



UNIVERSIDAD METROPOLITANA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS

REPRESENTACIONES EPISTEMOLÓGICAS DEL PROFESORADO DE QUÍMICA EN FORMACIÓN  
SOBRE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS CIENTÍFICOS DESDE UNA PERSPECTIVA SOCIOCIENTÍFICA

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS NATURALES Y LAS  
MATEMÁTICAS

AUTORA: MARÍA INÉS CERDA MARTÍNEZ

DIRECTORA: DRA. CARLA OLIVARES-PETIT

CO-DIRECTOR: DR. MARIO QUINTANILLA-GATICA

SANTIAGO DE CHILE, DICIEMBRE DE 2024

Autorizado para

Sibumce digital

2024, María Inés Cerda Martínez

Se autoriza la reproducción total o parcial de este material, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, siempre que se haga la referencia bibliográfica que acredite el presente trabajo y su autor.

Para Luis y Thalia, por siempre considerarme suficiente y capaz.

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación sigue las orientaciones teóricas y metodológicas del proyecto FONDECYT 1231325 que lleva por título: "*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*". Además, se ciñe a las orientaciones académicas del programa de Magíster en Didáctica de las Ciencias Naturales y las Matemáticas y recibió apoyo del Laboratorio Semillero CATION "Ciencias, didáctica e innovación", ambos adscritos a la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Chile.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1</b>	<b>PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN PROBLEMA</b>	<b>11</b>
1.1	CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	11
1.2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.3	JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	14
1.4	OBJETIVO GENERAL	17
1.5	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
<b>2</b>	<b>MARCO REFERENCIAL</b>	<b>19</b>
2.1	APROXIMACIÓN INICIAL	19
2.2	EPISTEMOLOGÍA Y REPRESENTACIONES EPISTEMOLÓGICAS	19
2.2.1	<i>Filosofía, historia y didáctica de la química</i>	20
2.2.2	<i>Racionalismo</i>	22
2.2.3	<i>Representaciones epistemológicas: racionalismo positivista y racionalismo moderado</i>	22
2.3	CONTROVERSIAS SOCIOCIENTÍFICAS (CSC)	23
2.3.1	<i>Controversias sociocientíficas en la educación científica</i>	24
2.3.2	<i>Controversias sociocientíficas como motor para la alfabetización científica</i>	28
2.4	FORMACIÓN INICIAL DOCENTE (FID) EN CIENCIAS	31
2.4.1	<i>Formación Inicial Docente y Controversias Sociocientíficas</i>	33
2.4.2	<i>Formación inicial docente (FID) en Química</i>	35
2.5	RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS CIENTÍFICOS	36
2.6	INTERVENCIÓN DIDÁCTICA	37
<b>3</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>39</b>
3.1	INTRODUCCIÓN	39
3.2	ENFOQUE Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	39
3.2.1	<i>Paradigma de la investigación</i>	39
3.2.2	<i>Enfoque metodológico</i>	40
3.2.3	<i>Diseño de la investigación</i>	42
3.3.1	<i>Descripción del contexto</i>	43
3.3.2	<i>Selección de participantes: población y muestra</i>	45
3.4	PROCEDIMIENTO DE LA IMPLEMENTACIÓN	47
3.4.1	<i>Fase 1</i>	47
3.4.2	<i>Fase 2</i>	47
3.4.3	<i>Fase 3</i>	49
3.4.4	<i>Fase 4</i>	51
3.5	MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	51

3.5.1	<i>Instrumentos utilizados</i> .....	51
3.6	VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS .....	58
3.6.1	<i>Procedimiento de validación</i> .....	58
3.6.2	<i>Resultados de la validación</i> .....	59
3.6.3	<i>Consideraciones metodológicas sobre la validación</i> .....	61
3.7	ANÁLISIS DE DATOS.....	62
3.8	ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	63
<b>4</b>	<b>RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>65</b>
4.1	ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LOS DATOS .....	65
4.2	TRIANGULACIÓN DE DATOS .....	77
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES Y REFLEXIÓN PROFESIONAL.....</b>	<b>88</b>
<b>6</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>92</b>
<b>7</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>104</b>

## RESUMEN

La presente investigación se centra en las representaciones epistemológicas de profesores de química en formación inicial en su octavo semestre en la UMCE, analizando su relación con la resolución de problemas científicos en un marco pedagógico basado en controversias sociocientíficas (CSC). Este enfoque se emplea como herramienta formativa para promover un cambio en las prácticas tradicionales de enseñanza hacia metodologías que fomenten un racionalismo moderado (RM), facilitando el desarrollo del pensamiento crítico, la integración de contextos socioculturales y la Alfabetización Científica. En contraposición, el estudio identifica también la presencia de representaciones epistemológicas basadas en un racionalismo positivista (RP), caracterizado por enfoques rígidos y dogmáticos.

El estudio adopta un diseño metodológico mixto, estructurado en cuatro fases principales. En la primera, se identifican las representaciones epistemológicas predominantes mediante la aplicación de un pre-test, permitiendo establecer una línea base. En la segunda fase, se diseña e implementa un taller didáctico fundamentado en CSC, que busca generar un espacio de discusión y reflexión crítica en torno a problemas científicos con implicancias éticas y sociales. En la tercera fase, se evalúa la influencia del taller mediante un post-test, y en la cuarta, se realiza el análisis estadístico y cualitativo de los datos recolectados, utilizando el coeficiente de correlación de Spearman para determinar la relación entre las representaciones epistemológicas iniciales y los posibles cambios tras la intervención didáctica.

Los resultados revelan que las representaciones epistemológicas iniciales de los participantes están fuertemente influenciadas por enfoques tradicionales y positivistas (RP), limitando su capacidad de relacionar el conocimiento científico con problemáticas reales y socioculturales. No obstante, tras la implementación del taller, se observa un cambio hacia un racionalismo moderado (RM), caracterizado por una mayor apertura a la reflexión crítica y la contextualización del conocimiento científico. Este cambio, aunque no estadísticamente significativo en su totalidad debido al tamaño reducido de la muestra ( $n=8$ ), ligado al reducido tamaño de la población de la carrera que alberga la muestra de trabajo, destaca el potencial de las CSC como catalizadores de transformaciones pedagógicas y didácticas.

El estudio concluye que las controversias sociocientíficas pueden desempeñar un papel clave en la formación inicial docente, promoviendo competencias científicas, didácticas y pedagógicas alineadas con las demandas actuales de la educación científica. Asimismo, se enfatiza la importancia de ampliar la duración y el alcance de las intervenciones didácticas, así como la necesidad de realizar estudios con muestras más amplias para confirmar los hallazgos y optimizar las estrategias implementadas. La investigación contribuye así a la discusión sobre cómo transformar las prácticas docentes y enriquecer la enseñanza de las ciencias en un contexto más dinámico y crítico.

**PALABRAS CLAVE:** representaciones epistemológicas, controversias sociocientíficas, resolución de problemas científicos, formación inicial docente, Alfabetización Científica.

## ABSTRACT

This research focuses on the epistemological representations of pre-service chemistry teachers in their eighth semester at UMCE, analyzing their relationship with scientific problem-solving within a pedagogical framework based on socio-scientific issues (SSI). This approach is employed as a formative tool to promote a shift from traditional teaching practices to methodologies that foster moderate rationalism (MR), facilitating the development of critical thinking, the integration of sociocultural contexts, and scientific literacy. Conversely, the study also identifies the presence of epistemological representations rooted in positivist rationalism (PR), characterized by rigid and dogmatic approaches.

The study adopts a mixed-methods design, structured into four main phases. In the first phase, the predominant epistemological representations are identified through a pre-test, establishing a baseline. In the second phase, a didactic workshop based on SSI is designed and implemented, aiming to create a space for discussion and critical reflection on scientific problems with ethical and social implications. In the third phase, the influence of the workshop is assessed through a post-test, and in the fourth, statistical and qualitative analyses of the collected data are conducted, using Spearman's correlation coefficient to determine the relationship between initial epistemological representations and potential changes following the didactic intervention.

The results reveal that the participants' initial epistemological representations are strongly influenced by traditional and positivist approaches (PR), limiting their ability to connect scientific knowledge with real-world and sociocultural issues. However, after the implementation of the workshop, a shift toward moderate rationalism (MR) is observed, characterized by greater openness to critical reflection and the contextualization of scientific knowledge. This change, although not statistically significant in its entirety due to the small sample size ( $n=8$ ), linked to the limited population size of the program from which the sample was drawn, highlights the potential of SSI as catalysts for pedagogical and didactic transformations.

The study concludes that socio-scientific controversies can play a key role in initial teacher education, promoting scientific, didactics and pedagogical competencies aligned with current scientific educational demands. Furthermore, it emphasizes the importance of extending the duration and scope of didactic interventions and the need for studies with larger samples to

confirm findings and optimize implemented strategies. The research thus contributes to the discussion on how to transform teaching practices and enrich science education in a more dynamic and critical context.

**KEY WORDS:** epistemological representations, socioscientific issues, scientific problem solving, initial teacher training, scientific literacy.

## **1 Planteamiento de la Situación Problema**

### **1.1 Contextualización de la Investigación**

El trabajo de graduación se sustenta en el marco del Proyecto FONDECYT 1231325, titulado *"Identificación y caracterización de competencias argumentativas y explicativas en profesorado de química y biología en formación inicial. Su contribución al desarrollo profesional docente desde una perspectiva socio-científica"*, el cual se encuentra en curso y ha recopilado datos a lo largo de dos años. El propósito fundamental de este proyecto es analizar y describir las concepciones iniciales en relación con aspectos cruciales para la formación profesional, como son la enseñanza de las ciencias, la evaluación de los aprendizajes científicos, la resolución de problemas y las competencias de pensamiento científico, entre los profesores en formación. En consonancia con la metodología ya establecida y aplicada por el proyecto, el presente trabajo llevará a cabo una exploración de los datos de investigación, contribuyendo así al avance del conocimiento en este campo.

### **1.2 Planteamiento del Problema**

El conocimiento puede generarse y promoverse, desde diferentes dimensiones e intencionalidades, siendo una de las formas más naturales y comunes de su aplicación, la resolución de problemas, situación subyacente al desarrollo inherente del pensamiento humano. Sin embargo, el desarrollo y promoción de conocimientos científicos, se fundamenta en el desarrollo cognitivo y las particularidades de la ciencia en si misma (Olson, 2018) y la naturaleza de los fenómenos naturales que abordan situaciones problemáticas que demandan solución (Lederman, 2018), situación que debe considerarse a la hora de abordar problemas en las ciencias.

El campo de la resolución de problemas en futuros profesores de ciencias exige que su formación incluya el enfrentarse a problemas realistas y contextualizados, directamente vinculados con los objetivos de la educación científica. Este enfoque, enmarcado en la Alfabetización Científica, resulta esencial debido a la necesidad de preparar a los docentes para desempeñar un rol clave como promotores de habilidades y actitudes propias de la ciencia y su enseñanza (MINEDUC, 2015).

De acuerdo a Quintanilla-Gatica et al., (2023) la resolución de problemas científicos, va más allá de una tarea rutinaria, en definitiva, constituye una actividad genuina que facilita la construcción activa de nuevos conocimientos. Sin embargo, se ha evidenciado una discrepancia entre la enseñanza ofrecida y las demandas reales de la sociedad, en el sentido estricto del desempeño competente y ciudadano de los individuos.

A pesar de que el objetivo de educar en ciencias busca promover ciudadanos informados, competentes y con la capacidad de tomar decisiones críticas basadas en el conocimiento científico, la enseñanza de las ciencias no parece satisfacer este propósito. Según los reportes investigativos de Camacho González y Quintanilla Gatica (2008), existe una falta de coherencia entre la educación científica escolar y la Alfabetización Científica necesaria para comprender y actuar frente al mundo actual desde una perspectiva científica competente.

En este contexto, resulta imprescindible que las estrategias de enseñanza en ciencias promuevan en los futuros profesores no sólo el dominio de los conceptos naturales, sino que además, de forma simultánea, se requiere la integración de estos conceptos en y para el desarrollo de habilidades y competencias que resulten en respuestas factibles a diversos problemas del ámbito científico, permitiendo estimular un futuro proceso de implementación de la enseñanza desde una formación científica para la ciudadanía bajo diversas formas, entre las cuales destaca la resolución de problemas (MINEDUC, 2019).

En el caso de la resolución de problemas, más que una evaluación basada en resultados tangibles, el enfoque implica el despliegue de diversas acciones, tales como, la observación, análisis, implementación de procesos y una argumentación de las decisiones del mismo proceso, sin olvidar, que dicho recorrido, tendrá un desarrollo en diversos contextos educativos y sus respectivas comunidades escolares. Por tanto, un objetivo de la resolución de problemas es estimular la adquisición de conocimientos científicos a un nivel competencial, permitiendo a los futuros profesores regular su propio proceso de aprendizaje y promoviendo competencias y habilidades científicas esenciales para su éxito personal y profesional (Quintanilla-Gatica et al., 2010).

La investigación desde diversos campos ha evidenciado que la falta de énfasis en la resolución de problemas, especialmente en el ámbito de las ciencias, restringe la promoción de

la creatividad y la inteligencia innovadora en todos los niveles educativos, por tanto, el desarrollo cognitivo estimulado de quienes aprenden (Martínez Godínez, 2017). Esta carencia conduce a la pasividad de los estudiantes, quienes evitan el esfuerzo cognitivo y la exploración individual, dependiendo en gran medida de la orientación directa del profesorado, que, a su vez, ha sido formado en perspectivas tradicionalistas, por tanto, el estímulo sigue siendo el mismo.

Por consiguiente, de acuerdo a la literatura especializada, resulta fundamental que los estudiantes y, por tanto, los futuros profesores de ciencias se enfrenten a problemas científicos auténticos y practiquen diversas estrategias de solución para ampliar su comprensión y fomentar el desarrollo de habilidades de pensamiento científico (Quintanilla-Gatica et al., 2020).

La orientación en la formación de los profesores responsables de la enseñanza, en todos los niveles educativos, emerge como un factor determinante para alcanzar el éxito académico de los estudiantes, con énfasis en la forma de abordar situaciones y problemas. Investigaciones a nivel internacional, han puesto de manifiesto una estrecha relación entre la calidad de las competencias docentes y el desempeño académico de los estudiantes, en este sentido, Bennet (2010) y Montecinos et al., (2009), refuerzan la idea de aprender para enseñar y enseñar a aprender.

La evaluación y la toma de decisiones que realiza un profesor en relación con un contenido, así como el énfasis que pone en su enseñanza, son manifestaciones de su cultura personal, sus valores, sus actitudes hacia la enseñanza de determinadas áreas y sus concepciones implícitas sobre la enseñanza, según Marrero Acosta (2010) y Sanmartí (2002), la implementación del proceso no es ingenua y no es ajena a la propia formación inicial.

Se tiene en consideración que, desde una edad temprana, los niños y niñas exhiben grados de habilidades científicas asociadas con la observación y la exploración, principalmente por medio de sus sentidos. De manera espontánea, en cualquier situación cotidiana, interactúan, exploran, se plantean preguntas y muestran un claro interés por comprender el funcionamiento del mundo que les rodea, incluyendo sus elementos, procesos y estructuras, todo lo anterior, como respuestas a estímulos propios del medio (Quintanilla-Gatica et al., 2020).

Entonces, una exposición predominante a una cultura educativa tradicional durante la escolaridad (Porlán et al., 2010) podría moldear las percepciones y enfoques respecto a la

resolución de problemas en el ámbito científico de los profesores en ejercicio, y por extensión, en aquellos que se encuentran en formación. Entonces, emerge la necesidad de considerar el impacto del entorno educativo previo en la configuración de las concepciones y prácticas pedagógicas de los futuros profesores, con miras a contribuir al desarrollo de la Alfabetización Científica y la promoción de las competencias sociocientíficas de la sociedad.

### **1.3 Justificación del Problema.**

Todo lo anterior permite considerar que la forma de abordar los problemas se educa, se estimula y se promueve, por lo que resulta necesario considerar la resolución de problemas como un proceso epistemológico que facilita la incorporación de nuevos saberes y la construcción del conocimiento de los individuos, con las implicancias de un ejercicio sustancial, en torno a capacidades (Quiroz,2023). Reflexionar sobre la resolución de problemas como un acto epistemológico y su importancia en el proceso de enseñanza-aprendizaje puede proporcionar al docente una visión holística, mejorando el tratamiento didáctico y preparando a los estudiantes para aprender a aprender (Díaz Lozada y Díaz Caballero, 2020) y como el promover un enfoque de resolución de problemas contextualizados de corte sociocientíficos en quienes enseñan, mejora las condiciones para educarlo, en quienes aprenden y como este asunto contribuye a una toma de decisiones mejor sustentadas en la misma línea de la Alfabetización Científica y por ende en democratizar el saber científico desde las aulas (Adúriz y Pujalte, 2020).

Es entonces que, si consideramos la ciencia como una construcción social, se vislumbra la posibilidad de una ciencia humanizada, moldeada por diversos contextos interrelacionados que se adaptan a las necesidades cambiantes de cada individuo y de las sociedades de forma simultánea. En este sentido, es innegable que las experiencias educativas de los profesores de ciencias durante su formación académica influirán en su enfoque hacia la enseñanza de alguna de las disciplinas bajo su alero, como lo es puntualmente la química, lo que da una justificación pertinente al problema de investigación a desarrollar.

Aquellos modelos de enseñanza de las ciencias basados en la transmisión y el descubrimiento se alinean con una visión de la ciencia bajo el racionalismo categórico, el dogmatismo positivista o el racionalismo radical. Por otra parte, los modelos relacionados con la construcción social del conocimiento corresponden a una imagen de la ciencia de racionalidad

moderada o hipotética (Quintanilla-Gatica et al., 2023). Es probable que los profesores en formación recurran de manera inadvertida a enfoques tradicionales de enseñanza con tendencias positivistas, incluso aunque sus ideales se alineen más con un enfoque de racionalismo constructivista.

Este fenómeno deja en evidencia la importancia de generar programas de formación docente, que fomenten una comprensión más profunda de la ciencia como una necesidad socialmente construida y que promuevan enfoques pedagógicos más alineados con esta perspectiva, y por tanto, que tributen a la línea de desarrollo didáctico (Amador Rodríguez y Adúriz-Bravo, 2021).

Un enfoque constructivista en la resolución de problemas fomenta la participación de los estudiantes en la construcción de su comprensión, en lugar de recibir información de manera pasiva. Al enfrentarse a problemas complejos y auténticos, los estudiantes desarrollan un entendimiento más profundo de los conceptos y principios subyacentes, promoviendo un aprendizaje significativo y duradero (Frey et al., 2022). Por lo tanto, al abordar la resolución de problemas científicos, debe dejarse de lado el conformismo y los prejuicios personales, favoreciendo en cambio un enfoque crítico y reflexivo que integre principios causales, análisis exhaustivos de la información y perspectivas creativas, tal como lo indican Torres Merchan y Solbes (2016).

Esta perspectiva se vuelve más importante cuando se considera que la enseñanza de la ciencia a menudo comienza en etapas tardías, pudiendo resultar en una ciencia descontextualizada y posiblemente sin la base necesaria para establecer conocimientos sólidos sobre esta materia. Por lo tanto, se vuelve urgente promover ambientes y condiciones de enseñanza, evaluación y aprendizaje que contribuyan a problematizar dicho conocimiento, integrando emociones, valores y culturas en el proceso educativo. Estas consideraciones forman parte de una vía crucial para evaluar el nivel de desarrollo alcanzado por el pensamiento y la resolución de problemas científicos en la formación docente, así como su efectividad en el proceso de aprendizaje y enseñanza de las ciencias (Quintanilla-Gatica et al., 2022).

Lamentablemente, a pesar de reconocer la importancia de la resolución de problemas en la educación científica, existe una falta de claridad sobre cómo los profesores de ciencias en

formación conceptualizan y aplican estas habilidades en situaciones reales. Esta falta de comprensión puede resultar en prácticas educativas menos efectivas y en una menor Alfabetización Científica entre los estudiantes.

