocimiento y de actividad? ¿Qué relaciones pueden establecerse entre la ciencia y otras manifestaciones culturales? ¿Cómo se hace para dar validez al conocimiento científico? ¿Sirve la lógica formal como herramienta para modelizar el pensamiento científico?	
Parecido de familia (Irzik y Nola, 2011)	I) La ciencia como un sistema cognitivo epistémico. II) La ciencia como un sistema social institucional	

Adaptada de Amador-Rodríguez y Adúriz-Bravo (2017). *Tenets: Conceptos o principios rectores*.

De la Tabla 2.5.1.1 se desprenden ciertas críticas y tensiones teóricas a la visión consensuada propuesta por Lederman. Por ejemplo, la propuesta de Matthews (2012) surgió para extender los tópicos o “los siete tenets” de Lederman, cambiando el nombre de NOS por el de FOS (Nature Of Science por Features Of Science), que se postula desde principios y contextos teóricos más heterogéneos (Amador-Rodríguez y Adúriz-Bravo, 2017). Así mismo han surgido otras propuestas en franca oposición a la visión del consenso, los cuales argumentan que la propuesta de Lederman y colaboradores es demasiado pragmática, reduccionista y centralizada en aspectos epistémicos (Allchin, 2013; García-Carmona et al., 2011), los cuales han optado por una NOS más compleja, vinculante con aspectos sociales, políticos y tecnológicos. Por otro lado, la visión crítica de NOS propuesta por Aduriz-Bravo (2006) incorpora estos “tenets extendidos” pero en formato de preguntas, argumentando que la enseñanza y aprendizaje de la NOS no debería limitarse exclusivamente a reconocer enunciados o “tenets” declarativos sobre la ciencia, si no

que más bien debiesen trabajarse en el formato reflexivo y dialógico que ofrecen las buenas preguntas durante las clases de ciencias naturales (Amador-Rodríguez y Adúriz-Bravo, 2017). De todas maneras, es necesario reconocer que las propuestas mencionadas comparten algunos elementos, entre ellos, la tentatividad del conocimiento, los métodos para hacer ciencias, valores, cultura científica y demarcación de la ciencia de otras disciplinas o formas de conocimiento.

Además de adoptar la definición crítica de la NOS, se adoptarán las características que proponen Irzik y Nola (2011) para la NOS, con su propuesta llamada “Parecido de familia”, por la analogía de que las diferentes disciplinas de la ciencia comparten ciertas características comunes pero que no son iguales, tal como sucede con los integrantes de una familia. Este enfoque acerca del conocimiento científico contempla la diversidad a la vez que valora a los integrantes de esta familia en las ciencias naturales, lo que favorece una visión más justa de las mismas. En ese sentido la arqueología, la astronomía y otras disciplinas científicas descriptivas (como las relacionadas a la Historia Natural) son igual de valiosas que las disciplinas más experimentales, como la física aplicada o la química orgánica.

Bajo este marco, se proponen dos dimensiones fundamentales para entender la NOS (Irzik & Nola, 2013): la ciencia como un sistema cognitivo epistémico (Tabla 2.5.1.2) y la ciencia como un sistema social-institucional (Tabla 2.5.1.3). La primera dimensión abarca los procesos cognitivos y metodológicos intrínsecos a la indagación científica, tales como la formación de preguntas, la recolección y clasificación de datos, y el diseño de experimentos. Además, considera la formulación de hipótesis, la construcción de teorías y modelos, así como la comparación entre ellos. Los objetivos de este sistema se centran en la explicación, predicción, coherencia y simplicidad, mientras que sus reglas metodológicas buscan maximizar la capacidad de prueba y evitar revisiones ad hoc, favoreciendo teorías simples y empíricamente adecuadas.

Por otro lado, la ciencia como un sistema social-institucional pone de relieve las actividades profesionales que configuran la práctica científica, tales como la asistencia a conferencias, la publicación de resultados y la revisión por pares. Esta dimensión también incluye un fuerte, pero ambiguo componente ético, donde se valoran la honestidad intelectual, el respeto por los sujetos investigados, el medio ambiente y la libertad de investigación. La certificación social del conocimiento científico ocurre mediante la revisión crítica de la comunidad, proceso que legitima el nuevo conocimiento y lo integra en la enseñanza. Además, los valores sociales de la ciencia, como la promoción de la salud humana y el desarrollo económico, subrayan el compromiso de la ciencia con el bienestar y progreso de la sociedad.

**Tabla 2.5.1 2** Propuesta “Parecido de Familia” de Irzik y Nola dimensión cognitiva-epistémica.

<b>LA CIENCIA COMO UN SISTEMA COGNITIVO EPISTÉMICO</b>	
Proceso de indagación	-La formación de preguntas (problemas). – Hacer observaciones, recoger y clasificar datos. - Diseño de experimentos. - Formulación de hipótesis. – Construcción de modelos y teorías. – Comparación de modelos y teorías alternativas.
Objetivos y valores	-Predicción. – Explicación. – Coherencia. – Sencillez. – Fecundidad. – Viabilidad. – Alta confirmación. – Capacidad de prueba y proximidad a la verdad. – Adecuación empírica.
Metodología y reglas metodológicas	Construcción de hipótesis/teorías/modelos altamente comprobables. - Evitar hacer revisiones ad hoc de las teorías. - Selección de la teoría más explicativa. - Elegir la teoría que haga verdaderamente predicciones nuevas sobre las que solo predicen lo que ya se conoce. - Rechazar las teorías inconsistentes. - Aceptar teorías simples y rechazar las más complejas. - Aceptar una teoría solo si puede explicar todos los éxitos de su predecesora. - Utilizar experimentos controlados en las pruebas de hipótesis causales. - En la realización de experimentos en sujetos humanos siempre utilizar procedimientos ciegos.
Conocimiento científico	-Leyes. – Teorías. – Modelos. -Informes observacionales y datos experimentales. – Productos.

Nota: Traducida y extraído de Irzik y Nola (2011, 2013).

**Tabla 2.5.1 3** Dimensión social-institucional

<b>LA CIENCIA COMO UN SISTEMA SOCIAL-INSTITUCIONAL</b>	
Actividades profesionales:	- Asistencia a reuniones académicas. – Presentar resultados de sus investigaciones. – Publicar. – Revisión de documentos académicos. – Escribir proyectos de investigación y búsqueda de fondos para ello. – Hacer trabajo de consultoría para organismos públicos y privados.
La ética científica:	- Honestidad intelectual (o integridad). – Respeto por los sujetos investigados (humanos y animales). – Respeto por el ambiente. – libertad de investigación. – Actitud receptiva de los científicos.
La certificación social y difusión del conocimiento científico:	- Revisión de los resultados de investigación por pares expertos para su publicación. – Acceder a las publicaciones permite la crítica/aprobación por parte de la comunidad de especialistas. – Aceptado el nuevo conocimiento científico, este será ahora parte de los contenidos a enseñar.
Valores sociales de las ciencias:	- Libertad de investigación. – Respeto por el medio ambiente. – Mejorar la salud y calidad de vida de las especies, en especial de la humana. – Contribuir al desarrollo económico de las personas

Nota: Traducida y extraído de Irzik y Nola (2012).

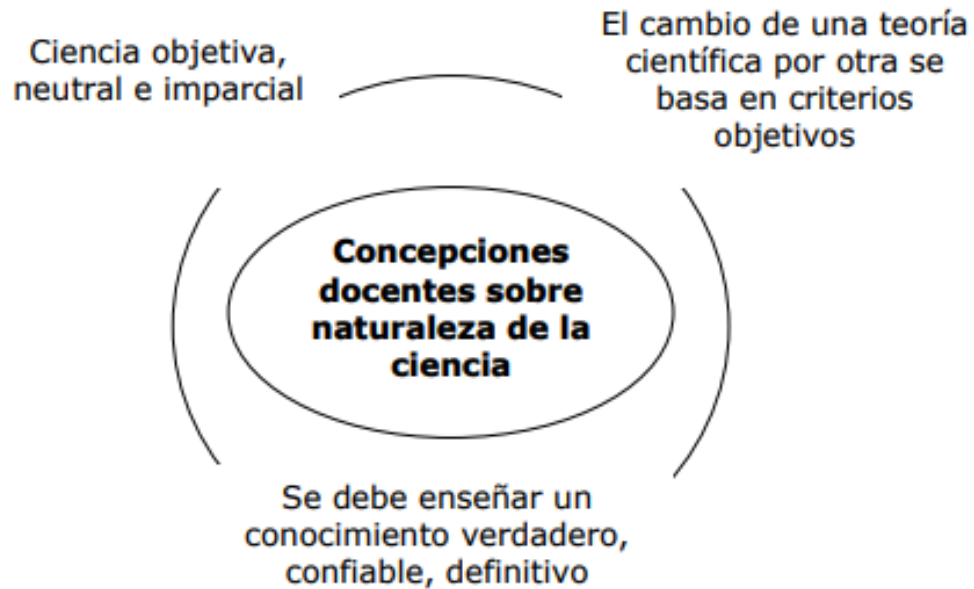
Otros referentes teóricos interesantes para esta investigación provienen del enfoque Ciencia Tecnología y Sociedad (CTS) (Acevedo y García-Carmona, 2016; García-Carmona et al., 2011), quienes otorgan importancia a factores sociales internos y externos de la ciencia, similares en cierto grado a lo propuesto por Irzik y Nola (2012). Con factores internos se refieren a todos los aspectos sociales que emanan desde dentro de la comunidad científica, incluyendo preferencias por la investigación, sesgos, competitividad, intersubjetividad y valores de las personas que hacen ciencia. Mientras que los factores externos hacen referencia al impacto de la ciencia en la cultura, la política y la economía. Por último, proponen integrar a la naturaleza de la ciencia la dimensión tecnológica, la cual está en estrecha relación (bidireccional) con el desarrollo del conocimiento científico.

### **2.5.2. Vínculo entre la Naturaleza de la Ciencia y los perfiles epistemológicos**

Últimamente algunas investigaciones han expuesto la relación de una enseñanza de la NOS con el perfil de racionalismo moderado (Amador-Rodríguez et al, 2022; Aduriz-Bravo; Chamizo, 2007), reconociendo la necesidad de modular epistémicamente aquellas visiones de NOS más positivistas. En palabras de Chamizo (2007):

...Toulmin no consiguió aglutinar alrededor de sus provocadoras ideas un número suficiente de seguidores que constituyeran una escuela capaz de convertirse en alternativa a la **concepción positivista** de la ciencia, sin embargo, adelantó una corriente de pensamiento que posteriormente, incluyendo desde Kuhn hasta Laudan, puede identificarse hoy como **racionalismo moderado**. Lo anterior es de fundamental importancia para la **enseñanza de las ciencias**, una vez que, como ya se indicó anteriormente, **hay muchas y deformadas visiones de la naturaleza de la ciencia**. Aquí el protagonista de su transmisión es el docente y sus propias ideas sobre ella (p.146).

En relación con lo anterior, la investigación de Ravanal y Quintanilla (2010) concluye que persisten concepciones absolutistas y tradicionales respecto a la imagen de ciencia en profesoras de biología (Fig. 2.5.2.1), visión que según los autores podría desestimar la participación y enseñanza en torno a controversias sociocientíficas, sugiriendo como, por ejemplo, neutralidad política en los quehaceres de la ciencia.



**Figura 2.5.2 1** *Concepciones del profesorado acerca de la enseñanza NOS. Extraído de Ravanal y Quintanilla (2010).*

### 2.5.3. Algunas concepciones ingenuas de NOS

Otros autores reafirman la persistencia de estas concepciones ingenuas o alternativas respecto a la naturaleza del conocimiento científico, las cuales están presentes en estudiantes y docentes de todos los niveles académicos (Amador-Rodríguez et al, 2022; Cofre, 2018 ; McComas, 2020). Sin ánimos de prejuicios, es relevante que el profesorado reflexione sobre sus propias concepciones alternativas, y para ello es urgencia que la trayectoria académica de espacio para que emerjan estas ideas ingenuas de la NOS, discutiéndolas bajo diversos escenarios educativos, que den oportunidad a resignificar las ideas de ciencia a una más cercana a la actividad científica integral. McComas (2020) refiere algunas más vinculadas con aspectos epistémicos, destacando las siguientes: La ciencia es un proceso rígido e infalible, basta con ser riguroso y seguir los pasos del “método”, por ende, esta carente de creatividad; las teorías aspiran a volverse leyes y que las evidencias son solo cuestión de opinión. Por otro lado, Allchin (2020) concuerda por lo expuesto por Ravanal y Quintanilla (2010), que otorga valores a los contextos controversiales de carácter sociopolíticos en los cuales se mueve la empresa científica

#### **2.5.4. Naturaleza de las Ciencias y Controversias Sociocientíficas**

Para el profesorado en formación resulta clave evaluar las condiciones contextuales que puedan influir en la efectividad de la enseñanza de la NOS. En un estudio realizado por Abd-El-Khalick y Akerson (2004) declaró que la comprensión de NOS estaba determinada por la cosmovisión del profesorado en formación, así como por factores cognitivos y emocionales. Sugieren que estos factores podrían estar relacionados con la capacidad del profesorado en formación para internalizar la importancia y las finalidades de enseñar y aprender sobre la NOS. Por otro lado, Matkins y Bell (2007) evaluaron el impacto de las CSC sobre las concepciones de la NOS del profesorado en formación, y dentro de sus conclusiones se menciona que la enseñanza explícita de la NOS vinculada al cambio climático mejoró significativamente la comprensión NOS, afectando positivamente a la capacidad de tomar decisiones sobre esta CSC. Pero, paradójicamente, un estudio posterior realizado por el mismo autor mostró que la enseñanza explícita de la NOS sofisticaba los conceptos acerca de las ciencias, independientemente si se contextualizaba en cuestiones sociocientíficas o no (Bell et al., 2011).

Respecto a las relaciones entre NOS y CSC en estudiantes de secundaria, un estudio realizado por Herman y colaboradores (2019) aporta una perspectiva prometedora. La propuesta de CSC se llevó a cabo en el Parque Nacional de Yellowstone bajo la problemática de reintroducción de lobos al ecosistema del lugar. Los hallazgos muestran que el estudiantado complejizó las concepciones de la NOS, facilitando el proceso de toma de decisiones de la CSC. Sin embargo, el mismo autor advierte que no es prudente generalizar estos hallazgos ni establecer relaciones causales entre NOS-CSC, debido a las propias limitaciones que presenta el estudio (Herman et al., 2019). Los hallazgos antes mencionados son coherentes con las conclusiones de Lueng (2022) y Espeja (2015), reforzando la idea de que el vínculo entre la NOS y las CSC aún está en discusión teórica.

Por otro lado, Allchin (2020) afirma que la NOS está profundamente ligada a las CSC, pues naturaleza compleja y multidimensional nos muestran cómo la ciencia influye en nuestra vida cotidiana y cómo ello afectan a la justicia social. Para Allchin no basta con entender cómo se genera el conocimiento científico, sino que también es importante reconocer cómo se valida su fiabilidad. Agrega que las decisiones públicas dependen cada vez más de la ciencia, por lo que es esencial que los estudiantes desarrollen el pensamiento crítico y el pensamiento científico con el propósito de que puedan discernir cuando la actividad científica este movilizadada por intereses políticos o económicos y, por ende, perpetuando inequidades sociales.

Además, las CSC permiten evaluar cómo la práctica científica interactúa con los entornos culturales y políticos, lo que a veces puede dar lugar a errores y afectar de forma desigual a la

sociedad. Casos como la negación del cambio climático por conflicto de interés, o el acceso desigual a fármacos, son ejemplos de cómo la ciencia puede ser manipulada para mantener privilegios y/o ideologías. Por eso Allchin argumenta que la enseñanza sobre la ciencia debe incluir no solo los principios científicos básicos, sino también la capacidad de evaluar críticamente la credibilidad de fuentes y expertos agregando que en un mundo lleno de problemáticas de tipo sociocientífico, el conocimiento de NOS es fundamental para construir una sociedad más justa y equitativa.

### 3. MARCO METODOLÓGICO

La metodología de este trabajo de investigación se posiciona en el paradigma cualitativo con un diseño exploratorio-descriptivo, aplicado como estudio de caso con interpretación directa.