Abordar esta brecha en el conocimiento es determinante, ya que la manera en que los futuros profesores comprenden y abordan la resolución de problemas científicos impacta directamente en la calidad de la educación científica que proporcionarán. Como ya se mencionó, una comprensión limitada y tradicional de estos problemas puede perpetuar prácticas de enseñanza descontextualizadas y poco efectivas. Por el contrario, la integración de una perspectiva sociocientífica en su formación puede enriquecerla, fomentando una visión más dinámica y contextualizada de la ciencia. En este sentido, las controversias sociocientíficas pueden ofrecer el contexto necesario para este propósito.

Las controversias o problemas sociocientíficos (SSI, por sus siglas en inglés, Socio-Scientific Issues) son problemas complejos del mundo real que involucran conceptos científicos y tienen implicaciones sociales. Estos problemas alientan a los estudiantes a considerar tanto las perspectivas científicas como las sociales. En educación, las SSI se emplean con el fin de elevar la Alfabetización Científica, enriqueciendo la percepción de la ciencia como una empresa dinámica y dialógica. Esto se traduce en beneficios tangibles, como la mejora de la relevancia de la enseñanza científica para la vida de los estudiantes (Ndruru y Amdayani, 2023).

Al involucrar a los estudiantes en debates y actividades que requieren habilidades de pensamiento crítico y toma de decisiones, se estimula la tensión intelectual, mejorando así su experiencia de aprendizaje en ciencias. Estas cuestiones suelen implicar consideraciones éticas, puntos de vista contradictorios y la necesidad de tomar decisiones informadas y basadas en la evidencia científica. Además, al explorar las SSI, los estudiantes desarrollan una comprensión más profunda de los conceptos científicos y sus aplicaciones en situaciones de la vida real (Husniyyah et al., 2023; Suparman et al., 2022).

Es por todo lo expuesto anteriormente que un estudio de esta naturaleza, donde se analicen las representaciones epistemológicas de los docentes de química en formación bajo la perspectiva de las controversias sociocientíficas, podría transformar la forma en que se aborda la

enseñanza de la ciencia en el futuro al intervenir en la formación docente y la forma de abordar la dimensión de la resolución de problemas, como una variable deseable.

Aunque los docentes puedan haber experimentado un contexto escolar desfavorable para su propio desarrollo de competencias científicas, este tipo de investigación podría allanar el camino para una transformación futura en su práctica docente, cualquiera sea el nivel educativo en que desempeñen su labor docente.

Para orientar la investigación, se configura un proceso de preguntas de investigación, a partir de interrogantes claves como: ¿Cuáles son las representaciones epistemológicas que tienen los profesores de química en formación con respecto a la resolución de problemas científicos? ¿Estas representaciones se alinean predominantemente con enfoques de racionalismo con tendencia positivista o constructivista? ¿Cuál es el impacto de una intervención centrada en controversias sociocientíficas en estas representaciones epistemológicas? ¿Qué cambios se observan en las representaciones epistemológicas después de la intervención?

Las preguntas anteriores, permiten configurar la pregunta de investigación central: ¿Cómo cambia una implementación didáctica centrada en controversias sociocientíficas en las representaciones epistemológicas de profesores de química en formación sobre la resolución de problemas científicos?

#### **1.4 Objetivo General**

Un objetivo de trabajo es el propósito específico por el cual se realiza el estudio/investigación, se considera una meta concreta que se pretende lograr al finalizar la investigación y, pueden estar relacionados con la obtención de resultados específicos, la validación de hipótesis, la exploración de ciertos fenómenos, entre otros aspectos (Quiroz, 2023).

**OG** Caracterizar las representaciones epistemológicas de profesores de química en formación sobre la resolución de problemas científicos a partir de una implementación didáctica centrada en controversias sociocientíficas.

## **1.5 Objetivos Específicos**

- OE 1** Identificar las representaciones epistemológicas de profesores de química en formación sobre la resolución de problemas científicos empleando un instrumento estandarizado por dimensiones.
- OE 2** Implementar una intervención didáctica tipo taller enfocada en controversias sociocientíficas para profesores de química en formación.
- OE 3** Analizar el cambio de la implementación didáctica centrada en controversias sociocientíficas sobre las representaciones epistemológicas en resolución de problemas científicos en profesores de química en formación.

## 2 Marco Referencial

### 2.1 Aproximación Inicial

Para contextualizar la investigación realizada y darle lógica a la problemática planteada en el capítulo anterior, es necesario realizar un marco teórico. Este tiene por objetivo establecer los parámetros bajo los cuales será analizado el recogimiento de datos, es decir, se refiere al posicionamiento desde el cual se desarrolla la investigación. Un marco teórico, además, corresponde al contexto bajo el cual el problema adquiere sentido, por lo que la carencia de una teoría sólida en el proceso investigativo lo hace ineficiente, ya que responde a las ideas que el investigador considera necesarias para la interpretación y análisis de datos (Daros, 2022; Gómez Mendoza y Alzate Piedrahita, 2008).

### 2.2 Epistemología y Representaciones Epistemológicas

El término epistemología proviene del griego (*episteme* = ciencia y *logos* = tratado). Según Gadea et al. (2019), esta disciplina puede ser entendida literalmente como el tratado de la ciencia. Estos autores definen la epistemología como la disciplina que intenta explicar las representaciones del mundo circundante y la manera en que se construyen los conocimientos científicos o humanistas. Además, Bunge (2002), en una definición anterior, se refiere a la epistemología como “la rama de la filosofía que estudia la investigación científica y su producto, el conocimiento científico” (p.21).

A la epistemología, o filosofía de la ciencia, se la conoce también como la "ciencia de las ciencias" ya que, según menciona Gonçalves (2010), por su naturaleza intrínseca posee los argumentos necesarios para analizar y discutir el conocimiento humano. El autor también destaca que la epistemología abarca diversos enfoques y una pluralidad científica, donde se encuentran tipos de epistemologías más específicos, como la epistemología de la biología o la química.

Vélez Jiménez y Pérez Villafuerte (2019) afirman que la filosofía es la encargada de fundamentarse a sí misma como disciplina y de fundamentar también a las ciencias. Además, sostienen que el ser humano debe filosofar para reflexionar y que dentro de este vasto campo que es la filosofía, se encuentra incluida la epistemología. Distinguen entre las concepciones de la epistemología en diferentes contextos culturales: los latinoamericanos la consideran el estudio

del conocimiento científico, mientras que en el mundo anglosajón se le atribuye un sentido más amplio, que abarca tanto el conocimiento ordinario como el científico.

Por otra parte, Vélez Jiménez y Pérez Villafuerte (2019) también señalan que la ciencia es concebida como un paradigma de la racionalidad humana, en el cual se realizan planteamientos, mediciones y reconstrucciones de la realidad. En consecuencia, los autores afirman que no es posible realizar ninguna connotación de conocimiento sin integrar la ciencia con la epistemología y es por ello, que proponen a la investigación como el camino esencial para alcanzar la ciencia.

El término epistemología es confundido de forma recurrente con la gnoseología (Cabrera-Ramírez y Cepeda-Retana, 2022; Gadea et al., 2019; Gutiérrez-Martínez y Vergara-Núñez, 2022), sin embargo, mientras que la gnoseología se encarga del conocimiento en general, la epistemología se enfoca específicamente en las disciplinas científicas.

Los autores Gutiérrez-Martínez y Vergara-Núñez (2022) hacen una metáfora interesante respecto al fundamento epistemológico y su implicancia, donde lo proponen como un iceberg. En esta metáfora, la punta del iceberg, la parte visible, representa las acciones concretas, mientras que la porción sumergida simboliza los fundamentos que sostienen dichas acciones. Esto se proyecta en la idea de que, si dentro de un proceso investigativo la fundamentación epistemológica es sólida y pertinente, los resultados también lo serán (Vélez Jiménez y Pérez Villafuerte, 2019). Por lo tanto, la epistemología resulta una competencia indispensable para un investigador (Aldana Zavala, 2019).

### **2.2.1 Filosofía, historia y didáctica de la química.**

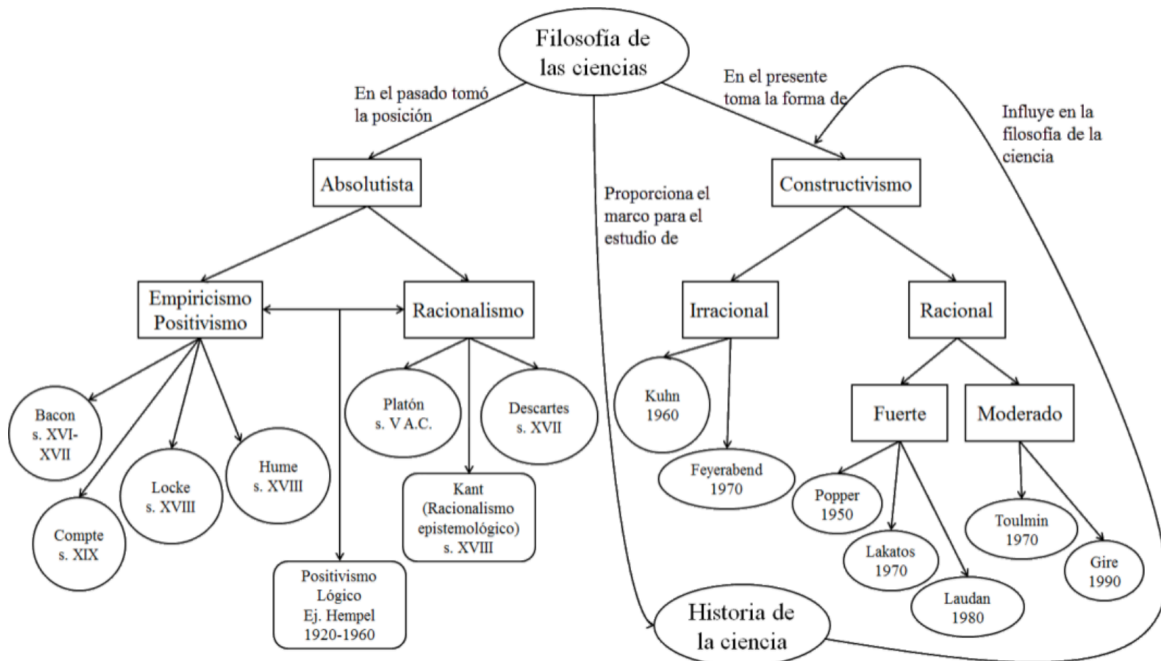
La relación directa entre la filosofía de la ciencia y la historia de la ciencia da origen a las teorías científicas actuales. Anteriormente, el enfoque se centraba únicamente en la justificación del conocimiento, pero hoy en día es fundamental considerar también cómo se descubre dicho conocimiento. Entonces, si se enfoca esta investigación en el estudio y la enseñanza de la química, sería necesario comprender la relación que existe entre tres parámetros fundamentales: la filosofía, la historia y la didáctica de la química. Su importancia sería la base para generar explicaciones genuinas y convincentes, es crucial entender la interacción entre estos tres

parámetros, tanto en contenidos conceptuales como procedimentales (Quintanilla-Gatica, 2023a).

De lo anterior se desprende la necesidad de visibilizar la importancia de las relaciones entre la historia y la filosofía de las ciencias para los docentes en formación. Según Quintanilla-Gatica (2023a), en particular desde la didáctica de la química, la relación entre filosofía e historia de la química es esencial en la formación de los futuros docentes, ya que aborda y promueve el desarrollo del pensamiento científico a partir de la comprensión de qué es la ciencia y cómo se elabora, qué es la química y cuáles son sus objetivos. Izquierdo Aymerich et al. (2016) puntualizan que con este enfoque, la enseñanza de la química adquiere un valor agregado, ya que radica en la explicación del mundo, la forma en que es posible intervenirlo y, lo más importante, cómo transformarlo. En la Figura 1 se muestra un esquema construido bajo el marco del proyecto al que se adscribe la tesis, el que relaciona la forma en que se construyen los conocimientos científicos desde la historia y su relación con la filosofía de las ciencias.

**Figura 1**

*¿Cómo se construyen los conocimientos científicos? Relaciones entre la historia y la filosofía de la ciencia*



Nota. Extraído desde Quintanilla et al. (2020).

### **2.2.2 Racionalismo.**

Zamudio Gómez (2012) define al racionalismo como una corriente filosófica iniciada en Francia por René Descartes en el siglo XVII, la que postula que la razón es la clave fundamental para la adquisición de conocimiento. Según este enfoque, solo mediante el uso de la razón es posible determinar las verdades del universo. Además, el autor también describe al racionalismo como “una postura epistemológica que sostiene al pensamiento como fuente de la razón” (p.109), por lo que el conocimiento se considera válido únicamente cuando la lógica lo respalda y se valida de manera universal.

Actualmente, se vive una nueva etapa de las ciencias, donde la relación entre la filosofía y la historia de las ciencias es considerada y necesaria para comprender la construcción del conocimiento científico. Esta relación ha permitido superar modelos absolutistas o categóricos, como el empirismo, el positivismo y el racionalismo radical. Dichos nuevos enfoques se conocen como modelos constructivistas, los que presentan una perspectiva más dinámica y establecen relaciones inadvertidamente dinámicas entre sí (Quintanilla-Gatica, 2023a).

### **2.2.3 Representaciones epistemológicas: racionalismo positivista y racionalismo moderado.**

Dentro de la investigación mayor hacia la que tributa este trabajo de grado, se definen corrientes filosóficas específicas desde las que se analizan e interpretan los datos. Por una parte, se considera al racionalismo bajo la perspectiva del positivismo lógico, denominándolo *racionalismo positivista*. Por otro lado, se consideran a las corrientes constructivistas bajo el nombre de *racionalismo moderado* (Orellana-Sepúlveda et al., 2018; Quintanilla-Gatica et al., 2020, 2022).

En primer lugar, el *racionalismo positivista* (RP) puede entenderse como una combinación de elementos entre el racionalismo y el positivismo. Este tipo de racionalismo se centra en cómo se justifica y valida el conocimiento científico, no en la forma en que se descubre. La lógica, la coherencia y la verificación empírica son las bases para justificar el conocimiento científico. Desde este enfoque, la distinción entre los términos conceptuales teóricos y experimentales no supone un cuestionamiento (Quintanilla-Gatica et al., 2020; Quintanilla-Gatica, 2023b).

El positivismo lógico surge a principios del siglo XX, en el llamado Círculo de Viena, es ahí donde se postula el empirismo lógico. Este enfoque combina el empirismo, que sostiene que el juicio solo puede fundamentarse en la experiencia, y el racionalismo, que requiere comprender la ciencia desde una lógica formal (Hanfling, 2004). Para que el *racionalismo positivista* (RP) declare a una disciplina con carácter científico, la toma de decisiones se rige directamente mediante la racionalidad (Quintanilla-Gatica et al., 2020).

En contraste, el *racionalismo moderado* (RM), también llamado *racionalismo hipotético* (Izquierdo, 1996), tiene su raíz en el *modelo cognitivo de ciencia* (Giere, 1992). Este modelo define que, para entender una teoría científica, es necesario saber cómo los científicos la utilizan en sus discusiones y contextos, y el *cambio conceptual* propuesto por Toulmin (1977). Giere lo denomina *realismo pragmático o naturalista*: es realista porque la ciencia busca representar el mundo, y naturalista porque, a diferencia del positivismo lógico, intenta explicar las decisiones de la ciencia desde criterios propios y no desde la racionalidad puntualmente (Quintanilla-Gatica et al., 2020; Quintanilla-Gatica, 2023b).

Según un estudio realizado por Orellana-Sepúlveda et al. (2018), los docentes, a través de sus actividades educativas, transmiten y moldean modelos de racionalidad científica sobre la construcción del conocimiento, basándose en sus propias experiencias profesionales y personales. Es decir, no solo el conocimiento científico, como leyes o teorías, es transmisible dentro de las prácticas pedagógicas, sino que también la forma en la que se construye dicho conocimiento científico.

### **2.3 Controversias Sociocientíficas (CSC)**

Las controversias, problemas o cuestiones sociocientíficas (en adelante CSC) o bien, en su terminología en inglés *socioscientific issue* (SSI), comienzan bajo el movimiento de CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) de los años 70, donde la ciencia era percibida negativamente y tenía numerosos detractores, ya que se la asociaba, por ejemplo, con la instalación de centrales nucleares o con el empoderamiento de las clases dominantes de la época (Díaz-Moreno y Jiménez-Liso, 2014; Solbes, 2019).

Alrededor de la terminología CSC (o SSI en inglés) se han desarrollado numerosas acepciones que buscan esclarecer la definición del concepto. Ciertos autores la describen como problemas reales y controvertidos que requieren un juicio moral o ético al tomar decisiones sobre cómo resolverlos (Sadler, 2004; Zeidler y Nichols, 2009). Según Amyadani et al. (2022), las CSC corresponde al aprendizaje mediante problemáticas sociales, en que la importancia del proceso no solo reside en el desarrollo de habilidades cognitivas, morales y éticas, sino también en la relación entre ciencia y sociedad.

Por su parte, Suparman et al. (2022) consideran las CSC como problemas complejos sin respuestas definitivas, con diversas explicaciones posibles, y directamente afectados por factores políticos, económicos y éticos. Además, los autores explican que las CSC pueden evolucionar de problemas locales a crisis de mayor escala (o globales), como la situación medioambiental. Asimismo, Díaz-Moreno y Jiménez-Liso (2014) entienden las CSC como situaciones donde no hay posibilidad de acuerdo entre las partes involucradas y donde se requiere de una perspectiva o habilidades científicas para resolver las problemáticas.

En la actualidad, la tecnología se encarga de estructurar la forma de vida de las personas, por lo que a medida que surgen nuevas tecnologías, en paralelo emergen nuevas necesidades que requieren soluciones eficientes. En este escenario, las habilidades científicas y su correspondencia con las implicancias sociales podrían desempeñar un papel fundamental. Sobre lo anterior, Cayci (2020) hace referencia a que las CSC surgen a partir de los avances tecnológicos, que son el resultado directo de los desarrollos científicos, influyendo profundamente en la sociedad y provocando diversas percepciones, opiniones y debates sobre temas controvertidos que abordan cuestiones complejas con impactos tanto científicos como sociales.

### **2.3.1 Controversias sociocientíficas en la educación científica.**

Las CSC tienen un gran potencial en el ámbito educativo como herramientas pedagógicas y didácticas en el aula. Cuando los docentes utilizan CSC, los estudiantes participan en desarrollar y evaluar argumentos sobre problemas públicos y sociales complejos. Sin embargo, la ciencia por sí sola no resulta insumo suficiente para resolver estos problemas por completo, pero sí proporciona un entendimiento accesible del mundo natural, actuando como un terreno neutral compartido por todos los estudiantes, facilitando así el acuerdo (Owens et al., 2017).