#### 3.1. Contexto de la investigación

El presente trabajo se enmarca dentro del 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*”. Dentro del cual, el autor de este trabajo se desempeñó como ayudante en un curso de didáctica de la biología de una Universidad Chilena, impartido por una de las coinvestigadoras de este proyecto. En este contexto se aplicaron diversos instrumentos y actividades orientados a la profesionalización docente. En estas actividades se discutieron aspectos relacionadas al pensamiento crítico, el pensamiento científico, la argumentación y el diseño de controversias sociocientíficas. Por lo cual este trabajo hace uso de algunos de estos instrumentos para alcanzar en los objetivos declarados con anterioridad en el capítulo 1.

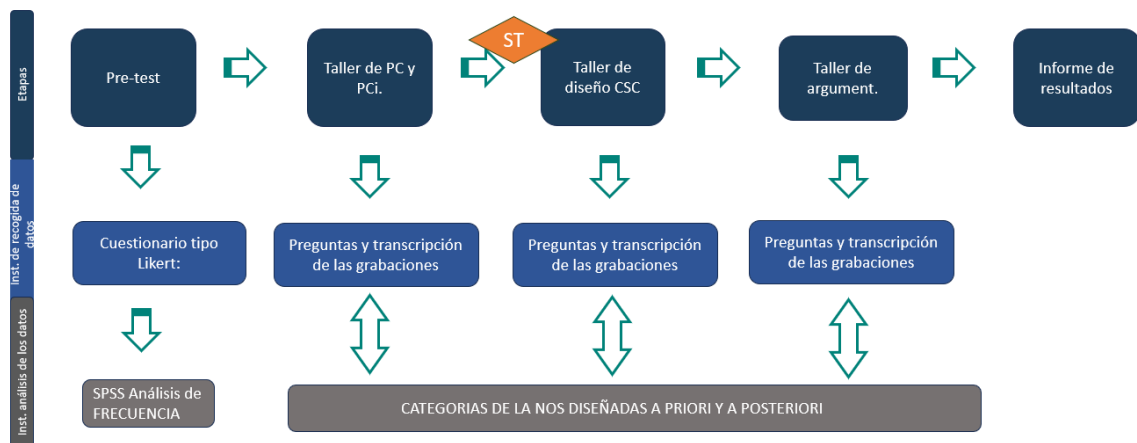
#### 3.2. Justificación de la metodología de investigación

Según McMillan (2005), los estudios exploratorios-descriptivos son apropiados cuando el fenómeno de estudio ha sido poco investigado o presenta vacíos en la literatura existente. En este caso, la investigación sobre las concepciones de la naturaleza de la ciencia en el contexto de controversias sociocientíficas (CSC) en la formación inicial de profesorado es aún limitada, lo que justifica el uso de este enfoque. Por su parte, Stake (1995) define el estudio de caso intrínseco como una metodología ideal para representar fenómenos en su contexto particular, lo que se ajusta a los propósitos de este trabajo, dado que es crucial considerar las particularidades del curso de didáctica de la biología y la intervención realizada en el marco del proyecto FONDECYT 123 1325. En este contexto, el tipo de enfoque de la NOS presente en los talleres fue de carácter implícito, enfoque común en metodologías de indagación, dado que no se ofreció una instrucción directa sobre las visiones de la NOS presentes en la literatura (McComas et al., 2020). Esta decisión metodológica buscaba explorar las concepciones emergentes de la NOS en el profesorado en formación (PFQyB), dentro del contexto de las actividades de CSC, sin introducir sesgos o dirigir los resultados. Adicionalmente, autores como Amador-Rodríguez y Aduriz-Bravo (2017) sugieren que los enfoques tradicionales, explícitos y cuantitativos en la **investigación** de la NOS pueden estar agotados en términos investigativos y metodológicos. Sin embargo, Aduriz-Bravo también defiende que la **enseñanza** de la NOS sigue siendo indispensable y debe abordarse de manera intencionada y explícita en las aulas de ciencia, lo que él denomina bajo el concepto de *sine qua non*.

Asimismo, Yin (1994) señala que el estudio de caso puede ser utilizado en situaciones en donde el investigador tiene poco control sobre los fenómenos pues estos se desenvuelven dentro de la vida real. El caso de este estudio se define como el grupo de PFQyB que participan en un curso de Didáctica de la Biología. Es por ello que la discusión de resultados será de tipo flexible, narrativo y directo, que según Stake (1995) es apropiado para abordar con mayor detalle los hallazgos de los estudios de caso intrínsecos, recordando que lo relevante de este tipo de metodologías no es generalizar, sino más bien entender los fenómenos estudiados dentro de su contexto.

### 3.3. Etapas de la investigación

Para el diseño de esta investigación se siguieron algunos de los lineamientos propuestos por Yin (1994), considerando 5 grandes momentos, expuestos en la Figura 3.3.1. Se realizó una reducción de los hallazgos en función de los objetivos de esta investigación, la cual se abordó de manera reflexiva y dinámica con el marco teórico,



**Figura 3.3 1** Etapas de la investigación. ST: salida a terreno; PC: pensamiento crítico; PCi: pensamiento científico

### 3.4 Participantes

Los sujetos de estudio corresponden a 12 PFQyB de una universidad estatal chilena, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico y con participación voluntaria. El estudio se desarrolló en el curso de Didáctica de la Biología, en el 7° nivel de la carrera. Se les solicitó a los participantes completar un consentimiento informado (Anexo.1), para asegurar la confidencialidad de los datos. Del total, siete (7) participantes se identificaron con el género masculino y cinco (5) con el femenino. Ocho (8) participantes señalaron que su institución de egreso de la educación media era de tipo particular subvencionado, mientras que los cuatro (4) restantes egresaron de escuelas municipales. La edad promedio aproximada fue de 24 años. Todos los participantes habían cursado asignaturas relacionadas con los propósitos de esta investigación, como Filosofía e Historia de la Ciencia y Didáctica de la Ciencia.

### 3.5 Delimitación de los instrumentos de recogida de datos

#### 3.5.1 Cuestionario tipo Likert

El instrumento propuesto es un cuestionario tipo Likert (Anexo 1), donde la escala de valoración posibilita cuatro respuestas, desde “Totalmente de Acuerdo” (TA) hasta “Totalmente en Desacuerdo” (TD). El diseño original del cuestionario tipo Likert utilizado en este trabajo de titulación fue desarrollado en por Quintanilla y colaboradores (2006) como parte de un proyecto de investigación. El cuestionario presenta dos partes:

**Parte A:** recoge las preferencias sobre 5 dimensiones:

1) Enseñanza de las ciencias 2) Aprendizaje de las ciencias 3) Evaluación de los aprendizajes científicos 4) Resolución de problemas científicos 5) Competencias del Pensamiento Científico.

Para los propósitos de esta tesis se utilizará solo la primera dimensión, para poder identificar la noción epistemológica relacionada a la *enseñanza de las ciencias*, y situar al PFQyB en función a las preferencias a enunciados alineados al racionalismo positivista y racionalismo moderado (tabla 3.5.1.1).

**Tabla 3.5.1 1** Enunciados del cuestionario tipo Likert y su noción epistémica

N°	Dimensión 1 Enseñanza de las ciencias	NE
1	Las ciencias (química, biología, entre otras) que se enseñan en el aula universitaria son conocimientos sin componentes ideológicos, sociales y culturales.	RP
2	La enseñanza de las ciencias (química, biología, entre otras) permite que el profesorado en formación reemplace sus modelos incorrectos acerca de la realidad, por conceptos científicamente correctos.	RP
3	Las actividades experimentales no son imprescindibles para justificar la enseñanza de los modelos teóricos de las ciencias.	RM
4	La enseñanza de las ciencias (química, biología, entre otras) en la universidad debe considerar el significado que el profesorado en formación tiene de un concepto, aunque éste no corresponda con el significado científico correcto.	RM
5	La enseñanza de teorías científicas debe promover la relación entre los conceptos científicos, en los diferentes campos disciplinares.	RM
6	La enseñanza de las ciencias (química, biología, entre otras) promueve en el profesorado en formación, una actitud ciudadana crítica y responsable.	RM
7	La enseñanza reflexiva del método científico permite que el profesorado en formación cambie su forma de actuar frente a nuevas situaciones del mundo real.	RM
8	La enseñanza de las ciencias permite explicar el mundo cotidiano con fórmulas y lenguajes matemáticos.	RP
9	En la enseñanza de las ciencias lo que importa es cuánto sabe el estudiante al final del proceso, aún si no se consideran los conocimientos previos.	RP

<b>10</b>	La enseñanza de las ciencias (química, biología, entre otras) se basa en dejar que el profesorado en formación construya, por sí mismo, los conceptos científicos.	<b>RP</b>
-----------	--	-----------

**NE:** Noción epistemológica hacia la que apunta el enunciado; **RP:** Racionalismo positivista; **RM:** Racionalismo moderado.

En la segunda parte (**Parte B**) del cuestionario, se les solicita a los participantes a argumentar o explicar la valoración otorgada a dos enunciados por cada dimensión (Tabla 3.5.1.1).

**Tabla 3.5.1 2** Parte B del cuestionario que recoge argumento o explicación de dos enunciados de la dimensión de enseñanza de la ciencia

Enunciados seleccionados (señalar el número del enunciado)	Argumento o Explicación

El pilotaje de este instrumento fue realizado con éxito durante el segundo semestre del año 2023 a estudiantes de nivel 8 de la carrera de Pedagogía en Química y Biología. Por último, es necesario precisar que esta investigación se centrará en la dimensión Enseñanza de las ciencias (EC) en lo que respecta a las partes A y B, realizando un tamizaje de aquellas explicaciones o argumentos de la parte B que podrían vincularse con algún elemento de la NOS, ya que la propuesta de enunciados considera los elementos del saber y hacer erudito, los cuales son representativos de una visión epistemológica particular: Racionalismo positivista y Racionalismo moderado, esta última, evaluada con enunciados que atienden a la visión constructivista de la ciencia propuestas por autores como Toulmin (1992) y Giere (1988), y recuperadas por referente teóricos más actuales (Adúriz-Bravo, 2022; Amador Rodríguez et al., 2023; Ravanal & Quintanilla, 2010)

### **3.5.2 Actividades formativas con enfoque sociocientífico**

Para describir las actividades formativas y los instrumentos utilizados, se construyó la Tabla 3.5.2.1, en ella se encuentran las principales temáticas y características de la intervención, así como las preguntas o instrumentos utilizados para la recogida de datos para el objetivo específico número tres. Estos instrumentos podrán ser encontrados en detalle en la sección de Anexos.

**Tabla 3.5.2 1** Descripción de las actividades con enfoque sociocientífico

Consiga de la actividad	Descripción de las actividades	Instrumentos relevantes para esta investigación
Pensamiento crítico; pensamiento científico; Controversias sociocientíficas (Anexo 3)	<p>Momento 1: El profesorado en formación usando su conocimiento previo respondió a 2 preguntas relacionadas al pensamiento crítico y al pensamiento científico.</p> <p>Momento 2: Tras una lectura, el profesorado en formación responde a 4 preguntas relacionadas al pensamiento crítico y al pensamiento científico en el contexto del aprendizaje y a la enseñanza de la Biología.</p> <p>Momento 3: En grupos, el profesorado en formación discute la relación entre pensamiento crítico, pensamiento científico y controversias sociocientíficas. Además, problematizan puntos críticos para el abordaje de las CSC en el aula de Biología.</p>	<p>¿Cuál es su opinión acerca del desarrollo del pensamiento científico o del pensamiento crítico en el estudiando en las clases de biología? ¿Qué contradicciones identificas en el abordaje del pensamiento científico y el pensamiento crítico en las clases de biología? Transcripción de las grabaciones.</p>
Controversias sociocientíficas en contexto (Anexo 4)	<p>Momento 1: El profesorado en formación acude al parque nacional “Las Hualtatas” para trabajar el siguiente objetivo: <i>Construir una cuestión socio científica desde un ecosistema modificado argumentando las dimensiones que lo constituyen</i>. Para ello cuentan con una guía de trabajo que les permite analizar las diferentes dimensiones de una CSC.</p> <p>Momento 2: El profesorado diseña argumentos para cada dimensión de la CSC, además, responde preguntas que le permiten reflexionar sobre su utilidad de las CSC y las salidas a terreno en la enseñanza y aprendizaje de la biología</p>	<p>Anexo 4 completo Transcripción de las grabaciones</p>
Argumentación científica y promoción de las CPC argumentativa (anexo 5)	<p>Momento 1: Presentación del modelo argumentativo de Toulmin.</p> <p>Momento 2: El profesorado en formación lee el capítulo 5 “<i>Casal, J. D. (2022). Mueve la lengua, que el cerebro te seguirá</i>”. Se dividen en capítulo en duplas y responden una pregunta por equipo. Posteriormente, socializan sus respuestas</p> <p>Momento 3: El profesorado en formación responde de manera individual preguntas vinculadas a la enseñanza de la argumentación en el aula, la relación entre las CSC y la naturaleza de las ciencias, y el rol de la dimensión ética en la toma de decisiones frente a una CSC.</p> <p>En otra sesión, retoman la importancia de la argumentación y su rol en la promoción de CPC argumentativas en las clases de Biología.</p>	<p>Transcripción de las grabaciones de la socialización del momento 2.</p> <p>¿Cómo pueden aportar las CSC en el aprendizaje más profundo de la naturaleza de las ciencias (NOS)? Argumente.</p>

Para mayor claridad, la actividad de controversias sociocientíficas en contexto tiene por objetivo “*Construir una cuestión socio científica desde un ecosistema modificado argumentando las dimensiones que lo constituyen*” (anexo 4). Para ello, se realizó una salida a terreno al Parque Nacional “Las Hualtatas” en la comuna de Lo Barnechea, en donde el PFQyB debía trabajar en duplas en el territorio para identificar y construir la CSC. Se les facilitó una guía de trabajo que contaba con diversas preguntas y un matriz que incorpora las diferentes dimensiones de las CSC

(política, ética, científica, social, tecnológica). En esta guía, el profesorado debía argumentar sobre la problemática identificada. Además, durante la salida a terreno se proporcionaron tubos de muestras, sensores de pH, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> y tabletas inteligentes para realizar algunas mediciones de interés para el diseño de la CSC.

### 3.6. Herramientas para el análisis de datos

1. Los datos de la parte A del cuestionario serán analizados en función de su frecuencia, para ello se utilizó el software estadístico SPSS 26 ®. El alfa de Cronbach arroja un valor de 0,805, lo cual es un buen indicador de consistencia entre lo preguntado y lo respondido en la primera sección del cuestionario tipo Likert.
2. Por otro lado, la parte B del cuestionario y las actividades formativas con enfoque sociocientífico (descritas en la tabla) serán transcritas (textualmente), con el propósito de ubicarlos en categorías diseñadas a priori bajo alguno los referentes teóricos de NOS, de igual forma se analizarán las transcripciones provenientes de las grabaciones de dichas actividades.
3. Tabla para el análisis de la NOS en las interacciones y en el contenido de los instrumentos respondidos en la intervención.

En la tabla 3.6.1 se proponen las categorías, subcategorías (diseñadas a priori y a posteriori) y su definición, sobre las cuales se discuten los resultados cualitativos presentes en este trabajo de tesis. Aquellas se componen de una combinación de referentes teóricos de NOS (Acevedo et al., 2005c; Adúriz-Bravo, 2005; Irzik & Nola, 2013; Matthews, 2012b), pero mayormente inspirado en la visión de “parecido de familia” y la visión crítica de la NOS anteriormente expuestas en el capítulo 2. Esta decisión se fundamenta en la naturaleza compleja y dinámica que posee la NOS, que suele presentar una diversidad de elementos en función del contexto en el cual se sitúa la enseñanza y aprendizaje.