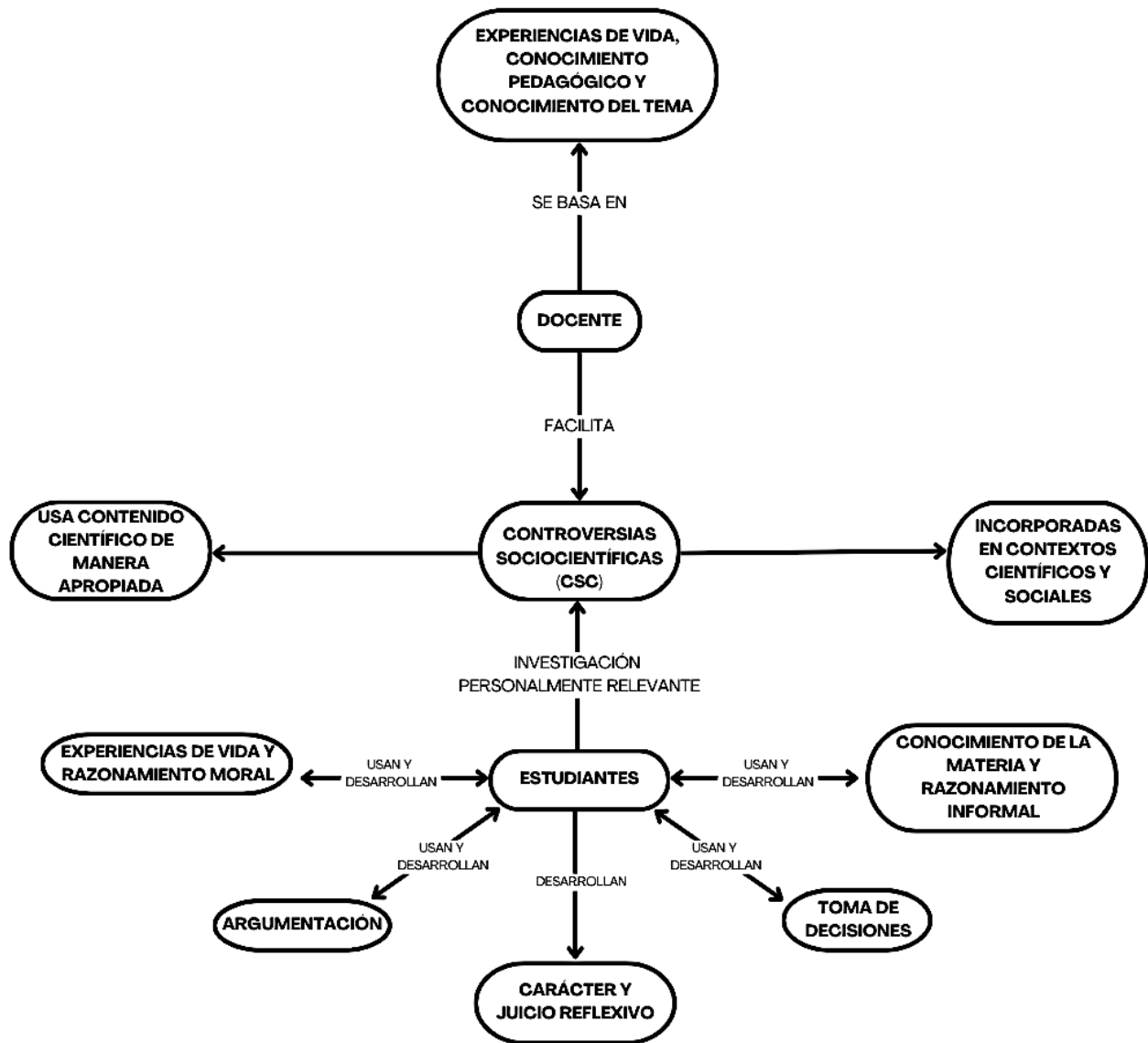
Zeidler y Nichols (2009) plantean que el desafío principal para los docentes de ciencias radica en fomentar que los estudiantes cuestionen sus propias creencias, brindándoles oportunidades para desarrollar nuevas perspectivas. No obstante, este proceso enfrenta obstáculos que pueden incidir en su éxito, como las creencias morales arraigadas, los conceptos científicos incorrectos, la falta de experiencias personales relevantes, el desconocimiento del contenido, las habilidades de razonamiento científico poco desarrolladas y la falta de madurez emocional.

Para cumplir con todo lo anterior, los docentes deben cumplir con ciertos requisitos para implementar efectivamente las CSC en el aula. Es su deber investigar y apropiarse de la temática que abordarán, de modo que puedan guiar adecuadamente los debates o resolver las interrogantes que pudieran surgir en el proceso (Zeidler y Nichols, 2009). Así, el uso de CSC no implica una actividad neutral, pues requiere enfrentarse a desafíos intelectuales auténticos y de gran valor (Quintanilla-Gatica et al., 2023). Por tanto, requiere dejar de lado el conformismo y las explicaciones superficiales, vacías o sin sentido, donde los docentes dirijan sus esfuerzos hacia posturas creativas (Torres Merchan y Solbes, 2016), innovadoras, transformadoras y únicas.

La Figura 2 ilustra cómo los docentes actúan como facilitadores y guías durante las actividades de aprendizaje bajo el enfoque de CSC destacando las interacciones pedagógicas entre el docente y el estudiante. El docente asume la responsabilidad de garantizar que los estudiantes logren un aprendizaje efectivo al emplear y desarrollar diversas habilidades para abordar problemáticas con una fuerte dimensión social (Zeidler et al., 2009).

Figura 2

Relaciones pedagógicas docente-estudiante en CSC



Nota. Adaptado y traducido de Zeidler et al. (2009).

Zeidler (2014) establece cuatro temas principales y fundamentales para las CSC dentro de la práctica pedagógica, tal como se muestra en la Figura 3.

**Figura 3**

*Aspectos clave para la las CSC*



*Nota.* Elaboración propia a partir de los aportes de Zeidler (2014).

1. **Integración curricular y creencias pedagógicas:** La inclusión de CSC en el currículo escolar no solo impacta la práctica educativa de los maestros, sino que también desafía y moldea sus creencias pedagógicas. Entonces, es necesario alinear dichas creencias con las nuevas prácticas educativas centradas en CSC, lo que requiere un cambio en la manera de enseñar la ciencia y en cómo los maestros perciben su rol en el aula.
2. **Desarrollo epistemológico y razonamiento:** Trabajar con CSC puede influir en el desarrollo del pensamiento epistemológico de los estudiantes y en su capacidad de razonamiento crítico. Se destaca cómo la exploración de problemas complejos puede llevar a los estudiantes a reflexionar sobre la naturaleza del conocimiento científico y a mejorar sus habilidades de pensamiento crítico.
3. **Contexto para la Naturaleza de la Ciencia:** Las CSC proporcionan un contexto relevante para explorar y comprender la naturaleza de la ciencia. Al abordar estos problemas, los estudiantes pueden apreciar mejor la naturaleza provisional y socialmente construida del conocimiento científico, así como la influencia de los valores y la ética en la práctica científica.

4. **Desarrollo del carácter y responsabilidad ciudadana:** Trabajar con CSC también puede contribuir al desarrollo del carácter de los estudiantes y a su sentido de responsabilidad ciudadana. Se destaca cómo abordar problemas complejos puede fomentar en los estudiantes habilidades como el pensamiento crítico, la toma de decisiones éticas y la participación activa en la sociedad.

Los enfoques tradicionales en la educación, que aún prevalecen, tienden a formar estudiantes que aceptan el conocimiento sin cuestionarlo, considerándolo como algo fijo. En contraste, el marco de CSC busca que los problemas sean relevantes y motivadores para los estudiantes, promoviendo una enseñanza progresiva donde el conocimiento se justifica con evidencia. Este enfoque fomenta el cuestionamiento y el debate, animando a los estudiantes a investigar, tomar decisiones morales y participar en discusiones, desarrollando así el carácter y una mente abierta, centrándose más en los estudiantes que en el maestro (Ndruru y Amdayani, 2023; Suparman et al., 2022; Zeidler, 2014; Zeidler y Nichols, 2009). Por tanto, se espera que los docentes, al utilizar las CSC, apliquen metodologías didácticas que conduzcan al análisis de problemas y a la elaboración de respuestas propias, de forma simultánea a la enseñanza de conceptos científicos (Martin Gámez et al., 2015).

### **2.3.2 Controversias sociocientíficas como motor para la alfabetización científica.**

El término *ciencia para todos*, comúnmente conocido como Alfabetización Científica (AC), surge a partir del acercamiento de la enseñanza de las disciplinas científicas a los estudiantes y es acuñado por Hurd (1958). Quien amplía el término anterior fue Shen (1975) proponiendo tres categorías para la AC: práctica, cívica y cultural. La categoría práctica se enfoca en la utilización del conocimiento científico para enfrentar problemas cotidianos. La categoría cívica está relacionada con los conocimientos necesarios para abordar temas políticos y el uso de recursos naturales, entre otros. La categoría cultural se refiere al entorno sociocultural en el que surge el conocimiento científico. Dentro de las definiciones más recientes, Lederman (2018), por ejemplo, sugiere que la AC implica el uso del conocimiento científico para la toma de decisiones informadas en asuntos de

diversa envergadura. Por su parte, Bejarano et al. (2019) argumentan que una persona científicamente alfabetizada debe conocer también sobre la naturaleza de la ciencia (NdC).

En la literatura especializada, se identifican diversos estudios (Busch y Rajwade, 2024; Guerrero y Torres-Olave, 2022; Olivares-Petit et al., 2024; Salinas et al., 2022; Sjöström y Eilks, 2018; Valladares, 2021) que conceptualizan el término AC desde una variedad de enfoques, adaptados a las necesidades y exigencias de cada época (Guerrero y Sjöström, 2024). Estos estudios plantean tres visiones principales: la transmisión directa de la ciencia (Visión I), una aproximación que incorpora a la ciudadanía y su idiosincrasia (Visión II), y una perspectiva orientada a la transformación y empoderamiento del conocimiento científico (Visión III).

La Visión I se enfoca en el conocimiento tradicional de la ciencia, abarcando tanto contenidos como habilidades científicas que un individuo puede adquirir (Valladares, 2021). Por su parte, la Visión II, propuesta por Roberts (2007), destaca la utilidad práctica y funcional del conocimiento científico para la vida en sociedad, promoviendo la formación de ciudadanos competentes, capaces de aplicar habilidades científicas para resolver problemas cotidianos (Busch y Rajwade, 2024; Sjöström y Eilks, 2018). Finalmente, la Visión III complementa las limitaciones de las visiones anteriores al concebir la AC como una herramienta esencial para involucrar a la sociedad en la toma de decisiones sobre problemáticas urgentes (Sjöström y Eilks, 2018) como la crisis climática. Esta última visión adquiere especial relevancia en contextos como Chile, donde, según Salinas et al. (2022), la gran diversidad de ecosistemas hace que el país sea particularmente vulnerable a los impactos del cambio climático. En este sentido, la Visión III integra dimensiones éticas y sociales, alejándose de un enfoque puramente cognitivo, e invita a la sociedad a transformar su entorno a través de la ciencia (Valladares, 2021).

Osborne (2023) señala que, tras una revisión de la literatura especializada, existe una marcada inclinación hacia la conceptualización de la Visión II, originalmente propuesta por Roberts (2007). Según el autor, esta preferencia se debería a que dicha visión responde a los estándares promovidos por las entidades gubernamentales y educativas para la formación de ciudadanos competentes.

La importancia de desarrollar una Alfabetización Científica operativa como objetivo primordial de la educación en ciencias, implica entender y aplicar conocimientos científicos para

resolver problemas con responsabilidad social, entonces este enfoque no solo mejora la Alfabetización Científica a través de las CSC, sino que también facilita la búsqueda de soluciones efectivas a estos desafíos (Cayci, 2020; Zeidler, 2014).

Zeidler (2014) y Alcaraz-Dominguez y Barajas (2021) consideran las aplicaciones de las CSC como un valioso medio estableciéndolas como una filosofía sociocultural, ya que ofrecen diversas perspectivas que enriquecen los currículos y promueven una Alfabetización Científica funcional. Los autores indican que el marco educativo debe incluir los siguientes elementos principales: (a) utilizar problemas relevantes y controvertidos que requieran razonamiento científico basado en evidencia y están contextualizados en la vida real con un enfoque científico; (b) involucrar a los estudiantes en diálogos, discusiones, debates y argumentaciones sobre temas científicos con implicaciones sociales; (c) integrar componentes éticos que necesiten razonamiento moral; y (d) enfocarse en la formación de virtud y carácter como objetivos educativos a largo plazo.

Ndruru y Amdayani (2023) afirman que el aprendizaje con CSC motiva a los estudiantes a entender y conectar problemas sociales con la ciencia; discuten los efectos y posibles soluciones juntos, utilizando diversas fuentes, lo que les permite tomar decisiones que consideran tanto aspectos científicos como sociales, haciendo el aprendizaje más relevante para la vida real y mejorando su Alfabetización Científica.

Badeo y Duque (2022) aseguran que en los últimos años, la enseñanza basada en CSC se utiliza en la educación científica para promover la Alfabetización Científica, además, impulsan la Alfabetización Científica al ser un marco sociocultural que fomenta el progreso (Alcaraz-Dominguez y Barajas, 2021). Estos enfoques facilitan el desarrollo de habilidades como el razonamiento analítico, la discusión, evaluación y argumentación, esenciales para abordar problemas contextualizados que son cruciales tanto para el progreso social como para el natural (Tekin et al., 2016; Zeidler, 2014). Del mismo modo, al conectar las CSC con la educación científica, se adopta una ética de virtud que guía la práctica de las CSC.

En lo que respecta a la AC, el currículo de ciencias no se queda atrás. Dentro de sus propósitos declarativos, se establecen claramente objetivos que apuntan a la consolidación de ciudadanos competentes y científicamente alfabetizados, capaces de abordar las problemáticas sociales y culturales que demanda la sociedad en la que están inmersos (MINEDUC, 2018, p.131).

Bajo estos parámetros, en los documentos curriculares se establecen objetivos de aprendizaje que contribuyen a alcanzar los propósitos declarados, incorporando contenidos como la manipulación genética (GMO), clonación y cambio climático, todos ellos temas claramente controvertidos que invitan a evaluar sus implicancias éticas y sociales (Díaz Moreno y Jiménez-Liso, 2012).

## **2.4 Formación Inicial Docente (FID) en Ciencias**

Porlán Ariza (2018) entrega interesantes reflexiones sobre el contexto de estudiantes y docentes, destacando que ambos grupos poseen sus propios significados, experiencias de vida, sentido de pertenencia y emociones, lo que resulta fundamental desde una perspectiva didáctica y el autor los define como sujetos epistémicos, ya que los actores en el proceso de enseñanza-aprendizaje no se encuentran vacíos. Esta visión contrasta con el modelo de enseñanza centrado únicamente en la transmisión de conocimientos, en el que el estudiante es visto como un receptor pasivo. La concepción de los sujetos epistémicos promueve una alfabetización y educación más adecuadas a las necesidades de los participantes en el proceso educativo, tomando en consideración sus experiencias y conocimientos previos. Además, Porlán señala que los docentes, incluso antes de ejercer como tales, ya poseen un conocimiento profesional implícito adquirido a lo largo de su trayectoria educativa. Este conocimiento está influenciado en gran medida por esquemas tradicionales que pueden estar arraigados, lo que puede dificultar su desarrollo profesional competente y la capacidad de enfrentar los desafíos actuales.

Quintanilla-Gatica et al. (2020) hacen profundo hincapié en la importancia de revisar y analizar los procesos de formación inicial docente para así “comprender cómo se aprende a enseñar, cómo se genera, construye, transforma y transfiere el conocimiento profesional y científico en la profesión docente” (p.48). Entonces, los autores proponen abandonar las visiones reduccionistas y visibilizar a la formación docente de forma que se resignifique, haciendo frente a aquellos que intentan dar simpleza al acto de enseñar.

Igualmente, Porlán et al. (2010) enfatizan la necesidad de transformar las concepciones tradicionales en la formación de docentes en ciencias, promoviendo en su lugar un enfoque constructivista e innovador. Los docentes deben desarrollar un conocimiento práctico profesional a través de la investigación de sus prácticas pedagógicas y la reflexión sobre sus acciones. Los

autores también aclaran la importancia del socioconstructivismo en la práctica docente, que se centra en la construcción del conocimiento mediante la interacción social y la colaboración. En este contexto, los docentes deben adoptar un rol facilitador que promueva la participación activa de los estudiantes en su propio aprendizaje, fomentando la reflexión, el diálogo y la resolución conjunta de problemas, objetivos que están en consonancia con las CSC. Sin embargo, abordar este enfoque es complejo debido a que la acción docente está influenciada por experiencias académicas personales basadas en contextos tradicionales y dogmáticos, los cuales proporcionan una sensación de control y seguridad en el espacio docente, haciendo que escapar de este esquema doctrinal resulte realmente difícil (Porlán Ariza, 2018).

Bajo la premisa de que un docente en formación debe superar diversos obstáculos para su futuro desempeño profesional y que es considerado un sujeto epistémico, se requiere el desarrollo del conocimiento práctico profesional. Porlán et al. (2010) señalan que este desarrollo no es lineal, sino que implica enfrentar obstáculos endógenos y exógenos. Los obstáculos endógenos están relacionados con las concepciones arraigadas de los profesores, lo que dificulta la adopción de enfoques innovadores y constructivistas. Los obstáculos exógenos reflejan influencias externas, como estereotipos sociales y expectativas sobre el rol del docente, así como prácticas educativas tradicionales que pueden impedir la implementación de nuevos enfoques pedagógicos. Estos obstáculos, sin importar su naturaleza, desempeñarían un papel crucial y podrían tener un impacto negativo en la aplicación de metodologías con enfoques innovadores, como la aplicación de CSC.

Por lo tanto, se sostiene que para mejorar la calidad educativa en todos los niveles y contextos formativos, es fundamental desarrollar un conocimiento práctico profesional en la formación inicial del docente (FID). Este tipo de conocimiento, según Porlán et al. (2010) capacita a los docentes para:

1. **Refinar sus prácticas pedagógicas:** Al reflexionar sobre sus concepciones y acciones, los docentes pueden identificar áreas de mejora en su enseñanza y ajustar sus estrategias para satisfacer de manera más efectiva las necesidades de los estudiantes.
2. **Impulsar un enfoque constructivista:** Mediante la construcción de un conocimiento práctico basado en la investigación y la reflexión, los docentes pueden adoptar enfoques

pedagógicos más innovadores y centrados en el estudiante, promoviendo la activa construcción del conocimiento.

3. **Adaptarse a las dinámicas cambiantes de la educación:** En un entorno educativo en constante evolución, es esencial que los docentes estén continuamente construyendo conocimiento para enfrentar los nuevos desafíos y demandas del contexto educativo actual.

Por otra parte, si se considera a la epistemología y su importancia en la formación de docentes en ciencias, Clemente Gonçalves y Adúriz-Bravo (2023) indican que hay varios aspectos fundamentales:

1. **Reflexión crítica:** La epistemología permite a los docentes de ciencias desarrollar una reflexión crítica sobre la naturaleza del conocimiento científico, sus fundamentos y su validez. Esto les ayuda a comprender mejor cómo se construye el conocimiento científico y a cuestionar de manera informada las teorías y prácticas en el ámbito educativo.
2. **Fundamentación teórica:** La epistemología proporciona a los docentes de ciencias una base teórica sólida para comprender la naturaleza de la ciencia, sus métodos y sus implicaciones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Esto les permite abordar de manera más efectiva los conceptos científicos en el aula.
3. **Habilitación para la enseñanza:** El conocimiento epistemológico capacita a los docentes de ciencias para enseñar de manera más efectiva, brindándoles herramientas conceptuales para abordar la enseñanza de la ciencia de manera crítica y reflexiva. Les permite transmitir a los estudiantes una comprensión más profunda de la naturaleza y la práctica científica.

#### **2.4.1 Formación Inicial Docente y Controversias Sociocientíficas**

Los documentos curriculares de las asignaturas científicas en el sistema educativo chileno posicionan a la enseñanza de las ciencias como trascendental para adaptarse a un mundo en constante desarrollo e innovación. Según el Ministerio de Educación el propósito explícito de estas asignaturas es que cada individuo adquiera competencias para comprender el mundo

natural y tecnológico, y participar de manera informada en decisiones que afecten su bienestar personal y el de la sociedad (MINEDUC, 2018, p.128).

Sin embargo, estos objetivos educativos, centrados en el desarrollo de habilidades en los estudiantes y en línea con enfoques constructivistas de la enseñanza de la ciencia, pueden enfrentar obstáculos en la práctica. Los docentes, en quienes radica la responsabilidad de implementar, a menudo operan dentro de estructuras y prácticas arraigadas implícitamente dentro de su accionar pedagógico, las que no siempre coinciden con los propósitos declarativos del currículo. Sin importar la formación académica previa, al examinar (a) cómo aprende y qué aprende el estudiante; (b) cómo enseña y qué enseña el docente; y (c) cómo aprende y qué aprende a enseñar el docente en formación, las prácticas dogmáticas y academicistas tienden a persistir, impidiendo la adopción de enfoques innovadores y dificultando la implementación de estrategias nuevas y más efectivas para alcanzar los objetivos académicos.

Es por lo anterior que integrar las CSC desde las etapas de formación inicial docente podría ser determinante para cambiar este desfavorable panorama, puesto a que las CSC se conciben como herramientas pedagógicas poderosas que permiten abordar objetivos científicos al tiempo que responden a problemáticas socioculturales locales y globales. Incorporar este enfoque desde el proceso de aprender a enseñar podría romper con el ciclo de prácticas obsoletas y orientar los esfuerzos hacia pedagogías más significativas y contemporáneas.