**Tabla 3.6 1** Tabla de categorías para el análisis de la NOS en el discurso escrito y hablado

DIMENSIÓN	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	DEFINICIÓN
COGNITIVO-EPISTÉMICO	Procesos del razonamiento científico	Carga teórica previa	Las personas que hacen ciencia se aproximan a los fenómenos con modelos científicos previos.
		Tentatividad	Se reconoce que el conocimiento es de naturaleza provisional.
		Argumentación y uso de evidencias	Proceso cognitivo y dialógico que involucra el razonamiento de las evidencias y observaciones para sostener una teoría y/o modelo en ciencias, evaluado críticamente por la comunidad científica.

SOCIAL-HISTÓRICO- INSTITUCIONAL	Factores sociales internos de la ciencia	Sesgos y Conflicto de interés	Las actividades científicas pueden estar guiadas por creencias, ideologías o intereses que pueden permear los procesos y productos de una investigación (subjetividad). Los presupuestos para investigar se enmarcan en una agenda política ideológica.
		Difusión del conocimiento científico	Los productos de investigación son socializados y validados bajo el escrutinio de la comunidad científica.
		Personalidad y ética científica	Refleja los rasgos de la personalidad, gustos y preferencias de quienes hacen ciencia, incluyendo los valores que determinan el manejo y gestión de los procesos de investigación.
	Factores sociales externos de la ciencia	Impacto ciencia y sociedad	Refleja los posibles beneficios o repercusiones del avance científico en la sociedad, que pueden permear la cultura, legislación y producción económica.
	Historia de la ciencia	Contexto Histórico	Refleja el valor otorgado a la historia de la ciencia en los procesos de construcción del conocimiento científico.
DEMARCACIÓN	Relación Ciencia- tecnología	Ciencia y tecnología	Existe una estrecha dependencia entre ciencia y tecnología, aunque difieren en sus propósitos: la ciencia busca la producción de conocimiento teórico, mientras que la tecnología busca optimizar y materializar con herramientas concretas las aplicaciones del conocimiento científico.
	Manifestaciones religiosas y culturales	Religión y Ciencia	Tanto la religión como la ciencia son formas de conocimiento diferentes, pero igualmente valiosas para el ser humano. La religión se enfoca en los fenómenos espirituales, mientras que la ciencia busca comprender e intervenir sobre fenómenos naturales.
		Pseudociencias	Corresponden a formas de conocimiento que, por su naturaleza, no han logrado aceptación y validación por parte de la comunidad científica, aunque simulan procesos metodológicos científicos.
		Fake News científicas	Ideas o constructos carentes de racionalidad y evidencia, fuertemente difundidos en

			redes sociales y medios de comunicación, que suelen sustentarse en conspiraciones y en componentes psico-emocionales.
--	--	--	---

## 4. Resultados y Discusión

### 4.1 Perfiles epistemológicos a partir del cuestionario sobre la enseñanza de las ciencias

En este apartado analizaremos los perfiles epistemológicos que presentan los profesores desde la parte A y B del cuestionario tipo Likert, para ello se presentarán las principales tendencias mientras se vinculan elementos de la NOS de las explicaciones y/o argumentos de la parte B.

#### 4.1.1 Discusión de resultados de la parte A de cuestionario tipo Likert

El análisis de las respuestas dadas por el profesorado en formación se sistematiza en la Tabla 4.1.1, donde se exponen las frecuencias respecto a las preferencias marcadas en el cuestionario tipo Likert por parte del PFQyB, en esta tabla se invirtieron los valores de preferencia de los enunciados negativos (los correspondientes a Racionalismo positivista) de manera que fuese más sencillo el análisis y presentación de resultados. Siendo totalmente en desacuerdo (TD) el número 1, el parcialmente en desacuerdo por el número 2 (PD), parcialmente de acuerdo con el número 3 (PDA) y finalmente el totalmente de acuerdo con el 4 (TA).

**Tabla 4.1 1** Frecuencia de preferencias de la dimensión de Enseñanza de las ciencias (EC) del PFQyB

Enunciados EC		P.1	P.2	P.3	P.4	P.5	P.6	P.7	P.8	P.9	P.10
		RP	RP	RM	RM	RM	RM	RM	RM	RP	RP
Frec.	TA	8	0	0	4	8	5	6	2	5	5
	PA	0	2	3	4	4	4	2	4	4	3
	PD	3	4	3	3	0	3	4	4	1	3
	TD	1	6	6	1	0	0	0	2	2	1
	Tot.	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

**RP:** Racionalismo positivista, **RM:** Racionalismo moderado, **Frec:** Frecuencia de la preferencia, **Tot:** Total, **TD:** Totalmente de acuerdo, **PD:** Parcialmente de acuerdo, **PA:** Parcialmente de acuerdo y **TA:** Totalmente de acuerdo.

En términos generales se puede observar que hay una tendencia hacia el Racionalismo moderado en 7 de los 10 enunciados: 01, 04, 05, 06, 07, 09 y 10. Lo que podría indicar que el profesorado reconoce los componentes ideológicos vinculantes con la actividad y en enseñanza

de las ciencias, estrechamente relacionada con involucramiento de escenarios que promueven una construcción de una ciudadanía crítica y reflexiva, y que la educación científica debe promover la valoración reflexiva del método científico y contemplar interdisciplinariedad, y que los conocimientos previos son relevantes para los procesos formativos. Esta última idea es coherente con lo propuesto por autoras como Driver (2019) y Kind (2004) que proponen que el modelo de aprendizaje de las ciencias debe vincularse al modelo del cambio conceptual, el cual describe que las ideas previas e ingenuas de las ciencias prevalecen aun cuando el sujeto halla alineado o simpatizado en algún momento con ideas más próximas a las que se proponen desde el conocimiento científico. Otros autores sugieren que es relevante establecer rutas metacognitivas que permitan explicitar estos fenómenos cognitivos, de manera que el estudiantado pueda contrastar sus ideas iniciales con sus ideas finales ((Pérez et al., 2018)). Según nuestro posicionamiento teórico creemos que la historia, la filosofía y la sociología de la ciencia es indispensable para comprender y humanizar el contexto en el que se construyen-destruyen-reconstruyen los modelos teórico-científicos (Adúriz-Bravo et al., 2002; Joglar et al., 2011; Quintanilla et al., 2022).

En términos comparativos, estos resultados son similares a los presentados por Ravanal y Quintanilla (2010) cuando aplicaron una versión anterior del cuestionario tipo Likert, pero utilizado en profesoras en ejercicio de Biología, en donde los enunciados 4, 5, 6 y 7 posicionaba al profesorado hacia un perfil moderadamente racionalista al igual que este estudio. Distinto es el caso para el enunciado 1,9 en el que los autores antes mencionados reportaron tendencias positivistas al aplicar este cuestionario, aquello sugiere un escenario favorable para estas nuevas generaciones respecto a las anteriores, particularmente a los enunciados que refieren a los factores ideológicos y los procesos evolutivos que caracterizan a la actividad científica. Por otro lado, se mantiene la tendencia positivista de los enunciados 2 y 3 respecto a la actual y anterior aplicación del cuestionario, lo que podría sugerir que el profesorado en formación aún tiene una tendencia a sobre estimar el rol de las actividades experimentales en las aulas de ciencia, desvalorizando el rol de los procesos cognitivo-epistémicos sobre los cuales se construyen modelos en ciencia (Adúriz-Bravo et al., 2002; Chamizo, 2007).

#### **4.1.2. Discusión de resultados de la parte B del cuestionario tipo Likert**

En este apartado analizaremos los enunciados seleccionados por el PF y la explicación que otorgan a los mismos. Este análisis permite identificar elementos de la NOS en sus explicaciones, así como también, establecer posibles vínculos con los perfiles epistémicos del profesorado.

Ciencia y Sociedad: Respecto al enunciado 1, los resultados de la parte B del cuestionario sugieren que el PFQyB está en su mayoría de acuerdo con que la enseñanza de las ciencias arrastra elementos ideológicos y político propios de la empresa científica, como lo refiere Acevedo

y colaboradores (2005) que define que la ciencia está estrechamente ligada a la sociedad a través de los factores externos e internos que la envuelven, en este caso, correspondería a que el profesorado reconoce que la ciencia está influida por factores ideológicos y políticos:

“Me encuentro totalmente en desacuerdo con este enunciado, porque [es] una visión ingenua de la actividad científica, dado que [la] ciencia es una actividad humana”. (PF-1)

“Hasta cierto punto la ciencia siempre tocara pleitos ideológicos, aunque se intente evitar, esto va de la mano con que la ciencia es política”. (PF-2).

Estos relatos se vinculan fuertemente con las propuestas de NOS que posicionan a la ciencia como una empresa humana inserta culturalmente en la sociedad, por lo tanto, no exenta de agendas o propósitos ideológicos (Acevedo et al., 2006) lo que a su vez clasificaría como una tendencia hacia el racionalismo moderado (Quintanilla et al., 2022). Por otro lado, el PF-11 hace mención del aprendizaje sin componentes ideológicos, en donde expresa que: “Uno como futuro profesional de la educación tiene la responsabilidad de no influir sus pensamientos y/o ideologías en el aprendizaje de los estudiantes” (PF-11).

Si bien el PF-11 no hace referencia directa a los factores sociológicos externos de la construcción del conocimiento, se puede interpretar que este tipo de posturas podría dificultar la consagración de una adecuada imagen de la enseñanza de la ciencia, ya que podría posicionar los quehaceres científicos de manera aislada de la sociedad, con un reduccionismo que podría entorpecer la alfabetización científica crítica, centrándose preferentemente en la transmisión de contenidos más eruditos de la ciencia, sin componentes y valores democráticos (Acevedo et al., 2005; Driver et al., 1996), por lo cual el PF-11 podría considerarse con una imagen ingenua de la NOS con tendencias hacia el racionalismo positivista.

*Métodos científicos:* Respecto al enunciado 3, la tendencia apunta que el PFQyB considera que la enseñanza basada en modelos no es suficiente o está incompleta sin las actividades experimentales. Algunos docentes manifiestan una posición ambigua ante el rol de las actividades experimentales y su relación con la enseñanza de modelos teóricos en la clase de ciencia, sus explicaciones hacen referencia a las categorías relacionadas a los métodos científicos, esto se puede identificar en las siguientes explicaciones:

Estoy en desacuerdo con el enunciado, debido a que las actividades experimentales deben ir de la mano con la enseñanza de los modelos teóricos, es más, considero que la parte práctica debe anteceder a la parte teórica”. (PF-8)

Considero que las actividades experimentales no son imprescindibles, ya que no siempre se tienen las condiciones o herramientas para llevarlas a cabo, si encuentro que es una manera interactiva para mostrar fenómenos o modelos científicos. (PF-12)

A pesar de que el PF-8 está en desacuerdo al enunciado igualmente presenta ciertos matices positivista, esto se ve reflejado al final de su declaración, ya que menciona que la práctica debiese anteceder la introducción de modelos, esto según Aduriz-Bravo e Izquierdo (2002) podría indicar que una postura que devalúa los procesos cognitivos-epistémicos por los cuales los y las científicas construyen conocimiento, dándole particular énfasis a las actividades de tipo experimental, lo cual también es coherente con lo que discute Villagrán et al (2014), que señala que en la biología no siempre es posible utilizar métodos experimentales, especialmente en disciplinas como la ecología y la evolución, y que muchos de los avances y constructos teóricos de estas disciplinas pueden ser abordados a través de la historia natural, pero que esta sido infravalorada por el actual estatus de las ciencias con metodologías experimentales. Es entonces necesario volver a mencionar el valor que tiene la historia de las ciencias en este sentido, recuperando los valiosos aportes de naturalistas y ecólogos para la teoría sintética de la evolución (por ejemplo, Lamarck, Darwin, Couvier, etc.) para comprender fenómenos naturales desde la historia natural, los cuales pueden también complementarse mutuamente con metodologías de corte experimental(Villagrán et al., 2014).

Por el contrario, el PF-12 considera que es posible prescindir de actividades experimentales, pero las razones que aporta se relacionan más con las condiciones y recursos para poder implementarlas. El final de su relato sugiere la idea de que la enseñanza basada en modelos podría ser menos interactiva que la experimentación.

*Factores internos de la sociología de la ciencia:* Respecto al enunciado 5 no existen discrepancias, la totalidad del profesorado declara estar de acuerdo con una enseñanza de las ciencias debe ser interdisciplinaria, así lo explica el siguiente PFQyB: “Es muy importante el considerar diferentes disciplinas e integrarlas, ya que de esta manera se pueden dar explicaciones desde distintos puntos de vista y utilizando distintas estrategias”. (PF-8)

Esta declaración sugiere concepciones de NOS de carácter epistémico y a factores sociales internos de la ciencia, por un lado, respeta la diversidad de disciplinas con sus respectivas metodologías y las resignifica como parte de un todo, postura similar a la visión de parecido de familia propuesto por Irzik y Nola (2011), además, valora esta diversidad en los procesos cognitivo-epistémicos que hacen parte de la construcción de conocimiento(Villagrán et al., 2014).

*Productos de la ciencia:* Respecto al enunciado 8 las preferencias tienden en igual frecuencia en ambos paradigmas estudiados, esto podría estar explicado por la formación científica escolar y universitaria del PFQyB, donde aún es recurrente la transmisión de conocimiento con métodos algorítmicos y fuertemente matematizados, sin embargo, emerge la siguiente frase:

Si bien el lenguaje matemático es fundamental para la explicación de ciertos fenómenos científicos, pero no lo es todo, a mi parecer las ciencias abarcan y tienen muchas más conexiones que no se explican matemáticamente. (PF-12)

El PF-12 apunta hacia una postura de racionalismo moderado estrechamente relacionada con una adecuada visión de NOS, matiza el valor de las matemáticas mientras declara que existen otros fenómenos que no pueden ser explicados en términos matemáticos, lo que podría sugerir que este docente muestra apertura a valorizar la diversidad de formas en que se manifiestan y complementan los productos científicos, ya sean leyes con lenguajes altamente matematizados, así como con modelos basados en las evidencias y los argumentos. Lo anterior es coherente con los nuevos propósitos educativos, que nos desafían de manera profunda y radical, donde el objetivo es modular al profesorado hacia perfiles moderadamente racionales, capaces de aplicar juicio crítico y estar abiertos al cambio. Por ello, debemos ofrecerles la oportunidad de enfrentarse a dilemas reales y controversias sociocientíficas que permitan la discusión sobre los fenómenos naturales en contexto y no solo emplear problemas de cálculo de naturaleza algorítmica (Izquierdo, 2005).

Los resultados revelan una tendencia inicial hacia el racionalismo moderado entre los futuros profesores de química y biología, lo que indica que reconocen la influencia de factores ideológicos y sociales en la ciencia. Esto sugiere una mayor apertura hacia una enseñanza crítica y reflexiva, alineada en buena parte con una adecuada visión de NOS. Sin embargo, algunos todavía muestran inclinaciones hacia el racionalismo positivista, sobrevalorando principalmente las actividades experimentales y el método empírico (Adúriz-Bravo, 2006).

#### **4.2 Concepciones de la NOS en el relato escrito y hablado del profesorado en formación en química y biología**

En esta sección se discutirán aquellas concepciones asociadas a la NOS que emergieron desde los instrumentos escritos y las discusiones verbales del profesorado en formación. Se esquematizará en función de los elementos más relevantes que podría indicar cierto grado de acercamiento hacia los perfiles epistémicos del PFQyB. Para los futuros profesores, estas concepciones no solo afectan su comprensión de la ciencia, sino que también podría determinar cómo enseñarán ciencia a sus futuros estudiantes (Adúriz-Bravo, 2012). Esto es especialmente relevante dado que la formación de una adecuada visión de la ciencia tiene implicaciones directas en el enfoque pedagógico que podrían adoptar en su próximo ejercicio profesional. El resto de las frases estarán disponibles en el anexo 6. Para transparentar el origen de cada expresión se abreviará TE para frases provenientes de los instrumentos escritos y TD para las frases provenientes de las discusiones grupales, el número asignado tras la abreviación corresponde a la actividad formativa de donde emana, por ejemplo, PF-7/TD3 indica que el profesor en formación número 7 expresó dicha frase durante la discusión grupal de la actividad tres.

## 4.2.1 Dimensión Cognitivo-epistémica

### 4.2.1.1 Procesos del razonamiento científico

- **Carga teórica previa**

La carga teórica previa en el trabajo científico implica que los científicos y científicas no se aproximan a los fenómenos/objetos de estudio desde una perspectiva completamente neutral, sino que lo hacen con un conjunto de teorías y modelos que influyen en cómo observan e interpretan los datos. Esto es reconocido en la literatura como una característica fundamental de la NOS (Khishfe & Lederman, 2007; McComas, 2020). En las respuestas e interacciones de los PFQyB fue posible identificar reflexiones respecto a esta subcategoría, particularmente en las actividades de diseño de controversias sociocientíficas, donde reconocían que su conocimiento previo modelo la aproximación sobre las CSC identificadas: *“Nosotros con (...) vamos a ver la calidad del aire (...) yo en mi otra carrera estudie mucho líquenes, entonces para mí era algo interesante”* (PF-4/TD2). Así mismo otros docentes reconocieron que analizaron e identificaron sus controversias sociocientíficas bajo modelos teóricos previos, entre ellos, el ciclo biogeoquímico y endemismo de especies vegetales.

Hodson (2014) sugiere que es fundamental que los estudiantes de ciencias comprendan que la ciencia no parte de un vacío, y que las teorías científicas actuales son el resultado de interpretaciones previas que se ajustan y cambian con el tiempo. Este proceso de construcción teórica es crucial para entender por qué el conocimiento científico está sujeto a cambio y revisión, un aspecto que es fundamental en la enseñanza de la NOS.

- **Tentatividad**

La tentatividad del conocimiento científico es uno de los elementos infaltables de la NOS y su comprensión es esencial para los futuros docentes, principalmente para equilibrar las posturas más científicas (Adúriz-Bravo, 2008). En las respuestas de los PFQyB, se evidencia una aceptación de que el conocimiento científico es de carácter provisional. Esto queda evidenciado con la como se expresa en: *“Es importante que el estudiante adquiera habilidades relacionadas con el pensamiento crítico/científico en donde pueda cuestionar o poner en duda las verdades que se abarcan en la biología”* (PF-7/TE1). Este enfoque está alineado con lo propuesto por Lederman et al. (2013), quienes sostienen que los docentes deben transmitir la idea de que el conocimiento científico no es fijo, sino que cambia a medida que se generan nuevas evidencias.

Allchin (2020) también sugiere que enseñar la tentatividad del conocimiento no solo promueve el pensamiento crítico, sino que también ayuda a los estudiantes a desarrollar una visión más madura sobre la ciencia, alejándose de la idea de que la ciencia proporciona “verdades absolutas” para acercarse a la “naturalización el error” como cualidad valiosa para la construcción de conocimientos científicos. De esta manera, los estudiantes pueden aprender a evaluar de forma

crítica el contexto en el cual se pensaron las teorías científicas y estar abiertos a su revisión cuando la evidencia así lo requiera.

- **Argumentación y uso de evidencias**

La argumentación y el uso de evidencias son fundamentales en la ciencia, y los PFQyB mencionaron la importancia de evaluar críticamente los elementos que contiene la argumentación científica, el PF-5 menciona: *“para evaluar estas se deben reunir las diferentes pruebas e interpretarlas en base a los modelos para posteriormente identificar la validez de las mismas en base a su especificidad suficiencia y fiabilidad”* (PF-5). Esto es coherente con el enfoque de Toulmin (1958), quien destaca la importancia de construir argumentos basados bajo los márgenes de racionalidad y razonabilidad. Otras de las ideas de los docentes en formación destacan aspectos lingüísticos de la argumentación científica: *“El calificador modal permite dar un grado de certidumbre...”* (PF-1/TD3). Mientras que otro PF complementa respecto al uso del calificador modal: *“algo que uno siempre debería tener en claro que la ciencia no siempre es exacta”* (PF-2/TD2). Estas ideas son coherentes con lo propuesto por Rodríguez et al (2018), lo cuales señala que el refutador modal modera el argumento de forma que aporta cierta humildad respecto a lo que se desea afirmar, de forma que el argumento no se presenta como una verdad infalible. Además, agregan que la refutación dentro de la argumentación también tendría propósitos similares, ya que al presentar excepciones en donde el argumento no funciona permite también moderar el alcance de este. Respecto a las refutaciones el PF-1 menciona: *“considerar la refutación como elemento clave es muy importante porque pone en duda el dato o hecho o evidencia de que sea tajantemente correcto (...) las ciencias naturales son una área de estudio muy dinámica”* (PF-1/TD3).

Zeidler y Nichols (2009) sostienen que enseñar argumentación científica es crucial en un mundo donde las controversias sociocientíficas requieren que ciudadanos y ciudadanas sean capaces de evaluar críticamente las evidencias y los argumentos. En esa línea, es fundamental que el profesorado en formación sea capaz de enseñar estas habilidades a sus estudiantes para fomentar una ciudadanía crítica e informada.

## **4.2.2 Dimensión Social-histórico-institucional**

### **4.2.2.1 Factores sociales internos de la ciencia**

- **Sesgos y conflicto de interés**

Los sesgos y conflictos de interés fueron de mención recurrente en las respuestas del PF-4, quien reconoce que estos pueden influir en la producción de conocimiento científico: *“siento que el pensamiento crítico puede utilizarse para cuestionar algunas ideas propias del pensamiento*

científico como por ejemplo criticar metodologías o incluso conflictos de interés”(PF-4/TE1), Irzik y Nola (2011) y Longino (Longino, 2002) sostienen que la ciencia, al ser una actividad humana, no es inmune a los sesgos, y es necesario que los estudiantes comprendan cómo estos factores pueden influir en las investigaciones.

De igual forma lo conceptualiza Allchin (2020) que es crítico con ciertos enfoques de investigación o problemas científicos reciben un financiamiento desmedido en comparación con otros, la ciencia se orienta hacia esas áreas en detrimento de otras, donde los intereses económicos de los sectores más ricos pueden influir en los resultados científicos, frecuentemente reforzando y manteniendo su propia riqueza. Idea que también se relaciona con una intervención posterior del mismo profesor en formación al ejemplificar con la historia de Claire Patterson, el reconocido geoquímico que advirtió sobre la dañina concentración de Plomo en los ecosistemas, producto de su uso como aditivo en diversos productos de origen industrial, incluida la gasolina:

Me hizo acordar bastante a lo de la situación que hubo con Claire Patterson, que él decía que los combustibles con Plomo eran muy dañinos (...) hubo como un debate muy controversial entre los científicos contratados desde petroleras o empresas que producen combustibles fósil contra Claire Patterson y la comunidad científica de ese entonces. (PF-4/TD3).

Acevedo-Díaz y García-Carmona (2016) también argumentan que es crucial que los futuros docentes enseñen a los estudiantes a identificar posibles sesgos en los estudios científicos y a evaluar críticamente los intereses y la asignación de fondos detrás de los proyectos de investigación.

- **Difusión del conocimiento científico**

La difusión del conocimiento científico es un proceso clave que permite la validación de los hallazgos a través del escrutinio de la comunidad científica. Allchin (2012) señala que este proceso es fundamental para garantizar la objetividad/subjetividad de la ciencia. Sin embargo, las respuestas de los PFQyB no profundizan en los mecanismos específicos de difusión, limitándose a mencionar papers y bases de datos (PF-2/TE1)(PF-6/TE2), lo que indica que este aspecto podría ser tratado de manera más explícita durante futuras actividades formativas con enfoque sociocientífico, reflexionando sobre la construcción social del conocimiento científico asociada a procesos de revisión por pares y a criterios de intersubjetividad para la publicación de artículos (Vázquez & Manassero, 2007)

Por otro lado, García-Carmona y Acevedo (2016) defienden la discusión escolar de estos elementos de la NOS, dado que la objetividad y subjetividad en la ciencia se acentúa cuando es necesario alcanzar consensos o acordar conclusiones, un proceso que puede considerarse como "intersubjetividad escolar" dentro del contexto de construcción de nuevos aprendizajes. Las

diferencias de interpretación que frecuentemente surgen entre científicos frente a los resultados de un experimento deberían motivar al docente a fomentar el diálogo en el aula, promoviendo el respeto por las ideas de los demás al debatir la interpretación de un fenómeno. En ese sentido, emergen dos intervenciones valiosas por parte del profesorado en formación:

“Sobre la argumentación (...) era la introducción de modelos, y muchas veces se veía como una lucha en que mi modelo y tu modelo y no es eso... como un versus”. (PF-5/TD3)

En el consenso existe una celebración en la identificación de un sesgo, ósea si puedo identificarlo y desacreditarlo es algo positivo. Mientras que en la expectativa de convencer se intenta ocultar el sesgo. Convencer sería como competir... () oculto mis sesgos y me opongo a la posibilidad de construir (PF-4/TD3)

En relación con estos hallazgos es plausible considerar que la idea de consenso es bien recibida durante los procesos argumentativos en ciencia, que valoran la discusión de los productos científicos instalándolos en escenarios de sana controversia.

Finalmente, el PF-4 señala: “(...) a modo de caricatura... porque alguien use bata blanca y lentes y sea un hombre de 60 años no tiene por qué tener razón” (PF-4/TD3). Esto sugiere que este docente no basa la credibilidad de la ciencia únicamente en quienes la representan, sino que, en la construcción de significados que emanan de sus argumentos. Además, incorpora elementos de la NOS que están vinculados a los estereotipos sobre la imagen de los científicos y el dominio androcéntrico (Solsona et al., 2021).

#### **4.2.2.2 Factores sociales externos de la ciencia**

##### **Relaciones Ciencia y sociedad**

El impacto de la ciencia en la sociedad es una categoría que reconoce los posibles beneficios y repercusiones que el avance científico puede tener en la cultura, la legislación y la economía. Los futuros profesores en formación señalaron que es importante enseñar a los estudiantes cómo la ciencia afecta sus vidas diarias, así como en el desarrollo de políticas públicas: “(...) La ley no. 19300 (se establecen las bases generales sobre la protección al medioambiente), los cuales se deben cumplir en las zonas protegidas, intervenidas y/o áreas de conservación. Seguir los lineamientos que proponen organizaciones medioambientales y expertos en el área” (PF-1, PF-6/TD2) . Esta idea está alineada con el enfoque de ciencia integral de Allchin (2020) quien sostiene que la alfabetización científica no debe limitarse a la adquisición de conocimientos científicos, sino que también debe incluir la capacidad de los ciudadanos para participar en debates públicos informados sobre temas científicos para promover la justicia social.

Por otro lado, el PFQyB mencionó en repetidas ocasiones la gestión del parque “Las Huallatas” en las actividades enmarcadas en TE2, pues la mayoría de los argumentos propuestos por el profesorado en formación interpelaban a la administración como responsable de la protección de

los ecosistemas, principalmente en la dimensión ética y medioambiental de la tabla multidimensional, lo que se ve reflejado en la siguiente frase: “La gestión y conservación de diferentes parques nacionales puede estar influenciada por la necesidad de mantener y equilibrar la protección y cuidado de especies nativas relacionadas con el desarrollo urbano”(PF-1,PF-6/TE2). Los parques nacionales cuentan con equipos técnico-profesionales destinados a la investigación y protección, de manera que fue posible atribuir subcategorías de NOS al contar con equipos multidisciplinarios que realicen y comuniquen ciencia. De todas formas, la insistente interpelación a la gestión del parque las Hualtatas suscita las relaciones entre ciencia y sociedad, con responsabilidad en ambos sentidos, ya que publicaciones como la de Borsellino (2022) mencionan que las investigaciones realizadas en parques nacionales obedecen mayoritariamente al desarrollo de los propios intereses o líneas de investigación.

Por último, emergen reflexiones más complejas por parte de algunos PFQyB, una de ellas se presenta a continuación: “La salida a terreno aporta de una forma muy valiosa en el diseño de argumentos multidimensionales en una cuestión socio científica, ya que permite una comprensión más holística del problema. Al estar en contacto directo con el entorno, se facilita la conexión entre las diferentes dimensiones: ética, social, política, ambiental, económica y científica” (PF-7,PF-9/TE2). Estas reflexiones toman especial relevancia para promover el agenciamiento y confrontar estas tensiones sociocientíficas, lo que podría sugerir que el PFQyB se alinea a finalidades educativas relacionadas con promover una ciudadanía crítica, para la proteger la integridad de los ecosistemas presentes en los parques nacionales bajo un enfoque holístico de las CSC.

#### **4.2.2.3 Historia de la Ciencia**

- **Contexto Histórico**

El contexto histórico también es un hallazgo relevante, puesto que podría sugerir visiones adecuadas de NOS. La mención al "contexto histórico" en las respuestas podría indicar que los docentes en formación comprenden que la ciencia no se desarrolla de manera aislada, sino que está fuertemente influenciada por el momento histórico y su contexto sociocultural, Joglar y colaboradores (Joglar, C. et al., 2011) respaldan la importancia de incluir la historia de la ciencia en la enseñanza de la ciencia, ya que permite a los estudiantes comprender cómo se ha desarrollado el conocimiento científico a lo largo del tiempo.

Un hito interesante de discutir se da en el momento 2 de este ciclo formativo. En este momento el profesorado en formación debía discutir en duplas y esquematizar las relaciones entre el pensamiento crítico, el pensamiento científico y las controversias sociocientíficas. En ese contexto se produce la siguiente conversación:

PF-4: Para poder ser controversial tiene que tener una base científica y no tiene que haber consenso al respecto

PF-11: Pero tienen que ser actuales...

PF-4: [con actitud incrédula] Según yo la historia de la ciencia se puede visitar mucho, no te parece una controversia sociocientífica el dogmatismo generado por la iglesia, “el dogmatismo confesional”, pero no se puede hablar de ese tema...

PF-11: [ininteligible, se ve poco convencido].

PF-5: Siempre es necesario contextualizar.

PF-4: Salto lejos el maní [en tono de broma].

PF-11: [ininteligible] debe ser un contexto actual.

PF-4: NONES [algo frustrado].

PF-5: [ nombra al PF-5] es que no necesariamente tiene que ser un contexto actual, [puedes ser] un proceso histórico.

PF-11: Pasado pisado [Bajando el brazo convencido].

De esta acotada interacción podemos dar cuenta que PF-4 y PF-5 dan un especial valor a las CSC situadas en contextos históricos, lo cual es propuesto por autores de la didáctica de la ciencia como un escenario fértil para abordar con profundidad aspectos sobre la ciencia, reflejando una visión de NOS que valora los contextos históricos en donde se manifiestan (Acevedo-Díaz et al., 2017; Izquierdo et al., 2016; Quintanilla et al., 2022). Por otro lado, PF-5 parece valorizar en mayor medida los contextos más actuales de las CSC, ya que en una posterior actividad señala que uno de los grandes desafíos para él en su próximo rol docente, es estar actualizado en cuanto a las CSC que ocurren a nivel nacional y global. Si bien esto se podría catalogar bajo una inadecuada visión de NOS (del tipo ahistórica), su visión también parece relevante ante las CSC que depara el Antropoceno.

Matthews (2015) también sostiene que enseñar la historia de la ciencia permite a los estudiantes comprender cómo el conocimiento ha evolucionado con el tiempo y cómo los avances científicos están influenciados por el contexto histórico en el que se producen.

## **4.2.3 Dimensión de Demarcación**

### **4.2.3.1 Relación ciencia-tecnología**

La relación entre ciencia y tecnología fue una categoría emergente durante las discusiones grupales relacionadas a la tabla multidimensional del diseño de CSC, en donde se algunos docentes confundían los límites entre los aspectos científicos y los tecnológicos, debido al alto grado de interdependencia que tienen estas dimensiones, en ese contexto el PF-2 aportó la

siguiente idea: “Tecnológico en el sentido si están usando trampas para [controlarlo], científica si están utilizando algún químico” (PF-2/TD2). En cierta medida, esta idea expresada por el PF-2 parece estar alineada a las propuestas modernas (Acevedo-Díaz, 2006; García Carmona, 2021), que señalan que ciencia y tecnología difieren ontológicamente, pero que las influencias en lo concreto son evidentes. En otras palabras, sugieren comprender que ambas están interconectadas, aunque con propósitos diferentes: la ciencia busca generar conocimiento, mientras que la tecnología lo aplica de manera práctica. Necesidad de enseñar esta distinción para evitar una visión tecnocéntrica de la ciencia (Acevedo et al., 2005b; Carmona & Díaz, 2016).