Para respaldar esta afirmación, varios autores han llevado a cabo estudios que exploran la formación inicial docente desde una perspectiva centrada en las CSC. Por un lado, Domènech-Casal (2017) propone el uso de dilemas ficticios como método formativo para docentes, sugiriendo su utilidad en el trabajo con CSC. De forma similar Torres Merchan y Solbes (2016), concluyen que las CSC promueven experiencias formativas en la práctica docente, fomentando la valoración, reflexión y cuestionamiento de aspectos sociales vinculados a la ciencia. Romero et al. (2017) exploran el diseño de tareas basadas en CSC con resultados alentadores en el fomento del pensamiento científico y la comprensión de la ciencia y la tecnología.

Estudios adicionales (Quesada et al., 2017; Rodríguez y Martínez, 2015; Vilouta, 2018; Zapata et al., 2015) refuerzan la importancia de las CSC en la formación docente, destacando mejoras en habilidades éticas, de reflexión, discusión y pensamiento crítico. Abordar las CSC

desde la formación del profesorado de ciencias no solo enriquece el aspecto social de la ciencia, sino que también representa una alternativa viable a los enfoques educativos tradicionales, aunque implica desafíos que requieren preparación integral en diversas áreas para su implementación efectiva (Martínez, 2014).

#### **2.4.2 Formación inicial docente (FID) en Química**

El Centro de Perfeccionamiento, Experimentación e Investigaciones Pedagógicas ha establecido estándares directrices que deben cumplirse para la formación inicial de docentes en disciplinas científicas, especialmente en el ámbito de la enseñanza media para la asignatura de química. Estos estándares abarcan conocimientos disciplinares, la comprensión de la Naturaleza de la Ciencia (NdC), la adquisición de habilidades y formas de razonamiento propias de la enseñanza de la química, el dominio de la didáctica específica, entre otros aspectos clave. Se han definido seis estándares disciplinarios que los futuros docentes de química deben comprender y aplicar: (a) habilidades de investigación científica; (b) naturaleza de la ciencia; (c) sustancias; (d) interacciones intermoleculares; (e) reacciones químicas; y (f) termodinámica (CPEIP, 2022).

Es importante que con estos estándares no solo se espera que el docente de química actúe como un mero transmisor de información, hechos y teorías, sino que también contribuya con conocimientos relevantes para el desarrollo integral de sus estudiantes durante y después de la escolaridad.

Específicamente, el estándar b, que se refiere a la naturaleza de la ciencia, enfatiza que el docente en formación debe entender la ciencia como una construcción de conocimiento influenciada por factores socioculturales, con el propósito de formar ciudadanos alfabetizados científicamente y alineados con los principios del desarrollo sostenible (CPEIP, 2022).

Adicionalmente, un estudio realizado por Olivares-Petit et al. (2024) pone énfasis en los resultados obtenidos por Chile en la Evaluación Nacional Diagnóstica (END-FID) de los profesores en el área de química (en formación y prosecución de estudios), llevada a cabo en 2019. En dicho estudio, a partir de los resultados de la Prueba de Conocimientos Disciplinarios y Didácticos (PCDD) y la Prueba de Conocimientos Pedagógicos Generales (PCPG), los autores destacan ciertos estándares de bajo logro que están directamente relacionados con los perfiles esperados en los

futuros profesores de ciencias, así como con los estándares declarados por el CPEIP. El análisis de estos resultados llevó a los autores a identificar una urgencia en la formación de profesorado de química, particularmente en aspectos curriculares y disciplinares propios de la asignatura, haciendo hincapié sobre la importancia de incorporar técnicas pedagógicas que promuevan la comprensión de los procesos sociales y cómo el conocimiento científico permite abordarlos (Quintanilla et al., 2022), proponiendo a las CSC como una herramienta para abordar estas debilidades, tanto desde una perspectiva disciplinar como didáctica, y facilitando así la construcción de un conocimiento científico contextualizado.

## **2.5 Resolución de Problemas Científicos**

La resolución de problemas científicos, según Díaz Lozada y Díaz Caballero (2020), debe ser vista como un acto epistemológico en sí mismo porque no solo conduce a respuestas prácticas, sino que también permite la integración de nuevos conocimientos en el sistema de ideas de una persona. Los autores, además, también identifican varios factores que pueden afectar la eficacia de las metodologías utilizadas para abordar la resolución de problemas, donde se incluyen la formación académica poco práctica y la falta de adaptación a diversos contextos, así como criterios erróneos o positivistas por parte de los docentes en la manera de abordar la solución de problemas.

En la misma línea, Da Silva Freire y Lima da Silva (2013) señalan que las estrategias para la resolución de problemas están en continua evolución, dado que aún no se comprenden completamente tanto por parte de los estudiantes en formación como de los docentes en ejercicio. Mediante la revisión de literatura de los autores se observa, por ejemplo, la persistente confusión entre lo que constituye un problema genuino y un simple ejercicio, especialmente cuando se adopta un enfoque puramente cuantitativo.

Quintanilla et al. (2010) consideran que el abordaje de los problemas científicos desde una perspectiva escolar contribuye directamente al desarrollo de habilidades de resolución de problemas, pero para esto, sería necesario problematizar las actividades que se desarrollan en clases, e intencionarlas con el propósito de desarrollar dicha habilidad. Desde la revisión bibliográfica para el estudio realizado por los autores, estos plantean que no existe un vínculo directo entre el problema, la solución y el desarrollo cognoscitivo que este proceso implica una

disminución en el desarrollo de la resolución de problemas propiamente y, por lo tanto, al despilfarro de las oportunidades de desarrollo actitudinal, afectivo, cognitivo, entre otros, de los estudiantes.

En estudios más recientes, Quintanilla-Gatica et al. (2022) afirman que la resolución de problemas se relaciona directamente con habilidades de creación, ya que conduce a reestructuraciones cognitivas. Los investigadores destacan que las actividades relacionadas con problemas científicos desarrollan competencias específicas en la resolución de problemas. Además, enfatizan que resolver problemas científicos no debe ser una actividad rutinaria y sistemática, un 'hacer por hacer', sino que debe considerarse una auténtica y genuina actividad científica, mediante la cual los estudiantes construyen su conocimiento científico.

## **2.6 Intervención didáctica**

Remedi (2015) elabora un marco teórico completo sobre los conceptos de investigación e intervención. El autor destaca la implicancia que tiene la intervención en el proceso educativo, señalando que cada actividad desarrollada en este ámbito constituye una intervención. Este término abarca múltiples acepciones, como interceder, mediar, comprometerse y contribuir, entre otras. Definir intervenir implica considerar un antes y un después de una acción, donde participan varios actores: el que interviene y el intervenido o aquellos en los que se produce la intervención.

Negrete Arteaga (2010) define la intervención educativa como una práctica diferente, que va más allá de la simple enseñanza, y que no necesariamente se ajusta a las exigencias curriculares. Esta práctica abarca una multiplicidad de posibilidades en educación, desde la creación de contenidos específicos hasta el abordaje de temáticas más complejas o inusuales. Su enfoque consiste en diversificar las metodologías, los espacios donde se lleva a cabo y la manera en que los participantes se involucran, respondiendo, por ejemplo, a contextos sociales específicos.

Cuando se lleva a cabo una intervención, se realiza a nivel comunitario, ya que no puede existir una intervención fuera de un colectivo, ya que toda intervención implica necesariamente la participación de otros, entonces, en el contexto educativo, la comunidad en la que se efectúan las intervenciones corresponde a la institución educativa en la que se desarrollan (Remedi, 2015).

Intervenir es mediar (Remedi, 2015), respecto a este concepto Quiroz Londoño (2020) define la mediación como una acción consciente que busca conectar el entorno con el pensamiento de un individuo, sirviendo como un medio de transmisión cultural. Esta mediación induce cambios en los receptores, desarrollando actitudes críticas y reflexivas que mejoran su humanidad, guiado por el mediador. A su vez, el autor menciona que un docente mediador no solo busca la adquisición de conocimientos sobre el contenido, sino también la construcción de conocimiento y el desarrollo de habilidades útiles para la vida. Estas acciones no se determinan simplemente por las herramientas pedagógicas y didácticas utilizadas, sino por las concepciones pedagógicas, didácticas y disciplinares adquiridas durante su formación académica (Espinosa Ríos, 2016). Entonces, enseñar ciencias de forma tradicional no permite la construcción de un conocimiento científico social y culturalmente contextualizado, lo que resulta en una falta de herramientas suficientes para que los estudiantes apliquen sus conocimientos, generando un aprendizaje limitado y desmotivador (Espinosa Ríos y Aguirre Arias, 2020).

Aunque no es posible afirmar que los conceptos de intervención y mediación sean idénticos, ambos persiguen objetivos similares y sus descripciones presentan puntos en común. Ambos enfoques buscan facilitar el aprendizaje y el desarrollo personal, promoviendo la conexión entre el entorno y el pensamiento del individuo, así como la transmisión de conocimientos y valores culturales.

## **3 Metodología**

### **3.1 Introducción**

Este capítulo describe y sistematiza el enfoque metodológico adoptado en el presente estudio, abarcando desde el diseño de las actividades contempladas en la implementación didáctica hasta el análisis de los datos, incluyendo las etapas intermedias del proceso. El propósito principal es responder a la pregunta de investigación. Inicialmente, se aborda el paradigma de investigación y el diseño metodológico seleccionado, seguido de una caracterización detallada del contexto y de los participantes. A continuación, se explican los métodos de recolección de datos, junto con las técnicas empleadas para su análisis. Finalmente, se presentan las consideraciones éticas implementadas para garantizar la validez, la confiabilidad y la integridad del estudio. Con este desarrollo, se pretende establecer un marco metodológico sólido que permita dar respuesta a los objetivos planteados y aportar al avance de la didáctica de las ciencias naturales.

### **3.2 Enfoque y Diseño de Investigación**

#### **3.2.1 Paradigma de la investigación.**

Los paradigmas de investigación provienen de la forma o punto de vista teórico con el que se espera entender, estudiar y comprender un determinado proceso, y particularmente en el caso de la investigación en educación, se relaciona con la forma de abordar una realidad, teniendo presente su epistemología y contexto, lo que influye de forma directa en la mirada e interpretación de quienes investigan (Miranda y Ortiz, 2020).

Si se considera que la investigación educativa, está asociada en la mayor cantidad de casos al estudio del conocer, este ejercicio esta insolublemente ligado a la coexistencia durante la investigación de aspectos tales como: los sujetos que conocen, el objeto del conocer, como operan al conocer y los resultados de esta operación (Miranda y Ortiz, 2020).

Teniendo en consideración a Skolimowski (2016) desde su libro “La mente participativa”, que el hecho de conocer esté ligado a las formas de construcción del mundo y su contemplación para aproximarse al entendimiento, como ocurre en este caso investigativo con el proceso de

aprendizaje en las Ciencias Naturales, es un proceso de codificación activo y se enmarca en el desarrollo de una epistemología especializada y sensible a los estímulos donde se desarrolla.

Dado que el paradigma es la forma o perspectiva para abordar la investigación, se subentiende que debe ser coherente con el tipo de problema al que se aproxima y por tanto a la metodología que supone la investigación.

En perspectiva y consideración de lo ya expuesto, la presente investigación se posiciona en el argumento teórico derivado de un paradigma interpretativo, donde la construcción misma de la realidad proviene de subjetividades y experiencias de los participantes y se contrapone a una perspectiva positivista, dado que esta última surge como alternativa a este posicionamiento. El posicionamiento interpretativo, da espacio a la comprensión del mundo, fenómeno o de los individuos desde la mirada y grado de apropiación de estos sobre aquello que se estudia y permite realizar un análisis contextual del fenómeno, respetando sus particularidades (Martínez, 2013).

El posicionamiento desde un paradigma interpretativo, es, desde la literatura especializada, compatible con el uso de métodos mixtos y cualitativos, por lo que es adecuado para esta investigación, considerando adicionalmente, que este paradigma permite entender los resultados desde la construcción de sujetos y establecer respuestas y soluciones al problema de investigación desde la transformación y nuevas posibilidades epistemológicas y fenomenológicas (Miranda y Ortiz, 2020).

### **3.2.2 Enfoque metodológico.**

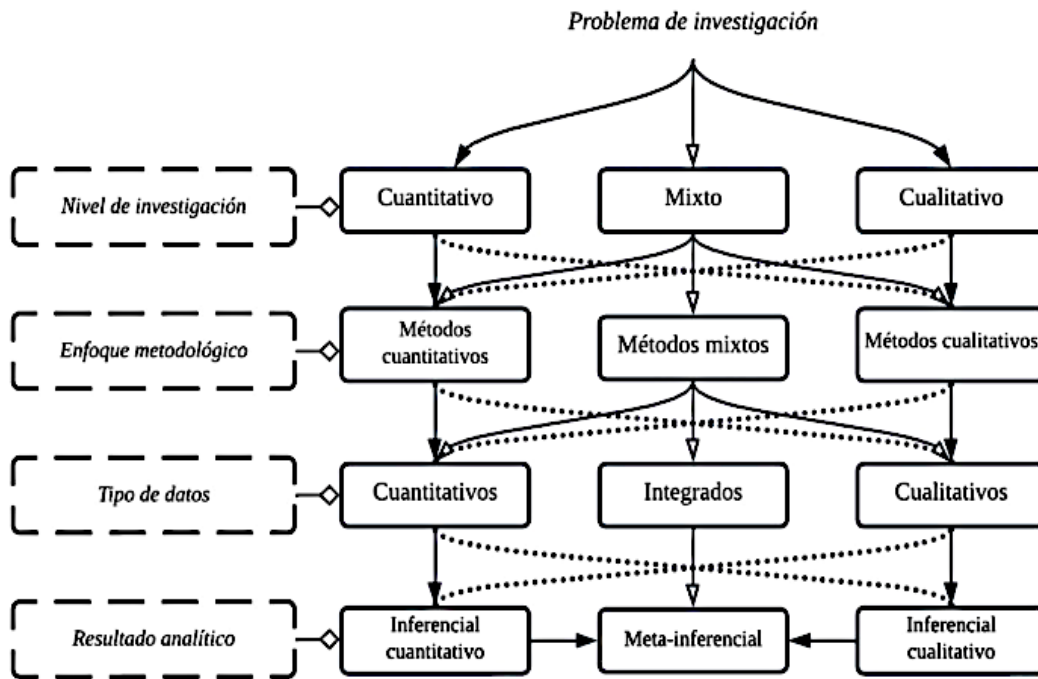
Para el desarrollo de la etapa metodológica se acogen métodos mixtos, en línea con la definición publicada y estudiada por Creswell (2021). Cuando se habla de un estudio mixto, se refiere a la integración y combinación tanto de datos del tipo cuantitativos cerrados como cualitativos de tipo abiertos, ofreciendo, lo que el mismo Creswell define como “extracción de inferencias no solo de los resultados cuantitativos y de los hallazgos cualitativos, sino también del análisis de integración” (p.9).

Este enfoque permite combinar tanto el análisis estadístico y/o numérico, dependiendo de la naturaleza de los datos y resultados, con los antecedentes experienciales o discursivos de orden cualitativo, lo que potencia la interpretación conjunta de ambos tipos de datos, destacando

como una ventaja un análisis integrado y amplio de diversos fenómenos sociales. Según Hernández Sampieri y Mendoza (2018), los métodos mixtos consisten en procedimientos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación que abarcan la recopilación y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión, lo que conduce a un entendimiento más amplio del fenómeno estudiado. Ortega Sánchez (2023) afirma que bajo este enfoque metodológico se producen resultados analíticos meta-referenciales. Para distinguir los diversos tipos metodológicos se presenta la Figura 4 propuesta por el mismo Ortega.

**Figura 4**

*Tipos de metodologías en investigaciones sociales.*



*Nota.* Adaptado de Ortega (2023).

Ortega (2023) destaca diversos aspectos clave sobre el enfoque metodológico mixto, enfatizando que este no solo se limita a combinar datos cuantitativos y cualitativos, sino que integra ambas perspectivas para complementar y enriquecer el análisis. Además, señala que no debe confundirse con los modelos mixtos estadísticos ni considerarse una simple técnica de evaluación, ya que en su implementación, se incluyen evaluaciones formativas y de cierre que permiten contrastar aspectos específicos de la investigación. Asimismo, este enfoque no se

reduce a la mera suma de datos cualitativos y cuantitativos, sino que se fundamenta en una coherencia metodológica que facilita la triangulación de resultados a través de la convergencia de los datos, evitando una dependencia exclusiva de métodos estadísticos. Finalmente, Ortega enfatiza que los métodos mixtos presentan tanto ventajas como desventajas y advierte sobre su distinción con los enfoques multi-método, los cuales se caracterizan por análisis independientes y cerrados.

### 3.2.3 Diseño de la investigación.

Teniendo en consideración los aspectos asociados a la fundamentación del paradigma interpretativo y los métodos de análisis mixtos, tanto para el estudio como para la sistematización de resultados y su aproximación al problema de investigación, se releva el rol de la pregunta que orienta este trabajo: ¿Cómo cambia una implementación didáctica centrada en controversias sociocientíficas en las representaciones epistemológicas de profesores de química en formación sobre la resolución de problemas científicos?. La pregunta de investigación, establece el área de trabajo a desarrollar y permite establecer un sistema de hipótesis sobre el fenómeno en estudio, de acuerdo a:

- **Hipótesis Nula ( $H_0$ ):** No existe una correlación entre una implementación didáctica centrada en controversias sociocientíficas y el racionalismo moderado del profesorado de química en formación sobre la resolución de problemas científicos.
- **Hipótesis Alternativa ( $H_a$ ):** Existe una correlación entre una implementación didáctica centrada en controversias sociocientíficas sobre la resolución de problemas científicos y el racionalismo moderado del profesorado de química en formación sobre la resolución de problemas científicos.

Para abordar la pregunta de investigación y contrastarla con el sistema de hipótesis dentro de un marco investigativo formal, es necesario definir el objetivo general. Este objetivo proporciona una estructura que permite sistematizar el *qué*, el *cómo* y el *para qué* de la investigación, sirviendo como base para el desarrollo de una o varias etapas del trabajo investigativo (Quiroz, 2023).

La redacción del objetivo general, para esta investigación es: Caracterizar las representaciones epistemológicas de profesores de química en formación sobre la resolución de problemas científicos a partir de una implementación didáctica centrada en controversias sociocientíficas.

El desarrollo del trabajo de investigación se ha estructurado en un proceso compuesto por cuatro fases progresivas, diseñadas en coherencia con los objetivos específicos planteados en la primera sección de este estudio. Estas fases, organizadas de manera sucesiva y articulada, contribuyen al logro del objetivo general y al análisis e interpretación de los resultados. Finalmente, este proceso permite evaluar la hipótesis de investigación y determinar su plausibilidad.

### **3.3 Contexto y Participantes**

#### **3.3.1 Descripción del contexto.**

Este estudio se sitúa en la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación de Chile (UMCE), institución que destaca por ser una universidad estatal, autónoma y pública, comprometida con la formación de personas y profesionales capaces de contribuir al desarrollo de los territorios y escenarios educativos desde una perspectiva transdisciplinar, plurinacional, inclusiva, no sexista, sustentable e innovadora. Su visión se orienta a convertirse en un referente en el ámbito educativo, tanto a nivel nacional como internacional, desde una perspectiva latinoamericana, vinculando saberes locales y comprometiéndose con la transformación social y el impacto en políticas públicas nacionales. Además, la universidad fundamenta su quehacer en principios como el pluralismo, la laicidad, la equidad de género, la inclusión, la transparencia y el acceso al conocimiento, garantizando estos valores en todas las instancias y para todos los integrantes de su comunidad universitaria (Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, s.f-a).

Esta investigación cuenta con la participación de jóvenes cursando la carrera de Licenciatura en Educación en Química y Pedagogía en Química. El Departamento de Química de la Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación tiene como misión formar profesionales de la docencia con un sólido conocimiento en las ciencias

químicas, así como con las competencias pedagógicas necesarias para mediar eficazmente entre los contenidos, los estudiantes y el contexto de aprendizaje. Además, el Departamento se dedica al desarrollo de la investigación tanto en el campo de la Química como en la Educación Química, con el propósito de influir en la formulación de políticas y estrategias para la mejora de la enseñanza de la química. Su misión también abarca la extensión académica y la vinculación con el medio, promoviendo la cultura científica y tecnológica en la comunidad. En cuanto a su visión, el Departamento aspira a continuar siendo un referente nacional en la formación integral de profesionales en Educación Química, consolidando su liderazgo en investigación e innovación en el ámbito de la Química y la Educación Química, con proyección internacional (Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, s.f-b).