- **Ciencia y religión**

La relación entre ciencia y religión fue abordada superficialmente en las respuestas del profesorado en formación. Distintos referentes de la NOS como Irzik y Nola (2011) y Matthew (2012) indican que la ciencia y la religión son formas de conocimiento que no necesariamente están en conflicto, pero que deben abordarse desde perspectivas distintas del conocimiento. En el diálogo presentado en el apartado contexto histórico, el PF-4 propone como una CSC el dogmatismo confesional, haciendo referencia a la poca oportunidad de hablar sobre la cosmovisión científica y la cosmovisión de la religión, lo que suele ser un problema recurrente en el abordaje de la evolución y teorías relacionadas a la abiogénesis (González, 2009). Estos aspectos suelen ser considerados tabú, por lo que son poco reflexionados en las aulas de ciencia, o se discuten en modos beligerantes, cuando realmente podría ser una buena oportunidad de fomentar el respeto hacia las creencias religiosas mientras se discuten los beneficios (y también los aspectos negativos) que tienen ambas formas de mirar el mundo (Ruano, 2018).

Barbour (1997) sostiene que existen múltiples formas de entender la relación entre ciencia y religión, desde el conflicto hasta el diálogo, y que este tema puede ser una oportunidad para que los estudiantes desarrollen una comprensión más matizada de ambas esferas.

- **Pseudociencias y fake news sobre ciencia**

La identificación de pseudociencias fue mencionada en las discusiones grupales, destacando la importancia de enseñar a los estudiantes a diferenciarlas del conocimiento científico. En ese contexto un docente en formación declara: “incorporar estos aspectos lingüísticos y entregar argumentos que pueden construirse de estas formas más sólidas, permite elaborar el pensamiento y contrastar por ejemplo una pseudociencia, que se basa solamente en afirmación, un fundamento breve, un dato y una conclusión” (PF-1/TD3). Un estudio realizado por Pujalte et al. (2021) reporta que tanto estudiantes como profesores de biología conviven con ideas pseudocientíficas, y estas son asimiladas acríticamente. Lo que reafirma la incorporación de

asignaturas metacientíficas dentro de la formación profesional, que ayuden a modular estas posturas irracionales, sin caer en el cientificismo.

La preocupación por las fake news científicas también fue mencionada por los futuros profesores. Allchin (2017) sugiere que los estudiantes deben ser capaces de identificar y refutar noticias falsas relacionadas con la ciencia, especialmente en un mundo donde la desinformación es común en redes sociales, entiendo que muchas de estas noticias falsas son ampliamente difundidas y reposteadas acríticamente, pudiendo generar daños a la salud y el bienestar de las personas a la hora de tomar decisiones basadas en ellas (Arrojo, 2020). Algunas frases del profesorado en formación incluían a ambas en su relato, valorando el rol de la argumentación y la refutación para su abordaje en las clases de biología: “como profes tenemos que guiar a nuestros estudiantes hacia una argumentación del consenso (...) también que los estudiantes estén al tanto de cómo o que existen personas que los van a intentar convencer necesitan un blindaje ante fake news” (PF-4/TD3). Estudios como los de Porras-Contreras et al. (2020) son coherentes en el sentido de que la argumentación científica escolar es necesaria para filtrar noticias engañosas y reflexionar críticamente también sobre ideas pseudocientíficas.

Para finalizar estos apartados, rescatamos la intervención del PF-5 durante una de las últimas discusiones grupales del PFQyB, donde se les provocó a tomar acción frente a las CSC que habían identificado en el cerro las Hualtatas: “que es lo que pasaría si viene un ciudadano y más de un ciudadano con una carta exponiendo una problemática... eso le ayuda a las personas que ya están trabajando en esas problemáticas a ejercer más presión hacia sus jefes y que esas problemáticas puedan tener una solución más frontal” (PF-5/TD3). El fragmento anterior sugiere una dinámica de agenciamiento ciudadano desde abajo hacia arriba, que complementa el trabajo técnico de los expertos en el ámbito medioambiental. Aunque los organismos reguladores y sus técnicos, como ingenieros ambientales y geólogos, son quienes están en contacto directo con los problemas en terreno y generan informes basados en evidencia experimental, la participación activa de la ciudadanía refuerza estos esfuerzos. Si la ciudadanía afectada por una problemática medioambiental se organiza y argumenta sobre estas problemáticas a través de cartas o manifestaciones, ejerce su legítimo derecho ciudadano mientras que genera una presión adicional sobre las autoridades. Este tipo de agenciamiento desde abajo, donde la sociedad civil se involucra activamente en los procesos de toma de decisiones, se alinea con los principios de justicia social propuestos por Allchin (2020) quien también refiere a que el conocimiento no solo proviene de expertos, sino también de quienes encarnan las consecuencias de dichas problemáticas.

Esta responsabilidad social y política de la ciudadanía también evidencia cómo el conocimiento científico y el agenciamiento pueden converger para influir en las decisiones en materia de política públicas del país. El llamado es hacia los ciudadanos (y la alfabetización científica crítica) para

que también respalden las observaciones técnicas en función de sus legítimas y genuinas demandas, para promover la acción por parte de los organismos y entidades regulatorias, creando un escenario en el que la solución a las problemáticas medioambientales deje de ser exclusivamente técnica y cerradas, sino que socialmente abiertas e inclusivas. La ciencia no opera bajo lógicas de aislamiento social, sino que responde a un contexto cultural en el que la voz de los afectados puede movilizar cambios estructurales desde sus bases, ampliando la capacidad de acción de quienes ya están trabajando en estos problemas y garantizando que las soluciones sean verdaderamente representativas desde las mismas voces que levantan estas problemáticas sociocientíficas.

## 5. Conclusiones

En este capítulo se presentarán las principales conclusiones, reflexiones y limitaciones en función de los objetivos de investigación. La discusión de resultados de este trabajo de tesis permitió abordar el objetivo general propuesto y sugerir algunas conclusiones relevantes en torno a las representaciones epistemológicas del PFQyB respecto a la enseñanza de las ciencias y la NOS en el contexto de actividades formativas con enfoque sociocientífico.

Respecto al primer objetivo específico, el análisis de las respuestas obtenidas mediante la parte A del cuestionario tipo Likert permitió identificar perfiles epistemológicos de enseñanza heterogéneos en el PFQyB, con una predominante inclinación hacia el racionalismo moderado. Lo cual se puede ver reflejado en que siete de los diez enunciados de la dimensión de enseñanza de las ciencias se observó una tendencia hacia un perfil que reconoce el valor de los conocimientos previos, la interdisciplinariedad y la importancia de fomentar una ciudadanía crítica y reflexiva a través de la enseñanza de la ciencia. No obstante, en algunos enunciados persistió una tendencia positivista o está no tenía una evidente dirección, particularmente en la sobrevaloración de las actividades experimentales en detrimento de los procesos cognitivos-epistémicos subyacentes, lo que denota una visión más restrictiva e instrumental de la ciencia. Adicionalmente, algunos PFQyB manifestaron en las explicaciones algunos elementos de una adecuada visión de la NOS, principalmente las vinculadas a factores ideológicos y políticos de la ciencia, lo cual sugiere que estos profesores podrían estar en un auspicioso tránsito hacia perfiles moderadamente racionalistas. Por otro lado, algunas explicaciones presentan nociones de la NOS más tradicionales, ya que enfatizan en la necesidad de realizar actividades experimentales en la enseñanza de la ciencia, devaluando el rol de los modelos teóricos, lo que podría indicar posturas más próximas a perfiles de racionalismo positivista.

Respecto al segundo objetivo específico, las actividades formativas con enfoque sociocientífico permitieron identificar que los docentes en formación comprenden la relación entre ciencia y sociedad, especialmente en la influencia de factores políticos y éticos en las controversias científicas, indicando la necesidad de evaluar críticamente los discursos científicos y no científicos. Los relatos indicaron una mayor apertura hacia una ciencia socialmente contextualizada, en la que la historia y la filosofía de la ciencia desempeñan un rol crucial en la enseñanza. No obstante, algunos profesores manifestaron reflexiones superficiales de la NOS en otras dimensiones (como la relacionadas a los productos de la ciencia: hipótesis, teorías, leyes, modelos, etc.), o en su defecto, estaban ausentes.

Los resultados obtenidos también permiten reflexionar sobre la naturaleza contenciosa de la producción de conocimiento en contextos sociocientíficos. Como lo sugiere el marco de Sociología propuesto por Latour (1987), el conocimiento científico no solo se construye de

manera técnica, sino que es movilizado, legitimado y disputado dentro de redes sociales heterogéneas, aquello cobra especial relevancia en la salida a terreno al parque las Hualtatas, en donde el PFQyB debió negociar colectivamente el conocimiento. Esto implica que, al diseñar y confrontar controversias, tanto los PFQyB involucrados como las conexiones que estos establecen juegan un papel crucial en la consolidación de ciertos saberes sobre otros. Para ello, es fundamental reconocer cómo sus concepciones de la NOS están influidas por las redes discursivas y los factores sociales que acompañan los procesos educativos. De este análisis se desprende que los perfiles epistemológicos que emergen en los futuros docentes no solo son producto de la formación didáctica-disciplinar, sino que también debe considerar a los PFQyB como personas insertas en redes de poder y discursos que legitiman ciertos tipos de conocimiento en detrimento de otros (Fountain, 1998)

En relación con lo anterior, este estudio podría sugerir una discreta pero progresiva transición de del PFQyB hacia imágenes más adecuadas sobre la ciencia mientras se planteen espacios para la socioformación, aunque coexisten ciertas tensiones entre la visión tradicional y la visión más holística de la ciencia esto puede resultar valioso para discutir dentro de estos espacios formativos, para dar espacios para que emerjan diversas concepciones de NOS. Estos hallazgos confirman la necesidad de incorporar de manera más explícita, reflexiva y dialógica la enseñanza de la NOS dentro del contexto formativo, de modo que sus nociones epistemológicas respecto a la enseñanza de la ciencia puedan alinearse con una práctica pedagógica que promueva una adecuada comprensión de la NOS.

Respecto a las limitaciones de este estudio, es propicio transparentar que el cuestionario tipo Likert utilizado presenta ciertas objeciones metodológicas, ya que, aunque permite capturar preferencias y tendencias, no profundiza en las razones de fondo detrás de todas las respuestas de los participantes. Además, el análisis de frecuencias realizado podría haberse complementado a otras técnicas de análisis cuantitativo. Esto pudo haber limitado la capacidad de explorar con mayor profundidad los perfiles epistemológicos de los PFQyB.

Por otro lado, los datos se recopilaron casi exclusivamente durante las actividades formativas enmarcadas en un enfoque sociocientífico, por lo que no es posible determinar si las concepciones emergentes sobre la NOS son producto de un cambio conceptual sostenido o si reflejan un alineamiento puntual con las actividades del taller. La falta de un seguimiento longitudinal limita la capacidad para evaluar la persistencia de las concepciones de los futuros docentes en el tiempo.

Además, Las discusiones orales y los relatos escritos de los futuros profesores presentaron algunos problemas de claridad y de esquematización de ideas complejas (debido a que la NOS se manifiesta como metarreflexión), lo que afectó la profundidad del análisis cualitativo. En

algunos casos, las reflexiones emergentes quedaron truncas o no fueron suficientemente elaboradas debido a la falta de explicitud de los instrumentos.

Otra posible limitación resulta de no poder explorar con suficiente detalle las concepciones previas de los participantes, no fue posible evaluar el impacto diferencial de las actividades formativas con enfoque sociocientífico. Esto significa que algunos resultados pueden estar sesgados por el contenido específico de los textos discutidos en las sesiones formativas, y no necesariamente reflejan un cambio conceptual profundo en los participantes. Una buena forma de realizar seguimiento a estas sería investigar si los docentes imparten CSC con elementos de la NOS durante sus prácticas profesionales.

Para cerrar, aunque este estudio permitió identificar valiosas tendencias en las concepciones epistemológicas y de la NOS en los futuros docentes de ciencias bajo este complejo contexto investigativo, las limitaciones metodológicas y contextuales sugieren que es necesario realizar investigaciones de carácter explícito con instrumentos más apropiados para la evaluación de elementos de la NOS, incluyendo un seguimiento en diferentes niveles formativos, y con enfoques metodológicos más profundos para obtener una visión más robusta y representativa de las posibles trayectorias epistemológicas sobre la enseñanza del PFQyB y su grado de relación con la NOS.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abd-El-Khalick, F., & Akerson, V. L. (2004). Learning as conceptual change: Factors mediating the development of preservice elementary teachers' views of nature of science. *Science Education*, 88(5), 785–810.
- Acevedo-Díaz, J. A. (2006). Modelos de relaciones entre ciencia y tecnología: Un análisis social e histórico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(2), 198–218.
- Acevedo-Díaz, J. A. (2009). Enfoques explícitos versus implícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(2), 121–141.
- Acevedo-Díaz, J. A., & García-Carmona, A. (2016). «Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado». Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 247–257.
- Acevedo-Díaz, J. A., Vázquez, Á., Martín, M., Oliva, J. M., Acevedo, P., Paixão, F., & Manassero, M. A. (2005). Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana: Una revisión crítica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), 121–140.
- Acevedo-Díaz, J. A., García-Carmona, A., & Aragón, M. d. M. (2017). Historia de la ciencia para enseñar naturaleza de la ciencia: Una estrategia para la formación inicial del profesorado de ciencia. *Educación Química*, 28(3), 140–146.
- Adúriz-Bravo, A., & Izquierdo, M. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(3), 130–140.
- Adúriz-Bravo, A., Izquierdo, M., & Estany, A. (2002). Una propuesta para estructurar la enseñanza de la Filosofía de la Ciencia para el profesorado de ciencias en formación. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 465–476.
- Adúriz-Bravo, A. (2005). ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias? Una cuestión actual de la investigación didáctica. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 17, 23–33.
- Adúriz-Bravo, A. (2006). La epistemología en la formación de profesores de ciencias. *Revista Educación y Pedagogía*, 18(45), 25–36.
- Adúriz-Bravo, A., Salazar, I., Mena, N., & Badillo, E. (2006). La epistemología en la formación del profesorado de ciencias naturales: Aportaciones del positivismo lógico. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 1(1), 6–23.
- Adúriz-Bravo, A. (2005). ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias? Una cuestión actual de la investigación didáctica. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 17, 23–33.

- Adúriz-Bravo, A. (2008a). ¿Existirá el “método científico”? Qué tienen de “naturales” las ciencias naturales. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(1), 47–59.
- Adúriz-Bravo, A. (2008b). Un modelo de ciencia para el análisis epistemológico de la didáctica de las ciencias naturales. En *1er Coloquio Internacional de Didácticas y 3er Coloquio Nacional de Didáctica de las Ciencias* (pp. 12–18). Universidad del Tolima.
- Adúriz-Bravo, A. (2010). Aproximaciones histórico-epistemológicas para la enseñanza de conceptos disciplinares. *EDUCyT*, 1(1), 107–126.
- Adúriz-Bravo, A. (2012). Competencias metacientíficas escolares dentro de la formación del profesorado de ciencias. In E. Badillo, L. García, A. Marbá, & M. Briceño (Coords.), *El desarrollo de competencias en la clase de ciencias y matemáticas* (pp. 43–67). McGraw-Hill.
- Adúriz-Bravo, A. (2020). Contributions to the nature of science: Scientific investigation as inquiry, modeling, and argumentation. In J. Gutiérrez-Fuentes, & M. F. Pérez-Suárez (Eds.), *Science education research in Latin America* (pp. 394–425). Brill.
- Adúriz-Bravo, A. (2022). Epistemological reading of the history of science in "discoveries". *Revista Brasileira de História da Ciência*, 15(2), 570–594.
- Allchin, D. (2011). Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. *Science Education*, 95(3), 518–542.
- Allchin, D. (2013). *Teaching the nature of science: Perspectives and resources*. SHiPS Education Press.
- Allchin, D. (2017). Beyond the consensus view: Whole science. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 17(1), 18–26.
- Allchin, D. (2020). From nature of science to social justice: The political power of epistemic lessons. In M. P. Clough & J. Olson (Eds.), *Nature of science for social justice* (pp. 23–39).
- Amador-Rodríguez, R. Y., & Adúriz-Bravo, A. (2017). Concepciones emergentes de naturaleza de la ciencia (NOS) para la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, (Extra), 3499–3504.
- Amador Rodríguez, R. Y., Valencia Cobo, J. A., Lozano, E. E., Flórez Nisperuza, E. P., & Aduriz Bravo, A. (2023). Visiones sobre la naturaleza de la ciencia en docentes: Pistas para pensar cambios en su formación.
- Angulo Delgado, F. (2002). *Aprender a enseñar ciencias: Análisis de una propuesta para la formación inicial del profesorado de secundaria, basada en la metacognición* [Tesis doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona].