Los profesores en formación que participan en este estudio se encuentran cursando específicamente la asignatura de “Proyecto Didáctico” que, como se observa en la Figura 5, se encuentra en el VIII semestre de la carrera. Esta asignatura constituye un componente clave en su formación, ya que les permite aplicar los conocimientos pedagógicos adquiridos en un contexto práctico, orientado a la planificación y diseño de estrategias didácticas.

Figura 5

Malla curricular Licenciatura en Educación en Química y Pedagogía en Química UMCE

1º AÑO		2º AÑO		3º AÑO		4º AÑO		5º AÑO	
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
	<b>PRÁCTICA I:</b> INTERACCIÓN CON EL CONTEXTO EDUCATIVO 2 sct		<b>PRÁCTICA II:</b> COLABORACIÓN EN LA GESTIÓN PEDAGÓGICA 4 sct			<b>PRÁCTICA III:</b> INTERVENCIÓN DIDÁCTICA EN EL AULA 4 sct		<b>PRÁCTICA PROFESIONAL</b> 24 sct	
Química General I 9 sct	Química General II 8 sct	Psicología del Aprendizaje y Transformación Educativa 3 sct	Paradigmas, Teorías y Enfoques Contemporáneos en Educación 4 sct	Curriculum Educativo 4 sct	Evaluación Educativa 3 sct	Gestión e Innovación Educativa 4 sct	Orientación y Convivencia Educativa 4 sct		
Pedagogía e Identidad Profesional Docente 4 sct	Contextos Socioculturales de los Procesos Educativos 4 sct	Políticas Públicas de la Educación 3 sct	Biología 4 sct	Fisicoquímica I 6 sct	Fisicoquímica II 6 sct	Teoría del Enlace Químico I 4 sct	Teoría del Enlace Químico II 4 sct	Comunidades de Aprendizaje 3 sct	Trabajo de Título 26 sct
Matemática I 6 sct	Matemática II 4 sct	Matemática III 3 sct	Fundamentos Epistemológico de las Ciencias 2 sct	Química Analítica I 6 sct	Química Analítica II 6 sct	Bioquímica 6 sct	Métodos Instrumentales de Análisis 5 sct	Fortalecimiento de Competencias de Egreso I 3 sct	Fortalecimiento de Competencias de Egreso II 4 sct
Habilidades Comunicacionales 4 sct	Reflexión Crítica y Filosófica de los Procesos Educativos 4 sct	Química Orgánica I 6 sct	Química Orgánica II 6 sct	Fundamentos del Aprendizaje de las Ciencias 3 sct	Didáctica de las Ciencias 3 sct	Didáctica de la Química 5 sct	Educación en Energía 3 sct		
Introducción al Aprendizaje de las Ciencias 4 sct	Informática Aplicada 3 sct	Química Inorgánica I 6 sct	Química Inorgánica II 6 sct	Mención I 5 sct	Mención II 7 sct	Mención III 7 sct	Mención IV 7 sct		
Fortalecimiento de Habilidades Científicas de Entrada 3 sct	Física I 5 sct	Física II 5 sct		Electivo I 2 sct	Electivo II 2 sct		<b>Proyecto Didáctico</b> 3 sct		
		Segundo Idioma I 4 sct	Segundo Idioma II 4 sct	Segundo Idioma III 4 sct	Metodología de las Investigaciones I 3 sct		Metodología de las Investigaciones II 4 sct		

Nota. Extraído de Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación (s.f-b).

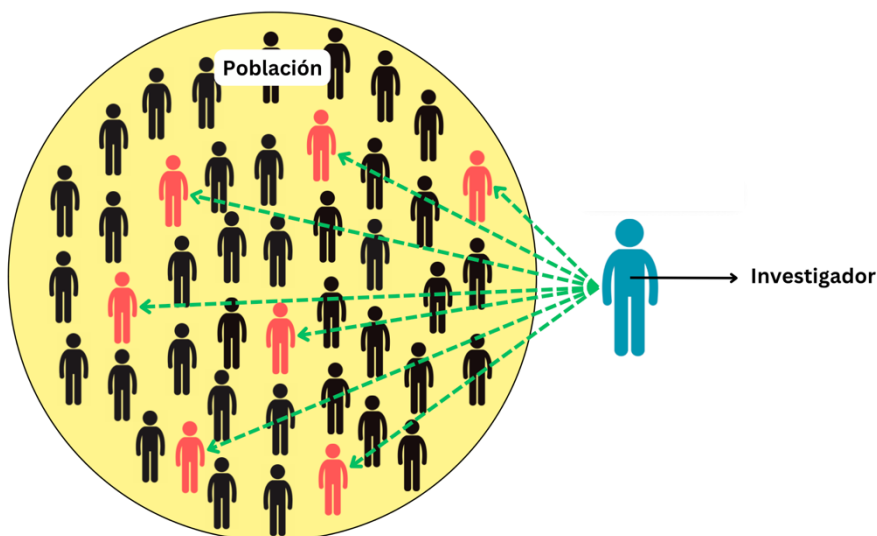
### 3.3.2 Selección de participantes: población y muestra.

La identificación de la población y de la muestra de una investigación educativa permite establecer los focos de estudio en el paradigma interpretativo. La caracterización y análisis de las respuestas o datos provenientes de la implementación de la metodología investigativa, son derivados de características propias de las poblaciones y por sucesión de las muestras (Quiroz, 2023).

De acuerdo a Quiroz (2023), la población de un estudio se define como el conjunto amplio de sujetos sobre los que se desea investigar un fenómeno específico, mientras que la muestra corresponde a un subconjunto de esta población, seleccionado con base en criterios de representatividad y/o factibilidad. En concordancia con esta definición y el contexto descrito en la sección 3.3.1, la población de este estudio se establece como los estudiantes de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación (UMCE), lo que se representa en la Figura 6.

Figura 6

*Muestreo sistemático no probabilístico*



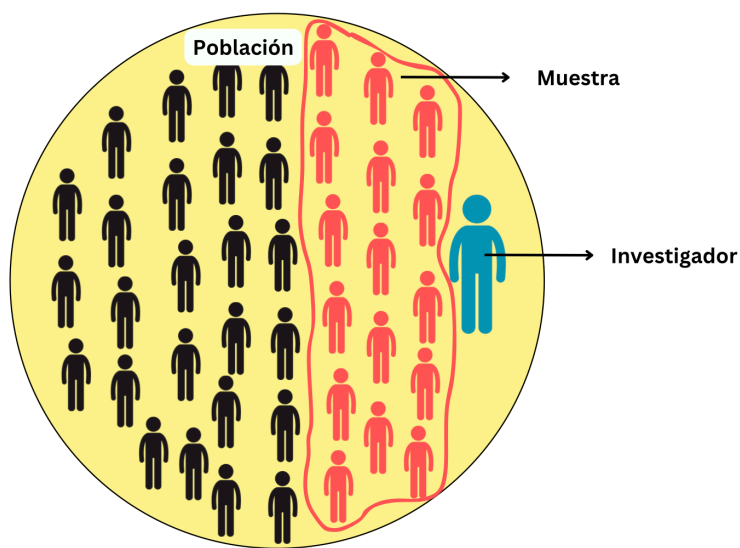
*Nota.* Elaboración propia.

En adición a lo anterior, el proceso de muestreo para esta investigación, responde a un enfoque no probabilístico, es decir, se ajusta a requerimientos contextuales y de factibilidad de implementación del proceso. En este sentido, el proceso asociado al muestreo, se sujeta a criterios denominados “por conveniencia” (Hernández Sampieri y Mendoza, 2018), lo cual a su

vez pertenece a la categoría de métodos de muestreo no probabilísticos, que de acuerdo a Hernández González (2021), puede responder a criterios propios de quien investiga. Se relaciona con el proceso de implementación de esta investigación, donde a partir de la población de profesores en formación pertenecientes a la Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación se seleccionó una muestra de trabajo definiéndola específicamente en la carrera de Licenciatura en Educación en Química y Pedagogía en Química, consistente con una conveniencia de factibilidad y el grado de progresión de los sujetos en la malla formativa de un modo similar a la Figura 7.

**Figura 7**

*Muestreo sistemático por conveniencia*



*Nota.* Elaboración propia.

De los 12 estudiantes que inicialmente participaron contestando el pre-test, solo 8 fueron considerados para el análisis final del estudio. Esto se debe a que estos participantes completaron la totalidad de los instrumentos diseñados para la investigación, incluyendo el pre-test, los dispositivos implementados durante las sesiones del taller, y el post-test. Los estudiantes que no respondieron alguno de estos instrumentos fueron excluidos del análisis, con el objetivo de garantizar la consistencia y la comparabilidad de los datos recolectados. Esta decisión asegura que los resultados reflejen la experiencia completa de los participantes en el proceso investigativo.

### **3.4 Procedimiento de la Implementación**

La implementación de este estudio se organiza en cuatro fases progresivas, diseñadas para garantizar el cumplimiento tanto del objetivo general como de los objetivos específicos planteados. Estas fases no solo estructuran el desarrollo de la investigación, sino que también buscan responder de manera coherente y sistemática a la pregunta de investigación. En este apartado se detallan los pasos clave para la ejecución de la implementación, asegurando una lógica interna que conecte cada fase con los propósitos del estudio.

#### **3.4.1 Fase 1**

La etapa inicial de este trabajo se enmarca en los objetivos del proyecto FONDECYT que respalda esta investigación. Desde una perspectiva metodológica, se lleva a cabo la aplicación de un cuestionario validado por el proyecto principal, empleado como pre-test, el cual contribuye directamente al cumplimiento del primer objetivo específico de este estudio. Este objetivo se centra en indagar e identificar las representaciones epistemológicas iniciales, ya sea Racionalismo Positivista (RP) o Racionalismo Moderado (RM), que poseen los profesores de química en formación. Dichas representaciones se analizan en cinco dimensiones clave: enseñanza de las ciencias, aprendizaje de las ciencias, evaluación de aprendizajes científicos, resolución de problemas científicos y competencias de pensamiento científico. En particular, esta investigación profundiza en la dimensión de resolución de problemas científicos. Los datos obtenidos en esta fase son predominantemente de naturaleza cuantitativa.

#### **3.4.2 Fase 2**

Esta fase abarca tanto el diseño como la validación del instrumento central para la implementación didáctica, constituyendo una etapa fundamental del proyecto. Su desarrollo asegura el cumplimiento de criterios clave como suficiencia, claridad, importancia y coherencia, según lo planteado por Reyes y Hernández (2021). La validación del instrumento, llevada a cabo por pares expertos, incluye la evaluación de su confiabilidad mediante el cálculo del alfa de Cronbach, un test estadístico que mide la consistencia interna de los instrumentos. Este proceso también incorpora el diseño de un formato específico para la revisión de los expertos, abarcando

aspectos como la presentación, las respuestas y la determinación de los criterios evaluables. Se consideran también los ajustes de los instrumentos en base a los resultados de las validaciones. Estas acciones contribuyen al logro de los objetivos específicos 1 y 2, preparando el camino para la implementación en la fase 3.

Esta fase contempla el diseño de un taller con enfoque en CSC, estructurado en dos sesiones. El taller plantea a la astrominería como una temática emergente con gran potencial para convertirse en una CSC del futuro, debido a sus implicancias científicas actuales y los proyectos en curso orientados a la extracción de minerales del espacio para mitigar la sobreexplotación de recursos terrestres. Marinho Amorim y Reis Rochael (2019) se refieren a que países como Estados Unidos o Rusia, junto con empresas privadas como SpaceX o iSpace, ya están explorando la minería espacial como una opción viable para la obtención de recursos naturales, lo que podría transformar significativamente la economía global, puesto a que los minerales son esenciales para dispositivos tecnológicos como teléfonos móviles y circuitos electrónicos, sin embargo, son recursos finitos cuya explotación terrestre genera altos costos ambientales, como la contaminación del agua y el suelo. La minería espacial, se presenta entonces como una alternativa que podría satisfacer estas necesidades de manera más sostenible (Marinho Amorim y Reis Rochael, 2019).

A través de este enfoque, se busca sensibilizar a los profesores en formación participantes sobre la relevancia de abordar temáticas similares en sus prácticas docentes futuras. Mediante preguntas guía, el taller fomenta el reconocimiento de posibles problemáticas asociadas a la astrominería, así como el planteamiento de soluciones fundamentadas en argumentos sólidos y científicamente pertinentes. Además, se espera que los participantes logren vincular conceptos como la Alfabetización Científica con las CSC de manera autónoma, utilizando los materiales y herramientas proporcionadas.

Las sesiones del taller son conducidas por un experto en el tema y se dividen en dos temáticas específicas: la sesión 1, “Geoquímica de los minerales”, introduce conceptos fundamentales y ofrece un contexto general, mientras que la sesión 2, “Astrominería”, se centra en identificar problemáticas, proponer soluciones y explorar sus implicancias. Esta estructura

progresiva permite a los participantes desarrollar un entendimiento profundo y crítico sobre la temática, alineado con los objetivos de la investigación.

### 3.4.3 Fase 3

Esta fase se centra en la implementación del instrumento diseñado para la propuesta didáctica con enfoque en CSC, una vez que ha sido validado y ajustado. Su propósito principal es dar cumplimiento al objetivo específico 2 de la investigación. La estructuración del instrumento se basa en el Ciclo de Aprendizaje Constructivista (CAC) propuesto por Jorba y Sanmartí (1996), que comprende cuatro etapas como se resume en la Tabla 1: exploración, introducción de nuevos conceptos, sistematización y aplicación.

**Tabla 1**

*Etapas del Ciclo de Aprendizaje Constructivista*

Etapa	Descripción
1. Exploración	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Situar en la problemática.</li> <li>• Reconocer objetivos, desafíos, metas.</li> <li>• Establecer punto de partida.</li> <li>• Condiciones iniciales y generales.</li> </ul>
2. Introducción de nuevos conceptos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar nuevos puntos de vista.</li> <li>• Definir conceptos y establecer relaciones.</li> <li>• Reinterpretación de la realidad.</li> <li>• Reconocer diferencias entre puntos de vista propios, de otras personas y de la ciencia en general.</li> </ul>
3. Sistematización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posibilita la resolución de las problemáticas.</li> <li>• Da lugar para la creatividad al expresar ideas acerca de lo aprendido.</li> <li>• Se promueve la comunicación de aproximaciones al conocimiento.</li> <li>• Promueve la autocrítica.</li> </ul>
4. Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se plantean nuevas ideas acerca de la problemática.</li> <li>• Relacionar el aprendizaje con la realidad.</li> <li>• Aplicaciones en contextos según intereses particulares.</li> <li>• Monitoreo de niveles de progresión del aprendizaje.</li> </ul>

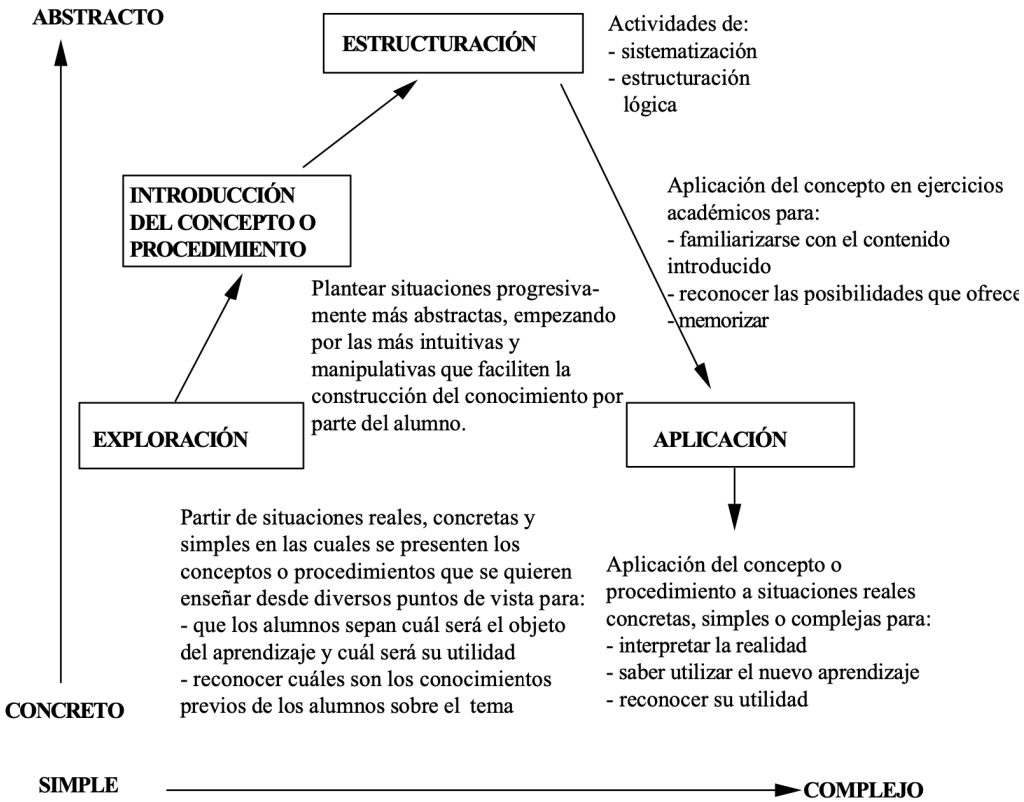
*Nota.* Elaboración propia a partir de Jorba y Sanmartí (1996).

Jorba y Sanmartí (1996) enfatizan en la importancia de iniciar el proceso de aprendizaje con situaciones concretas y sencillas, que luego se analicen de manera progresiva y en detalle. Según los autores, este enfoque permite incorporar gradualmente un lenguaje más abstracto, facilitando así la transición desde experiencias cercanas y familiares para los estudiantes hacia la construcción de formas mentales internas y el uso de un lenguaje verbal más elaborado. Este movimiento progresivo, desde lo concreto hacia lo abstracto y desde lo simple hacia lo complejo,

es fundamental para fomentar un aprendizaje significativo. Este enfoque se ilustra en la Figura 8 presentada a continuación.

**Figura 8**

*Etapas en el proceso de aprendizaje*



*Nota.* Imagen extraída desde Jorba y Sanmartí (1996).

Los datos obtenidos a partir de esta implementación permiten analizar y determinar la correlación entre variables clave del estudio. La medición se realiza utilizando frecuencias agrupadas y el análisis de correlación de Spearman (Rho de Spearman). Esta fase constituye un componente esencial en el proceso de contrastación general de la investigación, al integrar los resultados tanto de la aplicación de los cuestionarios como de los dispositivos creados para ambas sesiones del taller. Además, la contrastación estadística se realiza empleando Microsoft Excel que permite garantizar la sistematicidad y precisión en el análisis de los datos.

#### **3.4.4 Fase 4**

Esta fase constituye la etapa final del proceso metodológico y se centra en la aplicación del mismo cuestionario pero a modo de post-test, con el propósito de evaluar posibles cambios en las representaciones epistemológicas de los profesores de química en formación tras la implementación didáctica del taller con enfoque en CSC. Los resultados obtenidos en esta etapa permiten realizar una comparación entre los datos cuantitativos recolectados en el pre-test y el post-test, complementándolos con los datos cualitativos derivados del instrumento previamente validado por expertos. De esta manera, se asegura el cumplimiento del objetivo específico número 3, cerrando el ciclo de investigación y ofreciendo una perspectiva integral de los hallazgos.

### **3.5 Métodos de Recolección de Datos**

#### **3.5.1 Instrumentos utilizados.**

La mayoría de las investigaciones emplean en su proceso metodológico diversos instrumentos, seleccionados en función de los focos de interés, las metas y los objetivos a desarrollar (Mousalli Kayat, 2017). Para garantizar claridad y coherencia en la presentación de los instrumentos y los procedimientos asociados a su uso, estos se organizan y describen de acuerdo con las fases de su implementación, como se detalla en los puntos siguientes de este capítulo.