- Arrojo, M. J. (2020). Las Ciencias de la Comunicación desde el realismo científico: El problema de la complejidad y las noticias falsas (fake news). *ArtefaCToS: Revista del Instituto de Estudios de la Ciencia y la Tecnología*, 9(1), 131–158.
- Avsar Erumit, B., Namdar, B., & Oğuz Namdar, A. (2024). Promoting preservice teachers' global citizenship and contextualised NOS views through role-play activities integrated into place-based SSI instruction on climate issues. *International Journal of Science Education*, 46(6), 590–619.
- Aymerich, M. I. (2005). ¿Para qué se inventaron los problemas de química? *Educación Química*, 16(2), 246–259.
- Barbour, R. (1997). The Caroline Church heroic: The reconstruction of epic religion in three seventeenth-century communities. *Renaissance Quarterly*, 50(3), 771–818.
- Bastida, J. (2019). Antropoceno: Tiempo para la ética ecosocial y la educación ecociudadana. *Educación Social, Medio Ambiente y Sostenibilidad*, 29.
- Bell, R. L., Matkins, J. J., & Gansneder, B. M. (2011). Impacts of contextual and explicit instruction on preservice elementary teachers' understandings of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(4), 414–436.
- Bermejo, R., Ruiz, M. J., Ferrándiz, C., Soto, G., & Sainz, M. (2014). Pensamiento científico-creativo y rendimiento académico. *Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación*, 1(1), 64–72.
- Borsellino, L., Zufiaurre, E., & Bilenca, D. N. (2022). La investigación científica y la conservación de la biodiversidad en parques nacionales de la Argentina: Dónde estamos y hacia dónde podríamos ir.
- Centro de Perfeccionamiento, Experimentación e Investigaciones Pedagógicas. (2022). *Estándares de la profesión docente carreras de pedagogía en biología educación media*. [https://estandaresdocentes.mineduc.cl/wpcontent/uploads/2023/05/Biologi%CC%81a\\_2022\\_mayo.pdf](https://estandaresdocentes.mineduc.cl/wpcontent/uploads/2023/05/Biologi%CC%81a_2022_mayo.pdf)
- Chamizo Guerrero, J. A. (2007). Las aportaciones de Toulmin a la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(1), 133–146.
- Cofré, H., Núñez, P., Santibáñez, D., Pavez, J. M., Valencia, M., & Vergara, C. (2019). A critical review of students' and teachers' understandings of nature of science. *Science & Education*, 28, 205–248.
- Copello Levy, M. I. (2010). Práctica docente extramuros universitarios: Medios digitales facilitando el proceso reflexivo-dialógico. *Tendencias Pedagógicas*.

- Córdova Jiménez, A., Velásquez Rivera, M., & Arenas Witker, L. (2016). El rol de la argumentación en el pensamiento crítico y en la escritura epistémica en biología e historia: Aproximación a partir de las representaciones sociales de los docentes. *Alpha (Osorno)*, (43), 39–55.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. McGraw-Hill Education (UK).
- Duit, R. (2006). La investigación sobre enseñanza de las ciencias: Un requisito imprescindible para mejorar la práctica educativa. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(30), 741–770.
- Echeverry, V., Gutiérrez, J., & Correal, N. (2021). Argumentación científica escolar: Una competencia de pensamiento científico en docentes de ciencias naturales de la comuna dos (2) y tres (3) de Armenia. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 1503–1509.
- Ennis, R. (2005). Pensamiento crítico: Un punto de vista racional. *Revista de Psicología y Educación*, 1(1), 47–64.
- Escobedo, J. (2023). Ciencias para la ciudadanía y currículum: Una mirada de docentes con experiencias en distintos contextos educacionales. Chile: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/196533/Ciencias-para-la-ciudadan%C3%ADa-y-curriculum.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Espeja, A. G., & Lagarón, D. C. (2015). Socio-scientific issues (SSI) in initial training of primary school teachers: Pre-service teachers' conceptualization of SSI and appreciation of the value of teaching SSI. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 196, 80–88.
- Estándares de la Profesión Docente Carreras de Pedagogía en Biología Educación Media. [https://estandaresdocentes.mineduc.cl/wpcontent/uploads/2023/05/Biologi%CC%81a\\_2022\\_mayo.pdf](https://estandaresdocentes.mineduc.cl/wpcontent/uploads/2023/05/Biologi%CC%81a_2022_mayo.pdf)
- Fernández, I., Gil, D., Alís, J. C., Cachapuz, A. F., & Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 477–488.
- Fountain, R. M. (1998). Sociologics: An analytical tool for examining socioscientific discourse. *Research in Science Education*, 28, 119–132.
- García-Carmona, A., Vázquez-Alonso, Á., & Manassero-Mas, M. A. (2011). Estado actual y perspectivas de la enseñanza de la naturaleza de la ciencia: Una revisión de las creencias y obstáculos del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 29(3), 403–412.

- García-Carmona, A., & Díaz, J. A. A. (2016). Concepciones de estudiantes de profesorado de educación primaria sobre la naturaleza de la ciencia: Una evaluación diagnóstica a partir de reflexiones en equipo. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 21(69), 583–610.
- García-Carmona, A. (2021). Reflexiones de estudiantes de profesorado de Física y Química sobre naturaleza de la tecnología en el contexto de la controversia Tesla-Edison. *Revista Iberoamericana de Educación*.
- García-Carmona, A. (2024). The non-epistemic dimension, at last a key component in mainstream theoretical approaches to teaching the nature of science. *Science & Education*, 1–17.
- Giere, R. N. (1988). *Explaining science: A cognitive approach*. University of Chicago Press.
- Gonçalves, M. A. C., & Adúriz-Bravo, A. (2023). Epistemología en la formación del profesorado de ciencias: Herramientas conceptuales del positivismo lógico y del Círculo de Viena. *Publicaciones*, 53(2), 293–323.
- González, F. (2009). Darwin es necesario en las aulas. *Pasaje a la Ciencia*, n. 12, vol. 2. I. E. S. Antonio de Mendoza.
- Guerrero, G. R., & Torres-Olave, B. (2022). Scientific literacy and agency within the Chilean science curriculum: A critical discourse analysis. *The Curriculum Journal*, 33(3), 410–426.
- Herman, B. C., Owens, D. C., Oertli, R. T., Zangori, L. A., & Newton, M. H. (2019). Exploring the complexity of students' scientific explanations and associated nature of science views within a place-based socioscientific issue context. *Science & Education*, 28, 329–366.
- Hodson, D. (2014). Becoming part of the solution: Learning about activism, learning through activism, learning from activism. *Activist Science and Technology Education*, 67–98.
- Höttecke, D., & Allchin, D. (2020). Reconceptualizing nature-of-science education in the age of social media. *Science Education*, 104(4), 641–666.
- Huesa, C. C., Gallego, A. M. A., & Ariza, M. R. (2020). Indagación reflexiva e historia de la ciencia para construir una visión adecuada sobre la naturaleza de la ciencia en formación inicial de profesorado. *Tecné, Episteme y Didaxis: Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología*, (48), 13–31.
- Irzik, G., & Nola, R. (2011). A family resemblance approach to the nature of science for science education. *Science & Education*, 20, 591–607.

- Irzik, G., & Nola, R. (2013). New directions for nature of science research. In M. R. Matthews (Ed.), *International handbook of research in history, philosophy and science teaching* (pp. 999–1021). Springer.
- Izquierdo, M., & Aliberas, J. (2004). *Pensar, actuar i parlar a la classe de ciències: Per un ensenyament de les ciències racional i raonable*. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Izquierdo, M. (2005). ¿ Para qué se inventaron los problemas de química? *Educación Química*, 16(2), 246–259.
- Izquierdo, M., García, Á., Quintanilla, M., & Aduriz-Bravo, A. (2016). Historia, filosofía y didáctica de las ciencias: Aportes para la formación del profesorado de ciencias.
- Joglar, C., Quintanilla, M., Ravanal, E., & Brunstein, J. (2011). El desarrollo histórico del modelo científico de membrana plasmática: Perspectivas didácticas. *VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 12.
- Joglar, C., & Quintanilla, M. (2015). Preguntas en la clase de biología: Concepciones del profesorado desde un taller de reflexión docente. Paper presented at the *IV Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el Campo de las Ciencias Exactas y Naturales*.
- Khishfe, R., & Lederman, N. (2007). Relationship between instructional context and views of nature of science. *International Journal of Science Education*, 29(8), 939–961.
- Kind, V. (2004). Más allá de las apariencias. *Ideas Previas de los Estudiantes sobre Conceptos Básicos de Química*, 25–33.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497–521.
- Lederman, N. (2013). Nature of science: Past, present, and future. In N. Lederman & S. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 831–879). Routledge.
- Leung, J. (2022). A practice-based approach to learning nature of science through socioscientific issues. *Research in Science Education*, 52(1), 259–285.
- Levinson, R. (2006). Teachers' perceptions of the role of evidence in teaching controversial socio-scientific issues. *The Curriculum Journal*, 17(3), 247–262.
- Longino, H. (2002). *The social dimensions of scientific knowledge*. Princeton University Press.
- Martínez-Suárez, D. G. (2022). Pensamiento científico en la educación secundaria: Acercamiento al estado de la cuestión. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 14(27).

- Matkins, J. J., & Bell, R. L. (2007). Awakening the scientist inside: Global climate change and the nature of science in an elementary science methods course. *Journal of Science Teacher Education*, 18, 137–163.
- Matthews, M. (2012). Changing the focus: From nature of science (NOS) to features of science (FOS). In M. S. Matthews (Ed.), *Advances in nature of science research: Concepts and methodologies* (pp. 3–26).
- McComas, W. F. (2020). Principal elements of nature of science: Informing science teaching while dispelling the myths. In W. F. McComas (Ed.), *Nature of science in science instruction: Rationales and strategies* (pp. 35–65).
- McMillan, J., & Schumacher, S. (2005). *Investigación educativa: Una introducción conceptual*. Pearson Educación.
- Moreno, E. R., & Gatica, M. Q. (2010). Caracterización de las concepciones epistemológicas del profesorado de Biología en ejercicio sobre la naturaleza de la ciencia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 111–124.
- Moreno, N. D., Martín, E. C., & Nieto, J. E. S. (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.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [Unesco]. (2017). *Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Objetivos de aprendizaje*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [Unesco]. (2017). *Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Objetivos de aprendizaje*.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE]. (2019). *Estrategia de competencias de la OCDE 2019. Competencias para construir un futuro mejor*.
- Pérez, G. M., Galindo, A. A. G., & Galli, L. G. (2018). Enseñanza de la evolución: fundamentos para el diseño de una propuesta didáctica basada en la modelización y la metacognición sobre los obstáculos epistemológicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(2), 210101–210113.
- Porras-Contreras, Y. A., Tuay-Sigua, R. N., & Ladino-Ospina, Y. (2020). Desarrollo de la habilidad argumentativa en estudiantes de educación media desde el enfoque de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (48), 143–161.
- Pujalte, A., Moreyra, M. N., Marasco, M. L., & Adúriz-Bravo, A. (2021). Las ideas pseudocientíficas en profesores y estudiantes: un abordaje desde la Naturaleza de la Ciencia. *Bio-Grafía*.

- Quintanilla Gatica, M. R., Orellana Sepúlveda, C. A., & Páez Cornejo, R. J. (2020). Representaciones epistemológicas sobre competencias de pensamiento científico de educadoras de párvulos en formación. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*.
- Quintanilla, M., Martínez, M., Manrique, F., & Reinoso, J. (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, (Extra)*, 2901.
- Quintanilla, M., Orellana-Sepúlveda, C., Solsona-Pairo, N., & Carrasco-Monroy, P. A. (2023). Género y formación inicial del profesorado de ciencias en Chile: una aproximación desde sus racionalidades epistemológicas. *Ciência & Educação (Bauru)*, 29, e23051.
- Quintanilla, M., Orellana-Sepúlveda, C., Solsona-Pairo, N., & Carrasco-Monroy, P. A. (2023). Género y formación inicial del profesorado de ciencias en Chile: una aproximación desde sus racionalidades epistemológicas. *Ciência & Educação (Bauru)*, 29, e23051.
- Quintanilla, M. (2010). Aplicación del modelo de Stephen Toulmin a la evolución conceptual del sistema circulatorio: perspectivas didácticas. *Ciência & Educação (Bauru)*, 16, 61–86.
- Quintanilla, M. (2014). Las Competencias de Pensamiento Científico desde las 'emociones, sonidos y voces' del aula.
- Quintanilla, M., & Adúriz-Bravo, A. (2022). *Enseñanza de las ciencias para una nueva cultura docente: Desafíos y oportunidades*. Ediciones UC.
- Quintanilla, M., Orellana, C., Solsona, N., & Carrasco, P. A. (2023). Género y formación inicial del profesorado de ciencias en Chile: una aproximación desde sus racionalidades epistemológicas. *Ciência & Educação (Bauru)*, 29, e23051.
- Quintanilla, M., Cabrera, H. G., & Zambrano, J. (2022). La historia y la filosofía de la química en la formación inicial del profesorado de química. *Educación Química*, 33(4), 192–205.
- Ravanal, E., López-Cortés, F., & Amórtegui, E. (2021). ¿Qué creen y qué hacen profesores chilenos al enseñar biología en Educación Secundaria? *Enseñanza de las Ciencias*, 39(1), 157–174. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3024>
- Rodríguez, J. R. V., Guayara, A. C. A., & Guayara, M. A. (2018). Relaciones entre argumentación, pensamiento crítico y naturaleza de la ciencia. *Revista Ideales*, 7(1).
- Ruano, J. C. (2018). Filosofía Cosmoderna: Reflexiones transdisciplinarias sobre Naturaleza, Ciencia y Religión. *Ilu, Revista de Ciencias de las Religiones*, 23, 57.

- Sadler, T. D. (2011). Socio-scientific issues-based education: What we know about science education in the context of SSI. In T. D. Sadler (Ed.), *Socio-scientific issues in the classroom: Teaching, learning and research* (pp. 355–369). Springer.
- Sanmartí, N. (2001). *Enseñar a enseñar ciencias en secundaria: un reto muy completo*.
- Sanmartí, N. (2002). Necesidades de formación del profesorado en función de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. *Pensamiento Educativo*, 30(1), 35–60.
- Sjöström, J., Eilks, I., & Zuin, V. G. (2016). Towards eco-reflexive science education: A critical reflection about educational implications of green chemistry. *Science & Education*, 25, 321–341.
- Sjöström, J., & Eilks, I. (2018). Reconsidering different visions of scientific literacy and science education based on the concept of Bildung. In Y. J. Lee, & A. L. Tan (Eds.), *Cognition, metacognition, and culture in STEM education: Learning, teaching and assessment* (pp. 65–88).
- Sjöström, J. (2019). Didactic modelling for socio-ecojustice. *Journal for Activist Science and Technology Education*, 10(1).
- 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).
- Solbes, J. (2013). Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (I): Introducción. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(1), 1–10.
- Solsona, N., Quintanilla, M., & Ariza, Y. (2021). Perspectivas metateóricas actuales en la didáctica de las ciencias y la emergencia del modelo de género. *Bio-Grafía*.
- Stake, R. (1995). *Investigación con estudio de casos*.
- Tamayo, Ó. E. (2014). Pensamento crítico domínio-específico na didática das ciências. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (36), 25–46.
- Toulmin, S. E. (1992). *Cosmopolis: The Hidden Agenda of Modernity*.
- Toulmin, S. E. (1958). *The philosophy of science*. Genesis Publishing Pvt Ltd.
- Uribe, M., & Quintanilla Gatica, M. (2005). Enseñar a comprender la ciencia desde una perspectiva histórica: Aplicación del modelo de Toulmin a la evolución del concepto de "fisiología cardíaca". *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra), 1–4.
- Uribe, M., & Quintanilla, M. (2010). Aplicación del modelo de Stephen Toulmin a la evolución conceptual del sistema circulatorio: Perspectivas didácticas. *Ciência & Educação (Bauru)*, 16, 61–86.