##### **3.5.1.1 Cuestionario.**

El instrumento utilizado en esta fase es un cuestionario diseñado por el proyecto al que se adscribe esta investigación. Este cuestionario se aplica en dos momentos clave del estudio: en la Fase 1 como pre-test y en la Fase 4 como post-test. Su diseño permite evaluar los cambios en las representaciones epistemológicas de los participantes a lo largo de la implementación didáctica, garantizando una comparación coherente y fundamentada entre ambos momentos. Dicho cuestionario ha sido validado por diversos comités de ética y se ha reestructurado en múltiples ocasiones para asegurar su eficacia en la implementación. Consta de 50 enunciados distribuidos equitativamente en cinco dimensiones: enseñanza de las ciencias, aprendizaje de las ciencias,

evaluación del aprendizaje científico, resolución de problemas científicos y competencias de pensamiento científico. Cada dimensión incluye 10 enunciados, de los cuales 5 corresponden al enfoque de Racionalismo Moderado (RM) y 5 al de Racionalismo Positivista (RP), los que se distribuyen de manera aleatoria. Los participantes evalúan cada enunciado asignando un valor en una escala tipo Likert de 4 niveles, como se detalla en la Tabla 2, indicando su grado de acuerdo o desacuerdo. Adicionalmente, se solicita a los participantes que seleccionen al menos dos enunciados en cada una de las cinco dimensiones para explicar o argumentar las razones de su elección, lo cual permite un análisis cualitativo complementario.

**Tabla 2**  
*Valoraciones de la escala Likert*

Valoraciones	Clave	Valor asignado	Descripción de la valoración
Totalmente de acuerdo	TA	4	Si <b>compartes</b> el contenido del enunciado tal y como está redactado
Parcialmente de acuerdo	PA	3	Si <b>compartes</b> el contenido central del enunciado en algunos de sus aspectos
Parcialmente en desacuerdo	PD	2	Si <b>no compartes</b> el contenido central del enunciado, aunque estés de acuerdo en alguno de sus aspectos
Totalmente en desacuerdo	TD	1	Si <b>no compartes</b> el contenido central del enunciado en ninguno de sus aspectos

En esta investigación, el análisis se centra específicamente en la dimensión 4, titulada "Resolución de Problemas Científicos". La Tabla 3 presenta los 10 enunciados correspondientes a esta dimensión, distribuidos de manera aleatoria entre las dos visiones epistemológicas consideradas: Racionalismo Moderado (RM) y Racionalismo Positivista (RP). Como se indicó anteriormente, esta distribución asegura un balance representativo entre ambas perspectivas. El cuestionario completo se encuentra disponible en el Anexo 2 para una revisión detallada.

**Tabla 3***Enunciados de la dimensión 4 del cuestionario: Resolución de Problemas Científicos*

Enunciado	Descriptor racionalismo moderado (RM) – racionalismo positivista (RP)
E1	La resolución de problemas científicos constituye el eje principal de los procesos de desarrollo del profesorado en formación en el ámbito de las ciencias (RM).
E2	Los problemas diseñados para la actividad científica en el aula universitaria son problemas, sólo si surgen del mundo real del profesorado en formación (RM).
E3	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 (RP).
E4	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) (RP).
E5	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 (RP).
E6	Se debe propiciar la resolución de problemas científicos en distintas asignaturas, en las que se compartan conceptos teóricos. Por ejemplo, fuerza gravitatoria (Física); fuerza de disociación iónica (Química) (RM).
E7	Para abordar situaciones problemáticas en la construcción de conocimientos se ha de considerar el lenguaje cotidiano del profesorado en formación (RM).
E8	En la universidad se debe enseñar a resolver problemas científicos de manera racional (por ejemplo, el modelo de cambio químico) y razonable (por ejemplo, la explicación de la combustión de una vela) (RM).
E9	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 (RP).
E10	Un buen problema científico (química, biología, entre otras) es aquel que siempre conduce a un resultado numérico (RP).

### **3.5.1.2 Dispositivo 1.**

El instrumento correspondiente al Dispositivo 1 (D1) es la planificación del taller de implementación que comprende dos sesiones de trabajo: “Geoquímica de los minerales” y “Astrominería” y responde a la Fase 2 y 3 del proceso metodológico. Ambas sesiones están estructuradas según el Ciclo de Aprendizaje Constructivista (CAC) de Jorba y Sanmartí (1996), incluyendo los objetivos generales y específicos de cada sesión, los aprendizajes esperados, las etapas del CAC abordadas, y las acciones y actividades planificadas para cada etapa.

El dispositivo, además, se vincula directamente con el instrumento de evaluación, que incluye preguntas enfocadas en dos de las cinco dimensiones del cuestionario: Competencias de Pensamiento Científico (CPC) y Resolución de Problemas Científicos (RP). Cada pregunta del dispositivo está asociada específicamente a una de estas dimensiones, asegurando una relación clara entre las actividades del taller y los objetivos de evaluación. En la Figura 10 se observan algunos de los detalles mencionados, sin embargo, el dispositivo en extenso se encuentra en el Anexo 3 del documento.

**Figura 10**

*Planificación docente de taller con enfoque CSC (D1)*



Dispositivo 1 (D1)  
Planificación docente  
Talleres de implementación

**3. Planificación**

<b>Taller de Controversias Sociocientíficas - Sesión 1 "Geoquímica de los minerales"</b>			
Objetivo de la sesión	Relacionar las propiedades geoquímicas de ciertos minerales utilizados en el contexto del desarrollo de tecnologías sustentables, con las consecuencias de su explotación a gran escala, identificando argumentos sociocientíficos a partir del desarrollo del taller.		
Objetivos específicos	<p><b>S1-OE1:</b> Identificar propiedades geoquímicas de los minerales claves en el desarrollo de tecnologías sustentables, incluyendo su composición, distribución geográfica y aplicaciones.</p> <p><b>S1-OE2:</b> Analizar el impacto ambiental, social y económico de la explotación a gran escala de minerales como el litio, platino, oro y plata, considerando factores como la degradación del suelo en el análisis crítico de la situación.</p>		
Aprendizajes esperados	<p><b>S1-AE1:</b> Identifican minerales de importancia en el desarrollo de tecnologías sustentables, como el litio, platino, oro y plata, y describen sus propiedades geoquímicas básicas.</p> <p><b>S1-AE2:</b> Relacionan las propiedades geoquímicas, la distribución y uso de los minerales con un impacto a nivel global (ambiental, social y económico) usando argumentos científicos.</p> <p><b>S1-AE3:</b> Reflexionan sobre los conceptos de Astrominería, sostenibilidad e impacto sociocientífico.</p>		
Destinatarios	Profesores de química en formación (Curso Proyecto Didáctico, 8vo semestre)		
Temporalidad	150 minutos		
Etapas de implementación y actividades <i>(Según CAC)</i>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">Etapa 1: Exploración</td> <td> <p>Acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentar la temática a tratar, reconociendo los principales desafíos a considerar y estableciendo un punto de partida para el desarrollo de los dos talleres de CSC.</li> <li>- Definir las condiciones bajo las cuales se llevarán a cabo los talleres, incluyendo normas de convivencia y condiciones para el correcto desarrollo de las sesiones.</li> </ul> <p>Actividad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentación general de los talleres por parte de mediadores del taller.</li> <li>- Discusión guiada por experto en el área de Química de los Materiales</li> </ul> </td> </tr> </table>	Etapa 1: Exploración	<p>Acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentar la temática a tratar, reconociendo los principales desafíos a considerar y estableciendo un punto de partida para el desarrollo de los dos talleres de CSC.</li> <li>- Definir las condiciones bajo las cuales se llevarán a cabo los talleres, incluyendo normas de convivencia y condiciones para el correcto desarrollo de las sesiones.</li> </ul> <p>Actividad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentación general de los talleres por parte de mediadores del taller.</li> <li>- Discusión guiada por experto en el área de Química de los Materiales</li> </ul>
Etapa 1: Exploración	<p>Acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentar la temática a tratar, reconociendo los principales desafíos a considerar y estableciendo un punto de partida para el desarrollo de los dos talleres de CSC.</li> <li>- Definir las condiciones bajo las cuales se llevarán a cabo los talleres, incluyendo normas de convivencia y condiciones para el correcto desarrollo de las sesiones.</li> </ul> <p>Actividad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentación general de los talleres por parte de mediadores del taller.</li> <li>- Discusión guiada por experto en el área de Química de los Materiales</li> </ul>		

Es importante destacar que no todas las etapas del CAC se incluyen en cada sesión, ya que estas se diseñaron como una progresión de aprendizajes. La primera sesión se centra en la introducción de conceptos y la contextualización, abarcando desde la etapa 1 hasta la etapa 3 del CAC. Por su parte, la segunda sesión incluye las cuatro etapas del ciclo, ya que se enfoca en la aplicación de los conocimientos discutidos.

### 3.5.1.3 Dispositivo 2.

El Dispositivo 2 (D2) comprende los insumos utilizados durante la implementación de ambas sesiones del taller, también respondiendo a la Fase 2 y 3 de la metodología. Cada sesión de trabajo cuenta con un dispositivo específico, diseñado de acuerdo con la temática tratada y los objetivos que se debían abordar. En este contexto, el dispositivo correspondiente a la sesión 1, titulada “Geoquímica de los minerales”, se denomina D2.1 (Anexo 4) y está diseñado para introducir el contexto y la conceptualización de las CSC, así como para guiar la reflexión en torno a la problemática de la sobreexplotación de minerales terrestres.. Por otro lado, el dispositivo asociado a la sesión 2, titulada “Astrominería”, se identifica como D2.2 (Anexo 5) y su propósito es que los participantes sean capaces de identificar problemáticas específicas relacionadas con la minería espacial y diseñar soluciones a través de la elaboración de una pseudo carta dirigida a entidades vinculadas a esta temática.. Esta organización permite diferenciar y detallar los elementos propios de cada sesión, tal como se ilustra en la Figura 11.

Figura 11

Dispositivos Taller de CSC

Taller de Controversias Sociocientíficas - Sesión 1

## Geoquímica de los minerales

Nombre: \_\_\_\_\_

<b>Objetivo de la sesión</b>	Relacionar las propiedades geoquímicas de ciertos minerales utilizados en el contexto del desarrollo de tecnologías sustentables, con las consecuencias de su explotación a gran escala, identificando argumentos sociocientíficos a partir del desarrollo del taller.
<b>Descripción de la actividad</b>	En esta primera sesión te invitamos a responder las siguientes preguntas según los temas tratados con el experto invitado. <b>Tendrás un tiempo de 60 minutos</b> para responder abiertamente a las preguntas planteadas.

Las controversias, problemas o cuestiones sociocientíficas (CSC), conocidas en inglés como *socioscientific issues* (SSI), son problemáticas complejas y controvertidas que no tienen respuestas definitivas y requieren un enfoque interdisciplinario para su resolución. Además, implican juicios morales, éticos, políticos y económicos, y están profundamente enraizadas en el entorno social<sup>1,2</sup>. Las CSC exigen el uso del pensamiento crítico y científico para explorar múltiples perspectivas y encontrar soluciones que consideren tanto el contexto local como global<sup>3</sup>.

Estas controversias pueden evolucionar de problemas locales a crisis de mayor escala como la situación medioambiental o el desarrollo de tecnologías sustentables. Las CSC surgen a partir de los avances tecnológicos, que son el resultado directo de los desarrollos científicos, influyendo profundamente en la sociedad y provocando diversas percepciones, opiniones y debates sobre temas controvertidos que abordan cuestiones complejas con impactos tanto científicos como sociales.

1. Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513-536.  
2. Zeidler, D. L., y Nichols, B. H. (2009). Socioscientific issues: Theory and practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 49-58.  
3. Suparman, A. R., Rohaeti, E., y Wening, S. (2022). Development of Attitude Assessment Instruments Towards Socio-Scientific Issues in Chemistry Learning. *European Journal of Educational Research*, 7(14), 1947-1958.  
4. Ceyci, B. (2020). A study on the effectiveness of a teaching based on socio-scientific issues in the training of pre-service teachers. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 15(2), 220-231.

Taller de Controversias Sociocientíficas - Sesión 2

## Astrominería

Nombre: \_\_\_\_\_

<b>Objetivo de la sesión</b>	Debatir los posibles impactos geoquímicos de la saturación de minerales en la superficie terrestre como consecuencia de la astrominería, identificando posibles problemáticas y proponiendo soluciones argumentadas científicamente a partir de la discusión guiada por un experto.
<b>Descripción de la actividad</b>	En esta segunda sesión te invitamos a responder las siguientes preguntas <b>poniéndote en el caso de que estuvieras preparando una carta</b> para enviarla a alguna empresa que esté desarrollando proyectos de astrominería. <b>Tendrás un tiempo de 80 minutos</b> para responder abiertamente a las preguntas planteadas.

La minería espacial o astrominería es una opción de explotación de recursos que ha llamado la atención de diversas entidades espaciales a nivel mundial hace ya más de una década, considerando que los mismos criterios de evaluación de recursos minerales de la Tierra pueden ser aplicados en otros cuerpos celestes<sup>1</sup>. Entre los diversos candidatos de extracción, los asteroides son considerados como un grupo potencialmente atractivo, sobre todo aquellos con propiedades metálicas y que presentan oro, plata, platino o galio<sup>2</sup>, los cuales son materiales utilizados actualmente en la fabricación de tecnologías de generación energética sustentable como paneles fotovoltaicos o celdas de combustible de H<sub>2</sub>. Si bien la astrominería es viable desde el punto de vista tecnológico, aún es necesaria una discusión acerca de sus alcances socioambientales y sus ventajas económicas, ambientales y morales<sup>3</sup>.

1. Keszthelyi, L. et al. (2017). Feasibility Study for the Quantitative Assessment of Mineral Resources in Asteroids. U.S. Geological Survey Open-File Report 20171041.  
2. Jakhri, R.S., Pelton, J.N. & Nyampong Y.O.M. (2017). Space Mining and its Regulation. Suiza: Springer.  
3. Marino, H. y Reis, C. (2019). Minerales espaciales: cosas de nadie en beneficio de todos. *Derecho PUCP*, (83), 89-131.

Nota. A la izquierda el D2.1 y a la derecha el D2.2.

Cada dispositivo incluye una serie de preguntas diseñadas para abordar dos de las cinco dimensiones del cuestionario inicial: Competencias de Pensamiento Científico (CPC) y Resolución de Problemas Científicos (RP). Aunque la dimensión CPC no es objeto de análisis en esta investigación, forma parte de un estudio paralelo desarrollado en el marco del mismo fondo de investigación.

Las preguntas fueron elaboradas tomando como referencia los enunciados correspondientes a cada dimensión, específicamente aquellos que representan un enfoque de racionalismo moderado (RM), puesto que comprende la respuesta esperada, ya que promueve una construcción más integral del conocimiento científico. En este sentido, se buscó que las preguntas reflejaran las afirmaciones clave de cada dimensión presentes en el cuestionario inicial. La Tabla 4 detalla las preguntas diseñadas junto con la dimensión específica a la que están orientadas. Es importante destacar que algunas preguntas están exclusivamente dirigidas a CPC, otras a RP, y ciertas preguntas abarcan ambas dimensiones simultáneamente. Además, se puso especial énfasis en evitar sesgos durante la construcción de las preguntas abiertas, garantizando que no se indujeran respuestas específicas en los participantes.

Ambos dispositivos, D2.1 y D2.2, fueron sometidos a un proceso de validación por pares expertos. Este proceso permitió realizar modificaciones y adaptaciones basadas en las sugerencias y comentarios recibidos. Los documentos presentados en los Anexos 4 y 5 corresponden a las versiones finales de ambos dispositivos, elaboradas tras incorporar los ajustes derivados de dicha instancia de validación.

**Tabla 4**

Preguntas para sesiones de taller de CSC

<b>Sesión 1: Geoquímica de los minerales</b>	
Pregunta	Dimensión
1. A partir del taller sobre la geoquímica de los minerales, ¿Qué ideas centrales destacarías de lo expuesto? Argumenta brevemente tu elección.	Dimensión 5: competencias de pensamiento científico
2. El tema expuesto se relaciona con situaciones que a la humanidad le interesa resolver. En este sentido, ¿qué aspecto científico podría considerarse como una controversia? ¿Cuáles serían sus implicancias, alcances e impactos?	Dimensión 4 y 5: resolución de problemas científicos y competencias de pensamiento científico.
3. Desde tu perspectiva en una futura práctica docente de química y ciencias, ¿observas una relación entre identificar situaciones controversiales con definir problemáticas a resolver? Argumenta brevemente tu respuesta.	Dimensión 4 y 5: resolución de problemas científicos y competencias de pensamiento científico.
4. Considerando que una controversia sociocientífica sea un desafío por abordar, en el contexto del tema discutido en la sesión, ¿Cómo lo abordarías desde la enseñanza de la química?	Dimensión 4: resolución de problemas científicos
<b>Sesión 2: Astrominería</b>	
Pregunta	Dimensión
1. ¿A quién iría dirigida la carta? ¿Cuál será la temática a tratar en ella?	No aplica
2. ¿Cuáles son las problemáticas que quieres plantearle al destinatario? ¿Por qué sugieres que son problemáticas a tener en cuenta?	Dimensión 4: resolución de problemas científicos
3. ¿Qué contextos se verían afectados con las problemáticas identificadas? ¿A qué escala de la población afectaría?	Dimensión 4: resolución de problemas científicos
4. ¿Cuáles podrían ser posibles soluciones a las problemáticas detectadas? ¿Qué recursos, teorías, modelos, disposiciones y consideraciones serían necesarias para llevarlas a cabo?	Dimensión 4 y 5: resolución de problemas científicos y competencias de pensamiento científico.
5. ¿Cuáles serían las consecuencias de llevar a cabo las soluciones planteadas? ¿De qué manera impactaría en la vida de las personas y del medio ambiente?	Dimensión 5: competencias de pensamiento científico
6. ¿Cuál podría ser el impacto del proceso de elaboración de esta carta, en el desarrollo de habilidades científicas de las y los docentes de química en formación?	Dimensión 4 y 5: resolución de problemas científicos y competencias de pensamiento científico.
7. ¿Qué le aporta esta actividad a su futura práctica docente?	Dimensión 4 y 5: resolución de problemas científicos y competencias de pensamiento científico.

### **3.5.1.4 Dispositivo 3.**

El Dispositivo 3 (D3), en extenso en el Anexo 6, se desarrolla como una tabla de cotejo diseñada para tabular y analizar las respuestas obtenidas por los participantes a partir de la implementación de ambas sesiones del taller, es decir, las respuestas generadas desde los dispositivos D2.1 y D2.2. Este dispositivo contribuye a responder a las Fases 2 y 3 del proceso metodológico, permitiendo identificar la presencia o ausencia de afirmaciones relacionadas con las dimensiones de estudio. Aunque se contemplan las dimensiones 4 y 5, para los propósitos de

esta investigación solo se analizan las respuestas correspondientes a la dimensión 4, referida a la resolución de problemas científicos.

El diseño del dispositivo sigue la misma lógica que los dispositivos D2.1 y D2.2: se tomó como base los enunciados de las dimensiones estudiadas y se seleccionaron los cinco correspondientes a visiones de racionalismo moderado (RM), dado que estas representan las respuestas esperadas en los profesores en formación que participan del estudio. De esta manera, se construyeron 10 ítems (IT), de los cuales cinco corresponden a resolución de problemas y cinco a competencias de pensamiento científico. A través de un análisis cualitativo de las respuestas obtenidas en los dispositivos D2.1 y D2.2, se cotejan los datos utilizando los criterios de "presente" o "ausente", lo que permite determinar las frecuencias asociadas a cada ítem. La Tabla 5 representa los ítems creados para la dimensión correspondiente a la resolución de problemas científicos.

**Tabla 5**

*Tabulación de respuestas D2.1 y D2.2 para la dimensión de resolución de problemas científicos*

Indicadores de tabulación		Presente 1	Ausente 0
<b>IT1</b>	Menciona cómo la posible resolución de problemas se presenta como el eje central de los procesos de desarrollo profesional del docente.		
<b>IT2</b>	Relaciona las problemáticas científicas trabajadas con el mundo real en el que se desenvuelven el profesorado en formación.		
<b>IT3</b>	Promueve la resolución o el abordaje de los problemas científicos involucrando conceptos teóricos compartidos entre distintas asignaturas.		
<b>IT4</b>	Sugiere que, para abordar situaciones problemáticas en la construcción de conocimientos, se debe considerar el lenguaje cotidiano y cercano.		
<b>IT5</b>	Afirma que en la universidad se debe enseñar a resolver problemas científicos de manera racional y razonable.		
Puntaje total de la dimensión			

### 3.6 Validación de Instrumentos

#### 3.6.1 Procedimiento de validación.

El cuestionario utilizado para la aplicación del pre y post-test no fue sometido a validación de expertos en esta investigación, ya que se trata de un instrumento previamente validado y reestructurado en múltiples ocasiones, como parte del proyecto mayor al cual se adscribe este trabajo. Sin embargo, los dispositivos diseñados específicamente para dar cumplimiento a las Fases 2 y 3 del diseño metodológico fueron validados por tres pares expertos, con el objetivo

de fortalecer el sustento teórico y práctico del taller elaborado. Este proceso es una etapa crucial en esta investigación, ya que permite calcular posteriormente el valor de confiabilidad de los dispositivos y realizar las modificaciones necesarias para asegurar su efectividad.

Para formalizar esta validación, se elaboró un documento basado en el modelo propuesto por Reyes y Hernández (2021) que evalúa los dispositivos según los criterios de suficiencia (C1), claridad (C2), coherencia (C3) e importancia (C4) en cuanto al diseño, contenido y estructura. Los pares expertos seleccionados poseen grado académico de doctor, trayectoria demostrada y experiencia en el ámbito de la enseñanza de las ciencias. A cada experto se le proporcionaron instrucciones detalladas sobre el proceso de validación, así como un sobre con los insumos en formato físico necesarios para llevar a cabo la evaluación.

Durante el proceso, se presentaron dos de los tres dispositivos diseñados para brindar un contexto completo de la planificación del taller. No obstante, solo los dispositivos D2.1 y D2.2 fueron sometidos a la validación, dado que están directamente relacionados con la recolección de datos de los participantes. El documento completo de la validación realizada por los pares expertos se encuentra en el Anexo 7.

### **3.6.2 Resultados de la validación.**

En la Tabla 6 se presentan los valores obtenidos para cada uno de los criterios evaluados por los tres pares expertos: suficiencia, claridad, coherencia e importancia. Estos criterios se analizaron en relación con el diseño, contenido y estructura de los dispositivos validados. La evaluación se realizó utilizando una escala de valoración que va desde el mínimo de 1, correspondiente a cuando el criterio no se entiende o no cumple, hasta el máximo de 4, que indica un alto nivel de cumplimiento.

**Tabla 6**  
Resultados validación por pares expertos

Promedios evaluación	Validador: Experto 1			Validador: Experto 2			Validador: Experto 3		
	Diseño	Contenido	Estructura	Diseño	Contenido	Estructura	Diseño	Contenido	Estructura
<b>Criterio Suficiencia (C1)</b>	4	3	4	4	4	4	4	4	4
<b>Claridad (C2)</b>	3	3	4	4	4	4	4	4	4
<b>Coherencia (C3)</b>	4	3	4	4	4	4	4	3	4
<b>Importancia (C4)</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	4

A partir de los datos recolectados, se calculó el coeficiente de confiabilidad alfa de Cronbach. Para ello, se reestructuraron nuevos ítems (I) mediante el cruce entre los criterios de evaluación (C) y las categorías de análisis: diseño, contenido y estructura. Por ejemplo, el ítem 1 (I1) corresponde al cruce del criterio de suficiencia (C1) con la categoría de diseño, mientras que el ítem 2 (I2) resulta del cruce del mismo criterio de suficiencia (C1) con la categoría de contenido. Esta metodología permitió generar los datos necesarios para el cálculo del alfa de Cronbach, tales como las varianzas individuales de cada ítem y la suma total de los ítems evaluados por cada experto (E), tal como se evidencia en la Tabla 7. Este enfoque asegura un análisis más estructurado y detallado, facilitando la evaluación de la consistencia interna del instrumento.

**Tabla 7**  
Cálculo de varianza para determinar coeficiente de confiabilidad

EXPERTOS	ÍTEMES												SUMA	
	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12		
<b>E1</b>	4	3	4	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4	44
<b>E2</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48
<b>E3</b>	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	47
<b>VARIANZA</b>	0,000	0,222	0,000	0,222	0,222	0,000	0,000	0,222	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,889

Según Hernández Sampieri y Mendoza (2018) el cálculo de la confiabilidad de un instrumento mediante un coeficiente que garantice su fiabilidad puede realizarse utilizando métodos como la interpretación de la congruencia o consistencia interna, conocida como el "coeficiente alfa de Cronbach". Los autores también enfatizan que, cada vez que se administra un instrumento de medición, es necesario calcular su confiabilidad y evaluar la validez de su diseño.

El alfa de Cronbach tiene un rango de interpretación donde valores inferiores a 0,70 indican una baja consistencia interna del instrumento. Por el contrario, valores superiores a 0,90 pueden reflejar redundancia, lo que sugiere que se estarían midiendo los mismos elementos de manera repetitiva. Así, un rango entre 0,70 y 0,90 es considerado aceptable, reflejando una consistencia interna sólida y fiable (González Alonso y Pazmiño Santacruz, 2015; Oviedo y Campo-Arias, 2005).

En el presente estudio, el alfa de Cronbach obtenido fue de 0,76, lo que indica una muy buena confiabilidad y consistencia interna del instrumento, posicionándolo dentro del rango aceptable para los fines metodológicos planteados.

### **3.6.3 Consideraciones metodológicas sobre la validación.**

Se llevaron a cabo dos rondas de validación con tres pares expertos, para evaluar la consistencia interna del instrumento mediante el cálculo del alfa de Cronbach. En la primera ronda, el alfa obtenido fue de 0,58, un valor que indica una confiabilidad baja, lo cual motivó realizar una segunda validación con los mismos tres expertos una vez modificados los dispositivos según las observaciones realizadas por los validadores. Sin embargo, el resultado del alfa en esta segunda ronda fue de 0, lo cual se atribuye probablemente a la reducida cantidad de expertos, limitando la capacidad del análisis estadístico debido a la baja representatividad de la muestra. Esto se alinea con lo planteado por Torres Leandro (2021), quien señala que el tamaño de la muestra es fundamental: a mayor tamaño de muestra, se reduce la posibilidad de error, mientras que en muestras pequeñas el error tiende a incrementarse.

La literatura sugiere que para llevar a cabo una validación robusta se requieren entre 10 y 15 expertos, aunque un proceso puede considerarse válido con al menos entre 5 y 7 expertos, siempre que se cumplan los criterios de rigurosidad establecidos (Almanasreh et al., 2019; Balderas Sánchez et al., 2022). Durante la validación, los expertos tienen la facultad de sugerir modificaciones sobre los instrumentos que evalúan, lo cual permite fortalecer su diseño y mejorar su aplicabilidad en contextos específicos. Sin embargo, en este estudio participaron tres expertos debido a las limitaciones inherentes al proceso, lo que pudo haber influido en la capacidad estadística para obtener resultados consistentes en la segunda ronda de validación.

Por esta razón, se decidió desestimar los resultados de la segunda validación y concentrar los esfuerzos en ajustar los criterios evaluados durante la primera ronda. Asimismo, es importante destacar que el coeficiente de confiabilidad tiende a aumentar cuando los resultados son heterogéneos, mientras que una muestra con respuestas muy similares puede generar resultados poco concluyentes, debido a que las varianzas de los ítems y sus interrelaciones resultan demasiado pequeñas (Torres Leandro, 2021).

En el Anexo 7 se describe un quinto criterio de evaluación denominado pertinencia (C5), que inicialmente fue incluido en la validación. Sin embargo, el análisis estadístico de la primera validación reveló que este criterio no mostraba correlaciones consistentes con los demás evaluados (suficiencia, claridad, coherencia e importancia), afectando negativamente la consistencia interna del instrumento. Considerando que la limitada cantidad de expertos podría haber reducido la sensibilidad del análisis, se decidió eliminar el criterio de pertinencia (C5) del análisis estadístico.

Este ajuste metodológico permitió obtener un alfa de Cronbach de 0,76, un valor que indica una consistencia interna aceptable y una confiabilidad adecuada del instrumento. Este resultado confirmó que la inclusión del criterio de pertinencia impactaba negativamente en la medición global, validando la decisión de excluirlo para mejorar la robustez del instrumento.

### **3.7 Análisis de Datos**

El análisis de los datos se relaciona con el tipo de investigación y el objetivo del enfoque mixto empleado en la presente investigación, donde el análisis no está centrado en profundizar los resultados numéricos, sino en integrar tanto la pregunta como el desarrollo del proceso investigativo, tal como lo indica Hernández y Mendoza (2018).

La investigación emplea un tratamiento de estadística descriptiva, utilizando medidas de tendencia central y dispersión para la estimación de medidas promedio. Posteriormente, se aplica un análisis estadístico de correlación para la comprobación de hipótesis (Hernández González, 2021). Este enfoque permite identificar patrones y relaciones entre las variables medidas, y provee una visión general sobre los resultados obtenidos.

Complementariamente, se realiza un proceso de sistematización cualitativo que permite interpretar los datos e integrarlos al desarrollo de la presente investigación. Este análisis cualitativo se estructura bajo un sistema de codificación por medio de letras y/o números como representación de los datos (Ortega, 2023). Los instrumentos presentados resultan claves en esta etapa, ya que organizan y promueven un análisis riguroso de lo expuesto.

Para garantizar la calidad y precisión del análisis, se realiza una triangulación de datos, integrando las perspectivas cualitativas y cuantitativas. Esto busca aportar mayor validez a las interpretaciones al comparar y combinar los hallazgos obtenidos desde ambos enfoques. El análisis se llevó a cabo utilizando Microsoft Excel, una herramienta seleccionada por su accesibilidad, simplicidad y capacidad para realizar análisis estadísticos básicos, tabulación de datos y generación de gráficos esenciales para la interpretación. Aunque programas como SPSS o Atlas.ti ofrecen funcionalidades avanzadas, Excel resulta una opción eficiente y práctica para investigaciones en contextos más accesibles, sin requerir una capacitación especializada. A pesar de sus limitaciones, el uso de Excel se complementó con prácticas rigurosas, como el control exhaustivo de errores y la creación de respaldos periódicos para garantizar la integridad de los datos. Además, se utilizó AutoCAD para la elaboración de gráficos específicos en 2D y 3D.

Para el análisis de triangulación de datos y contrastar las hipótesis, se aplicó el coeficiente de correlación de Spearman ( $\rho$ ) que corresponde a estadísticos no paramétricos y permite el análisis de muestras pequeñas (menor a 30) (Mondragón Barrera, 2014), con el objetivo de identificar la relación entre las respuestas del cuestionario (pre y post-test) sobre las representaciones epistemológicas de los participantes (RM y RP) y las respuestas de los dispositivos diseñados para las sesiones del taller. Este análisis fue clave para evaluar si la implementación didáctica centrada en CSC diseñada influye en las representaciones epistemológicas del profesorado de química en formación, aportando una perspectiva integral al estudio.

### **3.8 Ética de la Investigación**

La investigación se enmarca dentro de un proceso ético que garantiza la protección de la información de cada uno de los participantes. Para ello, se cuenta con dos consentimientos informados: uno otorgado por la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación (UMCE)

y otro por el proyecto FONDECYT 1231325 (Anexo 8 y 9, respectivamente). Este proceso asegura que los participantes reciban toda la información relevante sobre el estudio, permitiéndoles tomar decisiones informadas y libres sobre su participación.

Los participantes son informados detalladamente de que los resultados del estudio, así como la información recopilada, serán publicados. Sin embargo, se asegura en todo momento que sus datos personales serán mantenidos de forma confidencial. En consecuencia, la identidad de los participantes no será revelada, y los datos personales serán resguardados, utilizándose un identificador alfanumérico único que permite desagregar los datos sin asociarlos a las personas. Además, se les informa que la participación en el estudio es completamente voluntaria y que los participantes pueden retirarse en cualquier momento sin ningún tipo de penalización. Se les garantiza que los datos recolectados podrán ser utilizados únicamente dentro de un plazo máximo de cinco años.

Finalmente, se proporcionan los datos de contacto de los investigadores responsables del proyecto, para que los participantes puedan resolver cualquier duda o consulta relacionada con la investigación. Este proceso garantiza la transparencia, el respeto y el resguardo de la privacidad de los participantes, en cumplimiento con las normativas éticas correspondientes.

## 4 Resultados, Análisis y Discusión

### 4.1 Estadística Descriptiva de los Datos

#### 4.1.1 Análisis general del cuestionario (pre y post-test).

Para el análisis del cuestionario, se considerarán únicamente los datos obtenidos para la dimensión 4, relacionada con la resolución de problemas científicos, dado que esta dimensión corresponde al foco central de este estudio y está alineada con los objetivos planteados para la investigación. A continuación, se presentan los resultados derivados de la implementación del cuestionario, cuyo propósito es determinar las representaciones epistemológicas de los profesores de química en formación que participaron (P). En la Tabla 8 se muestran los datos del pre-test y en la Tabla 9 del post-test, que incluyen los 10 enunciados (E) distribuidos de forma aleatoria entre las categorías de racionalismo positivista (RP) y racionalismo moderado (RM). Las respuestas de cada participante se registraron según la escala Likert de 4 puntos anteriormente descrita en el apartado de metodología.

**Tabla 8**

*Resultados pre-test Dimensión 4 "Resolución de problemas científicos"*

PARTICIPANTE	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
P1	4	1	4	1	4	4	1	4	4	1
P2	4	B	3	1	3	4	4	4	2	1
P3	3	4	4	1	4	4	4	2	4	1
P4	3	3	3	3	4	4	3	4	4	2
P5	3	2	3	2	4	3	4	3	3	2
P6	3	3	4	2	2	3	3	4	3	1
P7	3	3	3	1	3	3	3	4	4	1
P8	3	B	3	2	3	4	4	4	4	1

*Nota.* La asignación B indica que el participante no respondió el enunciado.

**Tabla 9**

*Resultados post-test Dimensión 4 "Resolución de problemas científicos"*

PARTICIPANTE	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
P1	4	3	4	4	4	3	3	4	4	3
P2	3	4	3	1	4	4	4	4	2	2
P3	4	4	3	2	4	3	4	3	4	1
P4	3	3	3	1	3	3	3	2	3	1
P5	4	2	3	2	4	3	3	3	4	1
P6	3	2	4	1	3	3	3	4	3	1
P7	3	4	3	3	4	4	3	3	4	2
P8	3	2	3	2	4	3	4	4	4	1

En las respuestas del cuestionario se identificaron dos valores faltantes (B), correspondientes a enunciados que no fueron respondidos por los participantes. Específicamente, en el enunciado E2 del pre-test, los participantes P2 y P8 no registraron una valoración, mientras que el post-test no registra valores faltantes.

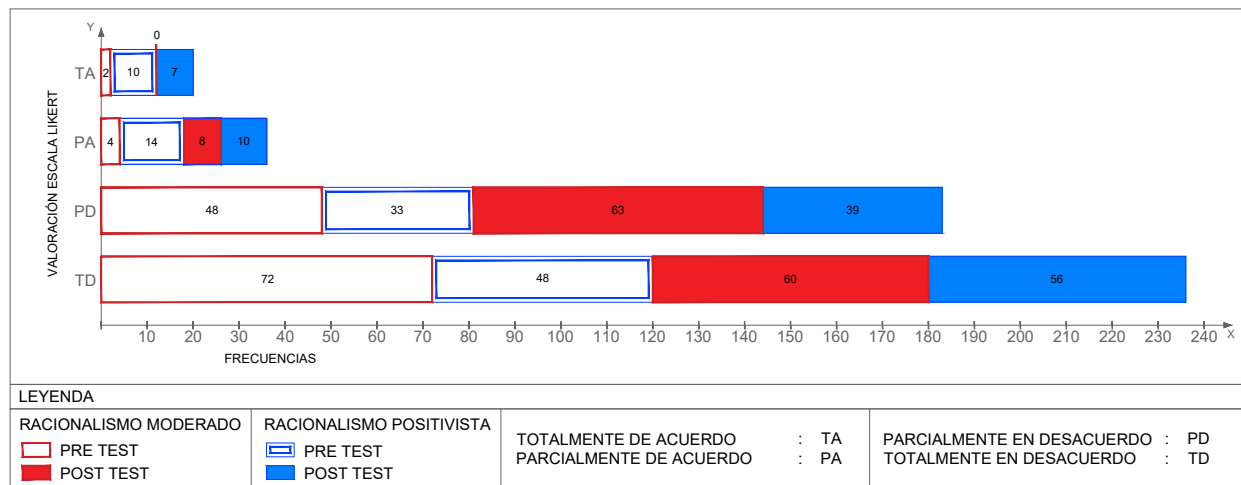
La Figura 12 presenta un consolidado de las valoraciones acumuladas de la escala Likert para los 10 enunciados correspondientes a la dimensión 4, tanto en el pre-test como en el post-test. De izquierda a derecha, se observan los datos correspondientes a los enunciados asociados al racionalismo moderado (RM) y al racionalismo positivista (RP) en el pre-test, seguidos de las respuestas a los mismos tipos de enunciados para el post-test. Este gráfico ofrece una visión general de las respuestas y valoraciones de los participantes para la dimensión en estudio, más allá de un análisis detallado de cada enunciado.

El propósito principal del gráfico es evidenciar la consistencia (o falta de ella) en las respuestas de los participantes antes y después de la implementación del taller. Tanto en la Figura 12 como en la Tabla 10, se observa un cambio neto entre post-test y pre-test (positivo o negativo) en todos los niveles de la escala Likert entre el pre-test y el post-test, siendo particularmente notable en los niveles "parcialmente de acuerdo" (PA) y "totalmente en desacuerdo" (TD). Por ejemplo, en el caso del racionalismo moderado en el pre-test, el valor acumulado para TD fue de 72, mientras que en el post-test este valor disminuyó significativamente a 60.

Estos cambios sugieren que, aunque no se puede hablar de una consistencia total en las respuestas de todos los participantes ya que es más bien una tendencia general de los datos, es posible inferir que la implementación del taller generó un punto de inflexión. Esto habría llevado a que, al menos algunos participantes, reconsideraran sus respuestas iniciales, lo cual podría ser interpretado como un indicio de que el taller propició algún grado de reflexión o cambio en sus perspectivas tras las dos sesiones realizadas, o bien podría deberse incluso a una mayor comprensión de los enunciados.

**Figura 12**

*Gráfico valoración escala Likert pre y post-test Dimensión 4 “Resolución de problemas científicos”*



Nota. Gráfico escalado y diseñado en AutoCAD.

**Tabla 10**

*Resultados cambio neto valoración escala Likert pre y post-test Dimensión 4 “Resolución de problemas científicos”*

ESCALA	PRE-TEST		POST-TEST		CAMBIO NETO (POST-TEST-PRE-TEST)	
	RM	RP	RM	RP	RM	RP
TA	2	10	0	7	-2	-3
PA	4	14	8	10	4	-4
PD	48	33	63	39	15	6
TD	72	48	60	56	-12	8
TOTAL ACUMUL.	126	105	131	112	5	7

La Tabla 11 presenta un análisis más específico, ya que detalla las variaciones individuales en las valoraciones de los 8 participantes respecto a los 10 enunciados de la dimensión 4 del cuestionario, tanto en el pre como en el post-test. Para ello, se calculó la suma acumulada de las valoraciones asignadas por cada participante y se determinó el cambio neto al restar los valores iniciales del pre-test de los valores obtenidos en el post-test, diferenciando entre racionalismo moderado (RM) y racionalismo positivista (RP).

**Tabla 11**

*Resultados por participante del cambio neto en la valoración escala Likert acumulativa pre y post-test Dimensión 4 “Resolución de problemas científicos”*

PARTICIPANTES	PRE-TEST		POST-TEST		CAMBIO NETO (POST-TEST-PRE-TEST)	
	RM	RP	RM	RP	RM	RP
P1	14	14	17	19	3	5
P2	16	10	19	12	3	2
P3	17	14	18	14	1	0
P4	17	16	14	11	-3	-5
P5	15	14	15	14	0	0
P6	16	12	15	12	-1	0
P7	16	12	17	16	1	4
P8	15	13	16	14	1	1
<b>TOTAL ACUMUL.</b>	126	105	131	112	5	7

Este análisis permite confirmar que todos los participantes evidenciaron alguna modificación en sus respuestas, ya sea en una o varias de ellas, tras la implementación del taller. Sin embargo, tal como se señaló previamente, los datos disponibles no permiten establecer de manera concluyente que dichas modificaciones (ya sean positivas o negativas) sean atribuibles directamente a la influencia del taller.