- Vázquez, Á., & Manassero, M. A. (2007). En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (II): Evidencias empíricas derivadas de la investigación.
- Vázquez, Á., & Manassero, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: Un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(3), 274–292.
- Vázquez, Á., & Manassero, M. A. (2018). Más allá de la comprensión científica: Educación científica para desarrollar el pensamiento. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 17(2).
- Vázquez-Bernal, B., Jiménez-Pérez, R., & Mellado Jiménez, V. (2007). El desarrollo profesional del profesorado de ciencias como integración de la reflexión y la práctica. La hipótesis de la complejidad.
- Villagrán, C., Segovia, R., & Castillo, L. (2014). Principios de la investigación en ciencias naturales históricas: ¿Por qué en biología es necesaria la Historia Natural de los organismos? *Gayana. Botánica*, 71(2), 259–266.
- Wu, Y., & Tsai, C. (2011). High school students' informal reasoning regarding a socio-scientific issue, with relation to scientific epistemological beliefs and cognitive structures. *International Journal of Science Education*, 33(3), 371–400.
- Yin, R. (1994). *Investigación sobre estudio de casos: Diseño y métodos*. Applied Social Research Methods Series, 5(2), 1–35.
- Zamora, M., Huerta, A., Maqueo, O., Badillo, G., & Bernal, S. (2016). Cambio global: El Antropoceno. *CIENCIA Ergo-Sum*, 23(1), 67–75.
- Zeidler, D. L., & Nichols, B. H. (2009). Socioscientific issues: Theory and practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 49–58.
- Zimmerman, C. (2007). The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. *Developmental Review*, 27(2), 172–223.

## ANEXOS

### Anexo 1. Consentimiento Informado

#### 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](mailto: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

Nombre y firma del Investigador Responsable

(Firmas en duplicado: una copia para el participante y otra para el entrevistador)

## Anexo 2. Cuestionario tipo Likert del Proyecto FONDECYT 1231325



Estimado(a) profesional en formación en el área de

Quien suscribe, **Mario Quintanilla-Gatica**, académico e investigador de la Facultad de Educación de la Pontificia Universidad Católica de Chile, se dirige a usted con la finalidad de invitarle a responder el presente Cuestionario que se hace parte de la investigación “*Identificación y caracterización de competencias argumentativas y explicativas en profesionales en formación de carreras de ciencias experimentales, humanidades y ciencias sociales. Una contribución fundamental a la educación cívica, científica y ciudadana en su desarrollo profesional*” que lidera el profesor que suscribe y en la que participan además, en calidad de coinvestigadores y coinvestigadoras, académicos de la Universidad Católica de la Santísima Concepción (UCSC), Universidad de Santiago de Chile (USACH), Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), Universidad Católica del Maule (UCM) y Universidad Santo Tomás (UST).

Su principal finalidad es identificar y caracterizar sus representaciones previas sobre aspectos relevantes para la formación profesional tales como: enseñanza de las ciencias, evaluación de aprendizajes científicos, resolución de problemas y competencias de pensamiento científico (CPC) de profesionales en formación de carreras de ciencias experimentales, humanidades y ciencias sociales.

Agradecemos desde ya su valiosa colaboración en responder este instrumento, pues su aporte contribuirá con evidencias para mejorar la calidad de la formación de ciencias.

TODA LA INFORMACIÓN QUE SE RECOPILE ES DE USO ESTRICTAMENTE CONFIDENCIAL

Equipo de Investigación Proyecto.

I. Antecedentes Personales

1. Nombre completo:
2. Año de nacimiento:
3. Género: M (  ) F (  ) NB (  )
4. Dependencia institucional de la cual egresaste:

a. Particular pagado	<input type="checkbox"/>
b. Particular subvencionado	<input type="checkbox"/>
c. Municipalizado	<input type="checkbox"/>
Otra (indícala):	

5. Proyecto Educativo de la institución

d. Laico	<input type="checkbox"/>
e. Religioso	<input type="checkbox"/>

## Instrucciones

- 1.- El presente cuestionario consta de 50 enunciados divididos en 5 dimensiones: enseñanza de las ciencias, aprendizaje de las ciencias, evaluación de aprendizajes científicos, resolución de problemas científicos y competencias de pensamiento científico.
- 2.- Te solicitamos asignar una valoración en cada enunciado, según la siguiente escala, marcando con una X en el cuestionario:

VALORACIONES	CLAVE	PUNTAJE	DESCRIPCIÓN DE LA VALORACIÓN
<b>Totalmente de Acuerdo</b>	TA	4	<i>Si <b>compartes</b> el contenido del enunciado tal y como está redactado</i>
<b>Parcialmente de Acuerdo</b>	PA	3	<i>Si <b>compartes</b> el contenido central del enunciado en algunos de sus aspectos</i>
<b>Parcialmente en Desacuerdo</b>	PD	2	<i>Si <b>no compartes</b> el contenido central del enunciado, aunque estás de acuerdo en alguno de sus aspectos</i>
<b>Totalmente en Desacuerdo</b>	TD	1	<i>Si <b>no compartes</b> el contenido central del enunciado en ninguno de sus aspectos</i>

- 3.- Dispones de 50 minutos como máximo para responder el cuestionario.
- 4.- Asigna el puntaje según la valoración correspondiente (TA= 4, PA=3, PD=2, TD= 1) a cada uno de los enunciados.
- 5.- En cada una de las 5 dimensiones, selecciona al menos 2 enunciados y explica o argumenta por qué los elegiste. Al finalizar revisa el cuestionario, pues deberías escribir al menos 10 explicaciones o argumentos de tu selección en la tabla incluida en la última página de este formato.
- 6.- Si no comprendes algún enunciado, **no lo respondas**.

D	Dimensión 1	TA	PA	PD	TD
1	Enseñanza de las ciencias	(4)	(3)	(2)	(1)
1	Las ciencias (química, biología, entre otras) que se enseñan en el aula universitaria son conocimientos sin componentes ideológicos, sociales y culturales.				
2	La enseñanza de las ciencias (química, biología, entre otras) permite que el profesorado en formación reemplace sus modelos incorrectos acerca de la realidad, por conceptos científicamente correctos.				
3	Las actividades experimentales no son imprescindibles para justificar la enseñanza de los modelos teóricos de las ciencias.				
4	La enseñanza de las ciencias (química, biología, entre otras) en la universidad debe considerar el significado que el profesorado en formación tiene de un concepto, aunque éste no corresponda con el significado científico correcto.				
5	La enseñanza de teorías científicas debe promover la relación entre los conceptos científicos, en los diferentes campos disciplinares.				
6	La enseñanza de las ciencias (química, biología, entre otras) promueve en el profesorado en formación, una actitud ciudadana crítica y responsable.				
7	La enseñanza reflexiva del método científico permite que el profesorado en formación cambie su forma de actuar frente a nuevas situaciones del mundo real.				
8	La enseñanza de las ciencias permite explicar el mundo cotidiano con fórmulas y lenguajes matemáticos.				
9	En la enseñanza de las ciencias lo que importa es cuánto sabe el estudiante al final del proceso, aún si no se consideran los conocimientos previos.				
10	La enseñanza de las ciencias (química, biología, entre otras) se basa en dejar que el profesorado en formación construya, por sí mismo, los conceptos científicos.				
D	Dimensión 2	TA	PA	PD	TD
2	Aprendizaje de las Ciencias	(4)	(3)	(2)	(1)
11	El aprendizaje se adquiere en un proceso colectivo por el cual el profesorado en formación elabora conocimiento que pueden o no coincidir con los modelos teóricos de la ciencia.				
12	Aprender a aprender ciencias (química, biología, entre otras), implica evaluar y coevaluar con los compañeros las distintas actividades que promueve el docente en la universidad.				
13	Los modelos teóricos que se aprenden se corresponden con los modelos científicos válidamente aceptados.				
14	El aprendizaje científico (química, biología, entre otras) es un proceso por el cual el profesorado en formación relaciona sus conocimientos, tanto con el de sus pares como con el de otras fuentes.				
15	El aprendizaje científico (química, biología, entre otras) se produce cuando los docentes universitarios reemplazan las concepciones incorrectas del profesorado en formación por las teorías científicas válidamente aceptadas por la comunidad.				
16	Los modelos teóricos que aprende el profesorado en formación no deberían cambiar con nuevas experiencias.				

17	El aprendizaje científico (química, biología, entre otras) permite que el profesorado en formación sustituya totalmente las ideas previas o				
----	---	--	--	--	--

	cotidianas (de sentido común) poco elaboradas, por otras del ámbito científico.				
18	El profesorado en formación debe participar en las decisiones acerca de qué y cómo aprender, porque él /ella es responsable protagónico de sus aprendizajes científicos.				
19	El profesorado en formación debe aprender solamente conceptos científicos mediante fórmulas conocidas.				
20	En el aprendizaje de las ciencias, el profesorado universitario proporciona al profesorado en formación información necesaria para que éstos la organicen según su propia experiencia.				
D	<b>Dimensión 3</b>	<b>TA</b>	<b>PA</b>	<b>PD</b>	<b>TD</b>
3	<b>Evaluación de los Aprendizajes Científicos</b>	<b>(4)</b>	<b>(3)</b>	<b>(2)</b>	<b>(1)</b>
21	La evaluación dinámica y permanente de los conocimientos científicos es una estrategia para apoyar el proceso de aprendizaje del profesorado en formación.				
22	La autoevaluación puede potenciar en el profesorado en formación el proceso de aprendizaje de la naturaleza de la ciencia.				
23	El modelo teórico de evaluación que tiene el profesorado universitario no condiciona la forma como el profesorado en formación aprende ciencia.				
24	La evaluación sumativa en los diferentes cursos permite establecer cómo aprendió el profesorado en formación al final del proceso.				
25	Conocer las finalidades de la evaluación debiera favorecer la comunicación de los productos y procesos evaluativos, en el profesorado en formación de las diversas disciplinas científicas.				
26	Es posible el uso de otros instrumentos (informes de laboratorio, salidas a terrenos, trabajos grupales, entre otros) distintos a las pruebas para calificar los aprendizajes científicos (química, biología, entre otras).				
27	Los hechos, conceptos y principios de la ciencia constituyen el núcleo central de las calificaciones del profesorado en formación.				
28	Las estrategias, técnicas e instrumentos que se utilizan en la universidad para evaluar los aprendizajes científicos del profesorado en formación, deben ser objetivas para resultar justas.				
29	Las actitudes del profesorado en formación hacia la ciencia se pueden evaluar durante el desarrollo de las actividades experimentales.				
30	La evaluación de los aprendizajes científicos debe incorporar contenidos actitudinales, traducidos a indicadores de rendimiento (notas).				
D	<b>Dimensión 4</b>	<b>TA</b>	<b>PA</b>	<b>PD</b>	<b>TD</b>
4	<b>Resolución de Problemas Científicos</b>	<b>(4)</b>	<b>(3)</b>	<b>(2)</b>	<b>(1)</b>
31	La resolución de problemas científicos constituye el eje principal de los procesos de desarrollo del profesorado en formación en el ámbito de las ciencias.				
32	Los problemas diseñados para la actividad científica en el aula universitaria son problemas, sólo si surgen del mundo real del profesorado en formación.				
33	No siempre que se enseña un determinado concepto científico (química, biología, entre otras), se dispone de equipamiento apropiado, lo que constituye un problema para que el profesorado en formación aprenda.				

34	El enunciado de leyes, fórmulas y algoritmos de una teoría científica es suficiente para que el profesorado en formación aprenda ciencias (química, biología, entre otras).				
35	Es recomendable que el profesorado en formación se enfrente a problemas científicos (física, química, entre otras), en los cuales siempre exista una relación teórica entre conceptos.				

36	Se debe propiciar la resolución de problemas científicos en distintas asignaturas, en las que se compartan conceptos teóricos. Por ejemplo, <i>fuerza gravitatoria</i> (Física); <i>fuerza de disociación iónica</i> (Química).				
37	Para abordar situaciones problemáticas en la construcción de conocimientos se ha de considerar el lenguaje cotidiano del profesorado en formación.				
38	En la universidad se debe enseñar a resolver problemas científicos de manera <i>racional</i> (por ejemplo, <i>el modelo de cambio químico</i> ) y <i>razonable</i> (por ejemplo, <i>la explicación de la combustión de una vela</i> ).				
39	En la universidad se debe enseñar a resolver problemas científicos (química, biología, entre otras), entregando las fórmulas y/o algoritmos requeridos por el profesorado en formación.				
40	Un buen problema científico (química, biología, entre otras) es aquel que siempre conduce a un resultado numérico.				
D	<b>Dimensión 5</b>	<b>TA</b>	<b>PA</b>	<b>PD</b>	<b>TD</b>
5	<b>Competencias de Pensamiento Científico (original)</b>	<b>(4)</b>	<b>(3)</b>	<b>(2)</b>	<b>(1)</b>
41	El profesorado en formación es competente en ciencias (química, biología, entre otras), cuando argumenta a partir de la búsqueda de explicaciones a los posibles resultados.				
42	Las mediciones SIMCE, PAES, PISA, TIMMS, reflejan competencias de pensamiento científico de manera válida y confiable.				
43	Las actividades que desarrollan competencias de pensamiento científico, se deben centrar en la entrega de datos, fórmulas y teorías.				
44	El profesorado en formación competente en ciencias (química, biología, entre otras), reconoce las limitaciones o ventajas de apoyarse en teorías para explicar un fenómeno.				
45	El profesorado en formación competente en ciencias (química, biología, entre otras), mejora sus conclusiones sólo a partir de sus observaciones sin necesidad de acudir a teorías.				
46	Una competencia de pensamiento científico es valorada por la sociedad, la comunidad científica y el propio sujeto que aprende.				
47	El desarrollo de habilidades y destrezas que se promueven en la universidad, contribuyen a las competencias de pensamiento científico para autorregular los aprendizajes.				
48	El profesorado en formación competente en ciencias integra conocimientos, actitudes y valores de la comunidad científica, en su proceso de aprendizaje (química, biología, entre otras).				
49	La promoción y el desarrollo de competencias de pensamiento científico, se logra sólo con objetivos e instrucciones claras y precisas.				
50	El profesorado con formación competente en ciencias (química, biología, entre otras), moviliza conocimientos y habilidades para manipular eficientemente instrumental científico.				

<b>Enunciados seleccionados (señalar el número del enunciado)</b>	<b>Argumento o Explicación</b>







## NARRATIVA ( MOMENTO 2) O RESOLUCIÓN DE LA TAREA (RT)

Dispositivo 03 Sesión 01 Código: DMPS01-U3-PQyBM2

<ul style="list-style-type: none"><li>● Nombre:</li><li>● Edad:</li><li>● Institución:</li><li>● Fecha:</li><li>● Género:</li><li>● Nivel (curso) desde el que se sitúa esta reflexión:</li><li>● Actividad:</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Nombre:</li><li>● Edad:</li><li>● Institución:</li><li>● Fecha:</li><li>● Género:</li><li>● Nivel (curso) desde el que se sitúa esta reflexión:</li><li>● Actividad:</li></ul>
--	--

### Tarea grupal:

- a) A partir del texto, y la discusión anterior, ¿cómo podrían explicar con sus palabras (o un esquema) la relación entre las cuestiones sociocientíficas críticas, el pensamiento crítico y el pensamiento científico.
- b) Ahora que saben cómo se relacionan ¿Qué características deben tener las cuestiones sociocientíficas críticas descritas en el texto?
- c) A partir de la lectura realizada, identifiquen, por lo menos, 3 puntos críticos en el abordaje de las cuestiones sociocientíficas críticas en el aula de biología.

## Anexo 4. Actividad de diseño de CSC

### 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).

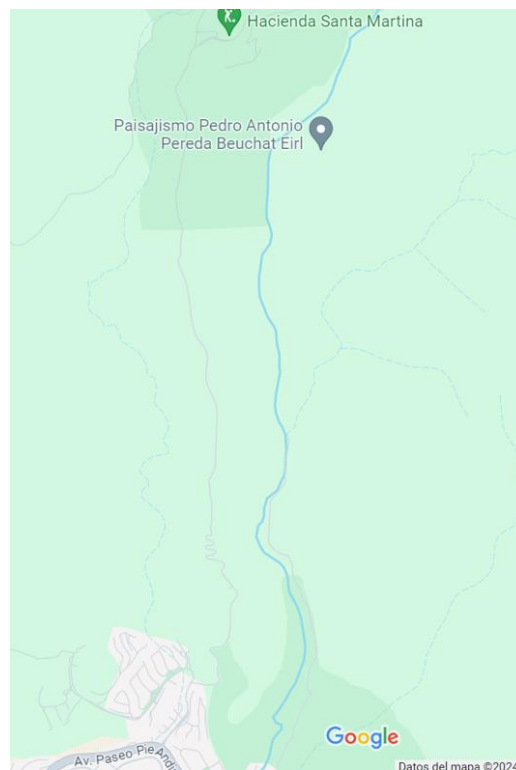
Los ecosistemas y su biodiversidad cumplen un papel primordial en la generación de bienestar humano (Quétier et al., 2007). Su integridad ecológica y resiliencia permiten generar un flujo de servicios al ser humano, conocidos como **servicios ecosistémicos**, estos son los beneficios tangibles e intangibles 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 leyenda, unidades fisionómicas encontradas (p.e. flora, fauna, geológicos, relieves, 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 1 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 2 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?

## Anexo 5 Actividades relacionadas con la argumentación



PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CHILE



PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA DE  
VALPARAÍSO



USACH

### NARRATIVA ( MOMENTO 2) O PROCESO DE EVALUACIÓN (PE)

Dispositivo 02 Sesión 03 Código: DMPS03-U3-PQyBM3

- Nombre:
- Nombre:
- Institución: Universidad de Santiago de Chile
- Fecha:
- Nivel (curso) desde el que se sitúa esta reflexión:
- Actividad:

#### 1. Responde de manera grupal:

Lectura del texto:

Casal, J. D. (2022). Mueve la lengua, que el cerebro te seguirá (Vol. 342). Graó. Capítulo 5. A partir de la lectura específica para su grupo, responde la pregunta determinada para el:

- Grupo 1: ¿Para qué enseñamos a argumentar científicamente en la clase de biología?
- Grupo 2: Las pruebas /evidencias son la base de la Argumentación científica (AC). ¿Cómo podemos evaluar las pruebas /evidencias para utilizarlas en la AC?
- Grupo 3: Desde el modelo de argumentación científica de Toulmin ¿Cuál es el rol de la fundamentación, del calificador modal y la refutación en la enseñanza de la biología?
- Grupo 4: ¿Cómo los niveles de certidumbre de las conclusiones de la AC aportan a la NOS del estudiantado?
- Grupo 5: En las controversias socio científicas la AC debe orientar a la toma de decisiones integrando aspectos de la ciencia, la tecnología, la sociedad, éticos y otros. ¿Porqué este tipo de espacios (CSC) son relevantes en la enseñanza de la biología?
- Grupo 6: Los diferentes “tipos de argumentación” mencionados por Casal (2021) se basan en elementos diferenciadores, que llevan desde el convencer al consensuar. ¿Cómo estos elementos pueden aportar al desarrollo de una ciudadanía crítica, de consenso y emancipadora?

Pregunta n° \_\_\_\_\_

Respuesta:

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

Dispositivo 02 Sesión 02 Código: DMPS02-U3-PQyBM3

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

**Responde de manera individual:**

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



PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CHILE



PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA DE  
VALPARAÍSO



USACH

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

Dispositivo 03 Sesión 02 Código: DMPS01-U3-PQyBM3

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

#### 1. Responde de manera individual:

Ticket de salida individual:

1. ¿Qué aprendí sobre la importancia de enseñar a argumentar para trabajar con CSC? ciencias?
2. Imagina que llegas como reemplazo a un establecimiento y te toca hacer clases. Escoge un tema de la biología con el que te sientas cómodo haciendo este ejercicio, y responde:
3. ¿Cómo estructurarías la clase considerando lo que sabes ahora respecto de cómo se aprende/ enseña ciencias en lo que se refiere a CPC argumentación)?
4. ¿Qué rol piensas que juega la argumentación para la enseñanza de la biología por medio de cuestiones sociocientíficas?

#### 2. Comparte tus respuestas con tus compañerxs.

## Anexo 6 Algunos Datos de las actividades escritas

PFQyB	Taller 1 (TE1)
P1	B) Que esta permite AVANZAR en la ciencia, dado que permite AUMENTAR en un conocimiento no dogmático. Al encontrarse el límite del conocimiento no se admite una respuesta correcta.
P2	B, I, L, I) Que los científicos no fueron bien educados, estos dogmatizaron la ciencia como si cada paper fuera una verdad absoluta, además, la importancia del contexto histórico no se toma en cuenta para ellos. Como las ideologías pueden intervenir al avance de la ciencia
P3	I, J) Sesgos políticos, religiosos y éticos
P4	G, I, N, L) Siento que ambas formas son más complementarias que contradictorias, sin embargo, siento que el pensamiento crítico puede utilizarse para cuestionar algunas ideas propias del pensamiento científico como por ejemplo criticar metodologías o incluso conflictos de interés. La poca invitación a cuestionar lo ya conocido Ciencia v/s dogmatismo y la importancia de los conceptos para la historia científica Conflictos relacionados con la fe, dogmatismo confesional, Conflicto de interés, Historia de la ciencia
P5	I, J) Sesgos políticos, religiosos y éticos
P6	L) Importancia del contexto histórico
P7	B, E) En general es importante que el estudiante adquiera habilidades relacionadas con el pensamiento crítico /científico en donde pueda cuestionar o poner en duda las veracidades que se abarcan en la biología, considerando fundamentos científicos. Creo que una de las contradicciones que puedo encontrar es que en general se asegura que la ciencia es "perfecta", lógica y precisa, por lo tanto, al utilizar habilidades relacionadas con el pensamiento científico / crítico, se busca poner en duda o cuestionar las aseveraciones, considerando que siempre hay excepciones a las reglas. El desarrollo del pensamiento crítico y científico tiene implicancias directas en el proceso de enseñanza - aprendizaje ya que conecta la ciencia dogmática con la realidad en la que se encuentran las y los estudiantes, es decir, contexto social y ambiental.
P8	S/H)
P9	B, E, T) Una posible contradicción es que todos los fundamentos que se presentan en clase no se cuestionan, se dan por hecho y se desarrollan diversas habilidades en base a estos, pero estas habilidades usualmente se quedan en describir y explicar fenómenos, no sé decida más tiempo a hacer preguntas, plantear metodologías, realizar estas y luego analizar los resultados. Metodología crítica, dogmatismo
P10	B) Que en las clases tradicionales de biología se pone todo como si fueran hechos, cuando el pensamiento crítico - científico nos dice que nada es 100% cierto todo puede seguir evolucionando y cambiando, porque es este cambio el que más permite encontrar nuevos hallazgos científicos
P11	S/H
P12	S/H

A. Carga teórica previa; B. Tentatividad; C. Hipótesis; D. Formulación de preguntas; E. Argumentación y uso de evidencias; F. Teorías, leyes, modelos, etc.; G. Diversidad y flexibilidad metodológica; H. Sesgos y Conflictos de interés; I. Difusión del conocimiento científico; J. Ética; K. Impacto ciencia y sociedad en lo económico-político; L. Histórico; M. Ciencia y tecnología; N. Religión y Ciencia; O. Pseudociencias; P. Fake News científicas. S/A: Sin hallazgos.

PFQyB	Taller 2 (TE2)
P1/P6 K, G, E, M, J	<p>Tecnológicamente, existen métodos avanzados para manejar la descomposición de animales en parques, como el compostaje aeróbico y la biorremediación, que pueden acelerar la descomposición y minimizar los impactos negativos</p> <p>En el contexto sudamericano, la gestión de la descomposición de animales en parques públicos tiene importantes implicaciones sociales. La percepción pública y la aceptación de estos procesos pueden variar significativamente dependiendo de factores culturales, educativos y socioeconómicos.</p> <p>En muchas comunidades sudamericanas, existe una fuerte conexión cultural y espiritual con la naturaleza</p> <p>Políticamente, la gestión de parques públicos y la descomposición de fauna requieren políticas claras y bien definidas. Estas políticas deben alinearse con las normativas ambientales nacionales e internacionales, así como con las expectativas y necesidades de la comunidad local. La implementación de políticas efectivas puede mejorar la gestión de recursos naturales</p>
P2/P4 K	<p>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</p> <p>los alumnos conectan los conceptos biológicos con su entorno cotidiano, adquieren una visión global y desarrollan habilidades críticas para enfrentar desafíos científicos y sociales. Esta estrategia pedagógica fomenta tanto el conocimiento científico como la conciencia social</p>
P3/P5 A, K, M	<p>Si consideramos que los requerimientos ambientales del litre y el chagual son muy similares, como: la adaptación a condiciones de aridez y de crecer en suelos pobres, era esperable que en el parque Las Hualtatas, situado en la zona precordillerana central de Chile se encontrarán ambas especies. Sin embargo, solo encontramos litre y no había presencia de chagual.</p> <p>nos permite considerar que hubo intervención humana (gestión del parque, reforestación, restauración, plantación, entre otras...) en el ecosistema del parque.</p> <p>Se requiere tecnología avanzada para investigar el Litre, sus características, adaptación al entorno y de qué forma influye en el ecosistema.</p>
P7/P9 K, E, M	<p>La salida a terreno aporta de una forma muy valiosa en el diseño de argumentos multidimensionales en una cuestión socio científica, ya que permite una comprensión más holística del problema. Al estar en contacto directo con el entorno, se facilita la conexión entre las diferentes dimensiones: ética, social, política, ambiental, económica y científica</p> <p>Esta tecnología podría detectar rápidamente los niveles de compactación que afectan negativamente a la vegetación y a la fauna local, permitiendo una intervención más oportuna para mitigar estos impactos.</p> <p>Estos datos cuantitativos proporcionaron evidencia concreta del grado de compactación del suelo en diferentes áreas, reflejando el impacto directo de la actividad humana en el ecosistema.</p>
P8/P10 A, K, J	<p>A, K, J A través de chips por geolocalización similares al que presentan mascotas domésticas se puede introducir estos a las vacas para saber dónde se encuentran y evitar que estas mueran a lo largo del terreno en que se emplazan.</p> <p>El trabajo para la construcción y/o modificación de leyes que respectan al cuidado y protección de la naturaleza radica en que, mediante estos esfuerzos, Chile cumpla con los tratados internacionales suscritos, además de que seguir los lineamientos que proponen organizaciones medioambientales y/o expertos en el área contribuyen a la protección, conservación y cuidado de nuestra flora y fauna endémica.</p> <p>Consideramos que la salida a terreno contribuyó en gran parte a la elección de la cuestión socio científica que estamos trabajando, pues si bien ambos teníamos una idea previa de que tópicos trabajar para esta actividad, ya en el terreno nos dimos cuenta de que este no era un problema el cual presentaba el parque las Hualtatas.</p>
P11/P12 K, M, E, I	<p>A pesar de que la cantidad de ríos protegidos es mínima, existe un esfuerzo creciente para poder conservarlos y además los ecosistemas aledaños, siendo protegidos por entes del gobierno y por acciones jurídicas como por ejemplo la Ley de ríos salvajes.</p> <p>El Sistema Nacional de Áreas Protegidas tiene como objetivo poder asegurar la conservación de la biodiversidad de la localidad que este siendo intervenida, junto con ayuda y participación de la comunidad por mantener el área ecosistémico lo menos intervenido posible</p> <p>La salida a terreno aporta en el diseño de argumentos ya que podemos construir estos argumentos con lo vivido durante la salida. Si bien estos argumentos pueden estar respaldados por datos, información encontrada en libros o papers, se puede argumentar o dar hincapié en lo vivido durante la salida</p>

Carga teórica previa; B. Tentatividad; C. Hipótesis; D. Formulación de preguntas; E. Argumentación y uso de evidencias; F. Teorías, leyes, modelos, etc.; G. Diversidad y flexibilidad metodológica; H. Sesgos y Conflictos de interés; I. Difusión del conocimiento científico; J. Ética; K. Impacto ciencia y sociedad en lo económico-político; L. Histórico; M. Ciencia y tecnología; N. Religión y Ciencia; O. Pseudociencias; P. Fake News científicas. S/A: Sin hallazgos.

PFQyB	Taller 3 escrito (TE3)
P1	H) Esto promueve el desarrollo de actividades y habilidades científicas y por lo mismo promueve el aprendizaje de la naturaleza de las ciencias, sin embargo, se debe tener cuidado con el tema y como el uso de las fuentes empleados puede defender solo sus posturas personales.
P2	S/H
P3	K) Las CSC se considera como herramienta pedagógica de la enseñanza de las ciencias y así fomentar la alfabetización científica, promoviendo un aprendizaje profundo de la NOS, eso permite mejorar la conexión entre la ciencia y la ciudadanía
P4	K) Las CSC nos permiten demostrar varios aspectos de la naturaleza de las ciencias, por ejemplo, la ciencia no estudia fenómenos aislados de la sociedad, sino que dichos fenómenos se encuentran insertos en ella, de esta manera las CSC constituyen un vínculo importante y claro de estas dimensiones (ciencia, sociedad)
P5	S/H
P6	L) Las controversias sociocientíficas pueden contribuir en la naturaleza de las ciencias ya que puede ayudar a los estudiantes a pensar críticamente y de una manera más científica cierta controversia lo que puede ayudar a la alfabetización científica escolar, puede contribuir en la (NOS) a través de cómo se originaron ciertas ciencias y como se aborda las ciencias antes
P7	E) Las CSC pueden aportar un aprendizaje más profundo de la naturaleza de las ciencias, principalmente porque mediante estrategias como la lectura crítica o el uso de evidencias que se utilicen por ejemplo para argumentar acerca de este problema real, se fomenta la alfabetización científica y de esta manera conocer más acerca de la naturaleza de la ciencia,
P8	K) Permite contribuir a TOMAR aprendizajes significativos de mejor manera, pues integra no solo el contenido disciplinar, sino que el interdisciplinar o de otros más como lo pueden ser la historia, lenguaje y las matemáticas, sumado a esto se encuentra el hecho de que permite contextualizar a los/as estudiantes de la importancia e incidencia de las ciencias sobre su cotidianidad.
P9	S/H
P10	S/H
P11	K) Pueden aportar como una herramienta pedagógica EN la enseñanza para fomentar la alfabetización, esta ya que pueden promover en la ciudadanía una mejor reflexión en torno a temas que son relevantes para la ciudadanía, como ejemplo serías el uso de las vacunas.
P12	K) Considero que el uso de CSC puede aportar de manera muy significativa en el aprendizaje de las ciencias, ya que al cuestionarse diferentes desafíos o problemáticas en torno a un fenómeno podemos ver/distinguir diferentes factores en el entorno que pueden afectarse, cambiar entre sí o de manera individual, además si los potenciamos con el dialogo en grupo podemos ver más de una mirada del CSC, así aplicar conocimientos, percepciones de la ciencia para reflexionar

A. Carga teórica previa; B. Tentatividad; C. Hipótesis; D. Formulación de preguntas; E. Argumentación y uso de evidencias; F. Teorías, leyes, modelos, etc.; G. Diversidad y flexibilidad metodológica; H. Sesgos y Conflictos de interés; I. Difusión del conocimiento científico; J. Ética; K. Impacto ciencia y sociedad en lo económico-político; L. Histórico; M. Ciencia y tecnología; N. Religión y Ciencia; O. Pseudociencias; P. Fake News científicas. S/A: Sin hallazgos.