Por otro lado, resulta especialmente relevante observar que el cambio neto refleja un aumento mayor en las valoraciones asociadas al racionalismo positivista (RP) con 7 puntos, lo que contrasta con las expectativas iniciales de un aumento significativo en el racionalismo moderado (RM), que solo experimentó un aumento de 5 puntos, y una disminución en el racionalismo positivista. Este resultado podría interpretarse como un indicio de que, aunque las sesiones del taller promovieron reflexión y un leve incremento general de las valoraciones hacia RM, el aumento de forma simultánea de RP sugiere que las actividades desarrolladas durante el taller no resultaron ser lo suficientemente contundentes para redirigir la percepción de manera consistente hacía un enfoque RM.

#### **4.1.1.1 Análisis de pre-test.**

Para analizar de manera particular los datos de los participantes anteriormente expuestos en las Tablas 8 y 9, y así determinar la tendencia o inclinación de cada enunciado hacia racionalismo moderado (RM) o racionalismo positivista (RP), fue necesario transformar los valores y realizar agrupaciones específicas. Se asignaron valores porcentuales a las valoraciones

de la escala Likert de 4 niveles de cada participante de la siguiente manera: totalmente de acuerdo (100%), parcialmente de acuerdo (75%), parcialmente en desacuerdo (25%) y totalmente en desacuerdo (0%). Posteriormente, se calculó el promedio porcentual de cada enunciado considerando las respuestas de todos los participantes. La distribución de los enunciados es aleatoria entre RM y RP: los enunciados 1, 2, 6, 7 y 8 corresponden a RM, mientras que los enunciados 3, 4, 5, 9 y 10 corresponden a RP. Al calcular los porcentajes totales por enunciado, el promedio obtenido se asigna al tipo de racionalismo al que pertenece dicho enunciado, y la diferencia restante se atribuye al otro tipo de racionalismo. Por ejemplo, para el pre-test expuesto en la Tabla 12, el enunciado 4 (E4) obtuvo un promedio de 81,2%, que se asigna a RP debido a su enfoque, mientras que la diferencia (18,8%) se asigna a RM. Para facilitar el análisis, los valores de las categorías totalmente de acuerdo (TA) y parcialmente de acuerdo (PA) se agruparon, al igual que los de parcialmente en desacuerdo (PD) y totalmente en desacuerdo (TD), con el objetivo de obtener una tendencia general hacia RM o RP.

**Tabla 12**

*Porcentajes de enunciados de pre-test escala de valoración Likert Dimensión 4 "Resolución de problemas científicos"*

<b>PARTICIPANTE</b>	<b>E1 (RM)</b>	<b>E2 (RM)</b>	<b>E3 (RP)</b>	<b>E4 (RP)</b>	<b>E5 (RP)</b>	<b>E6 (RM)</b>	<b>E7 (RM)</b>	<b>E8 (RM)</b>	<b>E9 (RP)</b>	<b>E10 (RP)</b>
<b>P1</b>	100	0	100	0	100	100	0	100	100	0
<b>P2</b>	100	<i>B</i>	75	0	75	100	100	100	25	0
<b>P3</b>	75	100	100	0	100	100	100	25	100	0
<b>P4</b>	75	75	75	75	100	100	75	100	100	25
<b>P5</b>	75	25	75	25	100	75	100	75	75	25
<b>P6</b>	75	75	100	25	25	75	75	100	75	0
<b>P7</b>	75	75	75	0	75	75	75	100	100	0
<b>P8</b>	75	<i>B</i>	75	25	75	100	100	100	100	0
<b>RM</b>	<b>81,2</b>	<b>58,3</b>	<b>15,7</b>	<b>81,3</b>	<b>18,8</b>	<b>90,6</b>	<b>78,1</b>	<b>87,5</b>	<b>15,7</b>	<b>93,8</b>
<b>RP</b>	<b>18,8</b>	<b>41,7</b>	<b>84,3</b>	<b>18,7</b>	<b>81,2</b>	<b>9,4</b>	<b>21,9</b>	<b>12,5</b>	<b>84,3</b>	<b>6,2</b>

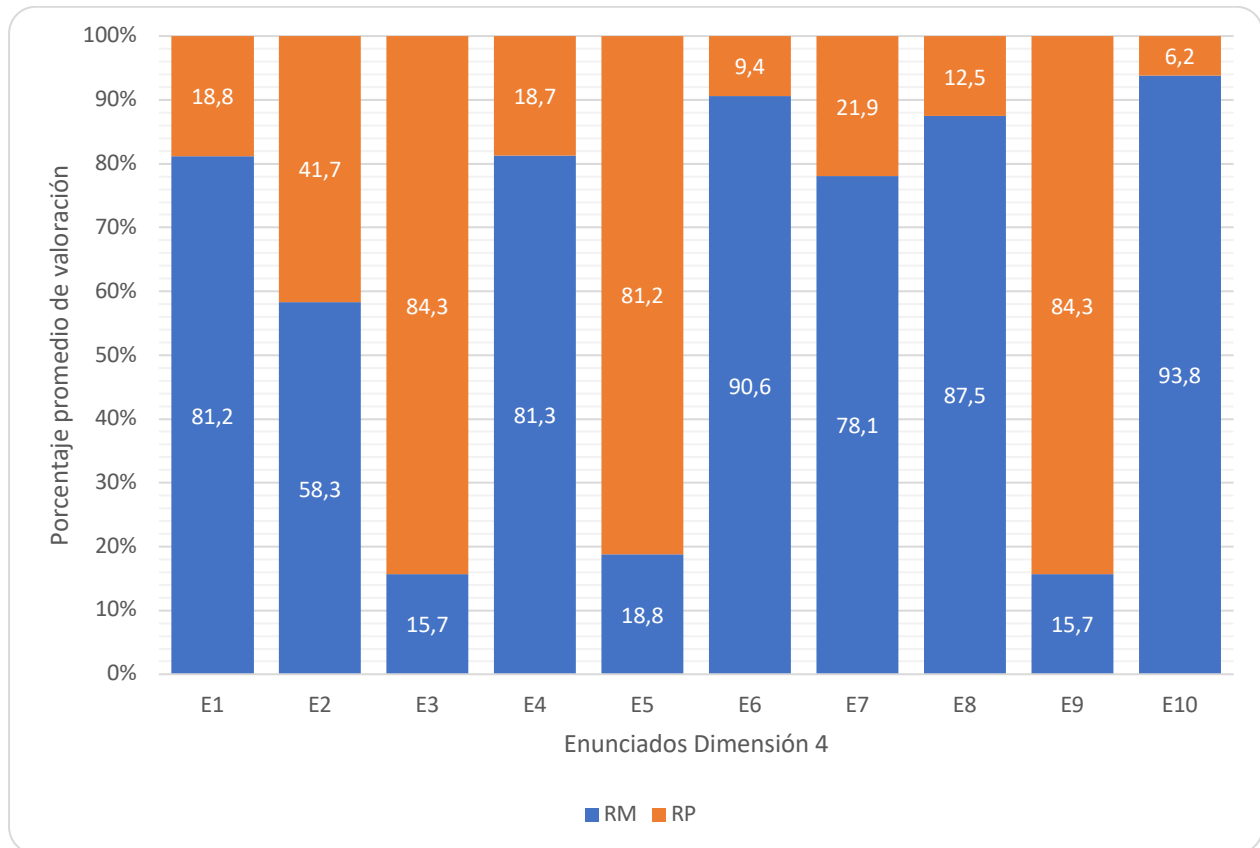
*Nota.* La asignación *B* indica que el participante no respondió el enunciado.

En el caso específico del enunciado 2 (E2) durante el pre-test, se excluyeron del cálculo los datos marcados como *B*, ya que no aportan información sobre la tendencia de respuesta. Los cálculos de E2 reflejan únicamente las respuestas válidas de los seis participantes restantes. A pesar de esta exclusión, los porcentajes calculados para E2 son representativos, dado que los datos faltantes constituyen solo un 25% del total esperado para este enunciado. Este porcentaje reducido asegura que los resultados globales no se vean significativamente alterados y permite mantener la consistencia del análisis general.

Para ofrecer un panorama más visual del análisis de datos, se elaboró el gráfico de la Figura 13, que muestra el comportamiento general de los participantes en relación con RP y RM para el pre-test, desglosado por cada enunciado, lo que facilita su interpretación y análisis.

**Figura 13**

*Gráfico porcentajes de enunciados de pre-test valoración escala Likert Dimensión 4 "Resolución de problemas científicos"*



El análisis del gráfico revela información significativa sobre las tendencias de los participantes. En particular, los enunciados E1, E4, E6, E7, E8 y E10 muestran una clara predominancia del racionalismo moderado, con valores que superan ampliamente el 50%. Este resultado es consistente con las expectativas para los enunciados E1, E6, E7 y E8, los cuales están diseñados con un enfoque explícito hacia el racionalismo moderado (RM). Sin embargo, resulta especialmente interesante observar que los enunciados E4 y E10, a pesar de tener un enfoque hacia el racionalismo positivista (RP), también presentan una inclinación predominante hacia RM en las respuestas de los participantes.

Por su parte, el enunciado E4, que afirma *"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)"*, y el E10, que plantea *"Un buen problema científico (química, biología, entre otras) es aquel que siempre conduce a un resultado numérico"*, están claramente asociados al enfoque RP. Sin embargo, la tendencia hacia RM en el pre-test sugiere que los participantes no limitan su concepción de la ciencia y la resolución de problemas científicos a lo meramente conceptual, formal o exacto. Por el contrario, esta inclinación hacia RM indica que los participantes conciben la ciencia como un campo más amplio e integral, que incorpora diversos aspectos más allá de lo puramente cuantitativo o normativo. Estos resultados podrían reflejar una predisposición inicial del profesorado en formación hacia una visión más holística de la ciencia, lo que podría influir en sus futuras prácticas docentes, especialmente en contextos donde la enseñanza científica busca ir más allá del aprendizaje mecánico y promover un entendimiento más profundo y crítico. Esta tendencia está en línea con lo señalado por Porro (2022), quien destaca la importancia de que los futuros docentes enseñen de manera innovadora. Según Porro, el desafío radica en que, lamentablemente, aún se sigue enseñando de la misma forma en que se aprendió, lo que perpetúa un modelo tradicional de enseñanza de las ciencias.

El enunciado E2 *"Los problemas diseñados para la actividad científica en el aula universitaria son problemas, sólo si surgen del mundo real del profesorado en formación"*, presenta una predominancia hacia el racionalismo moderado (RM), con un porcentaje del 58,3%. Sin embargo, es significativo que el racionalismo positivista (RP) registre un porcentaje considerablemente elevado, alcanzando un 41,7%, sugiriendo que, aunque la mayoría de los participantes consideran que los problemas científicos en el aula universitaria deberían estar vinculados al mundo real del profesorado en formación, como plantea el RM, un grupo importante no comparte completamente esta visión, percibiendo estos problemas como desconectados de su entorno más próximo y real. Este resultado podría reflejar experiencias previas en las que los problemas planteados en el ámbito académico no estaban relacionados con el contexto cotidiano de los participantes, lo que podría influir en su percepción general sobre el diseño de actividades científicas. Por otro lado, es importante considerar que dos participantes, P2 y P8, no respondieron a este enunciado, lo que podría indicar que hubo cierta confusión en la

interpretación del mismo. En este sentido, la inclusión de la palabra "sólo", que tiene un carácter absolutista, podría haber generado dudas o dificultades para valorar el enunciado, ya que limita la interpretación a una condición exclusiva.

Los enunciados E3, E5 y E9, de carácter racionalismo positivista (RP) que reflejan una visión mecanicista y normativa de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, muestran porcentajes significativamente altos, superiores al 80% en este enfoque, lo cual contrasta con lo que se esperaría en el contexto del estudio. Este resultado sugiere que estas perspectivas podrían estar profundamente arraigadas en las experiencias académicas previas del profesorado en formación y Además, plantea la posibilidad de que estas prácticas tradicionales persistan en el tiempo, trasladándose eventualmente a sus futuras prácticas docentes en el aula.

#### **4.1.1.2 Análisis del post-test.**

Respecto a los datos del post-test, se aplicó el mismo procedimiento descrito previamente para analizar los datos del pre-test. Los resultados obtenidos se detallan en la Tabla 13 y se ilustran gráficamente en la Figura 14, proporcionando una representación clara de las tendencias y variaciones observadas tras la implementación de ambas sesiones del taller.

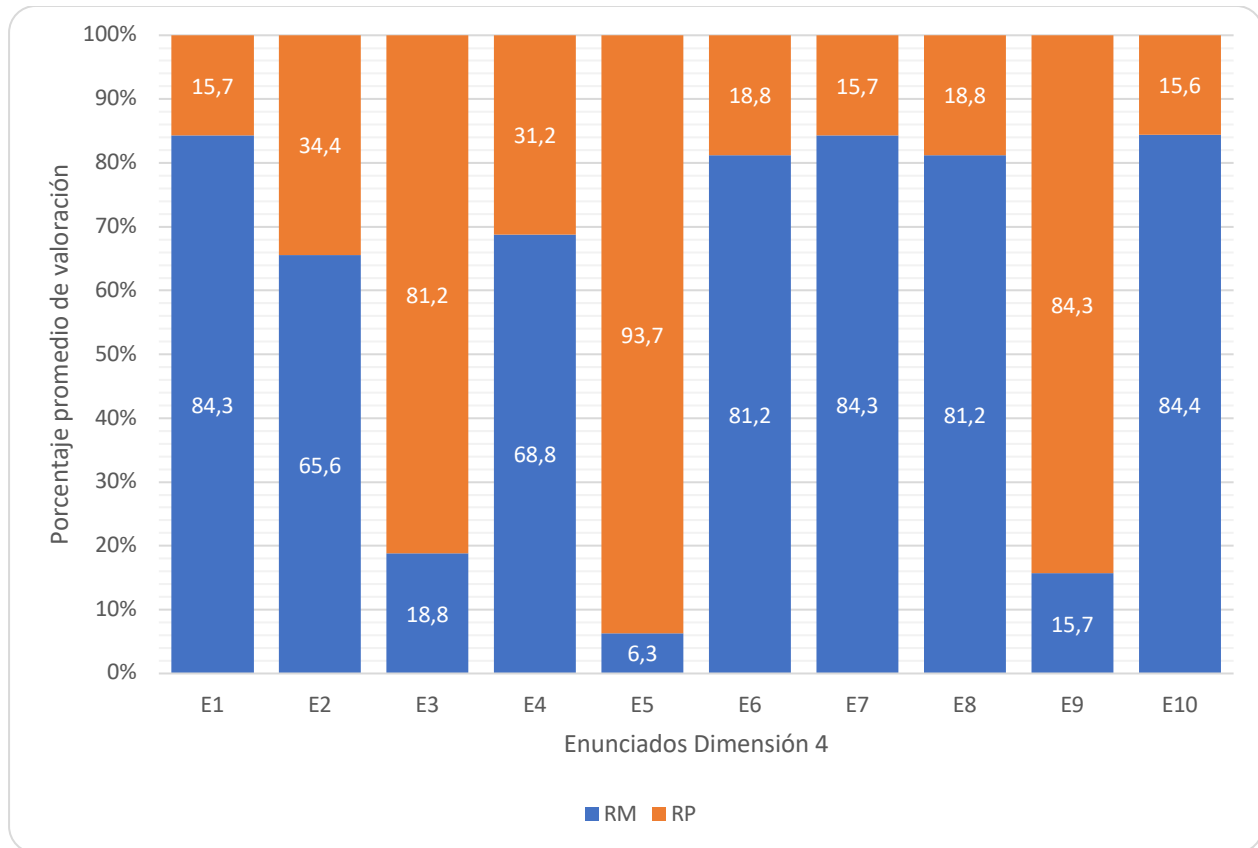
**Tabla 13**

*Porcentajes de enunciados de post-test escala de valoración Likert Dimensión 4 "Resolución de problemas científicos"*

<b>PARTICIPANTE</b>	<b>E1 (RM)</b>	<b>E2 (RM)</b>	<b>E3 (RP)</b>	<b>E4 (RP)</b>	<b>E5 (RP)</b>	<b>E6 (RM)</b>	<b>E7 (RM)</b>	<b>E8 (RM)</b>	<b>E9 (RP)</b>	<b>E10 (RP)</b>
<b>P1</b>	100	75	100	100	100	75	75	100	100	75
<b>P2</b>	75	100	75	0	100	100	100	100	25	25
<b>P3</b>	100	100	75	25	100	75	100	75	100	0
<b>P4</b>	75	75	75	0	75	75	75	25	75	0
<b>P5</b>	100	25	75	25	100	75	75	75	100	0
<b>P6</b>	75	25	100	0	75	75	75	100	75	0
<b>P7</b>	75	100	75	75	100	100	75	75	100	25
<b>P8</b>	75	25	75	25	100	75	100	100	100	0
<b>RM</b>	<b>84,3</b>	<b>65,6</b>	<b>18,8</b>	<b>68,8</b>	<b>6,3</b>	<b>81,2</b>	<b>84,3</b>	<b>81,2</b>	<b>15,7</b>	<b>84,4</b>
<b>RP</b>	<b>15,7</b>	<b>34,4</b>	<b>81,2</b>	<b>31,2</b>	<b>93,7</b>	<b>18,8</b>	<b>15,7</b>	<b>18,8</b>	<b>84,3</b>	<b>15,6</b>

**Figura 14**

*Gráfico porcentajes de enunciados de post-test valoración escala Likert Dimensión 4 "Resolución de problemas científicos"*



El análisis de los resultados se centra en la tendencia hacia el Racionalismo Moderado (RM) entre el pre-test y el post-test, ya que este enfoque constituye el objetivo general del cuestionario, especialmente tras la implementación de las dos sesiones del taller con un enfoque en controversias sociocientíficas (CSC).

Algunos enunciados evidenciaron incrementos en la tendencia hacia el RM, aunque estos cambios fueron heterogéneos. El enunciado E1 mostró un aumento del 3,1%, lo que sugiere un ajuste leve hacia una concepción más reflexiva del aprendizaje científico, aunque su impacto es limitado. Por su parte, el enunciado E2 presentó un incremento significativo del 7,3%, siendo el de mayor variación positiva. Este resultado, combinado con la ausencia de participantes sin respuesta en el post-test, sugiere que las actividades del taller lograron fomentar una mejor comprensión de este enunciado, facilitando un cambio más pronunciado hacia el RM. Asimismo, los enunciados E3 y E7 evidenciaron incrementos del 3,1% y 6,2%, respectivamente, reflejando

un avance moderado en la adopción de una visión más contextual y amplia del aprendizaje y la resolución de problemas científicos. Sin embargo, estos avances no lograron compensar las disminuciones observadas en otros enunciados.

En contraste, varios enunciados mostraron una disminución en la orientación hacia el RM, evidenciando un retroceso hacia el Racionalismo Positivista (RP), lo cual contradice las expectativas iniciales del taller. Los enunciados E4 y E5 registraron descensos significativos del 12,5%, lo que es especialmente preocupante debido a que ambos promueven una crítica a los enfoques reduccionistas típicos del RP. Este comportamiento sugiere que algunos participantes reforzaron concepciones mecanicistas, probablemente influidos por experiencias educativas tradicionales previas. Asimismo, los enunciados E6, E8 y E10 también presentaron descensos notables de 9,4%, 6,3% y 9,4%, respectivamente, los cuales están vinculados a una percepción más integral de los problemas científicos. Esto indica que el taller no logró abordar suficientemente las concepciones asociadas al RP, limitando su impacto.

El enunciado E9, por su parte, no mostró ninguna variación entre el pre-test y el post-test, lo que refleja estabilidad en las concepciones de los participantes respecto a este tema. Esta inmutabilidad podría interpretarse como resistencia al cambio en áreas donde las concepciones previas están profundamente arraigadas o no fueron abordadas de manera adecuada durante el taller.

En términos generales, los datos revelan una disminución neta en la orientación hacia el RM tras la implementación del taller, lo que contradice las expectativas iniciales de un aumento significativo en esta dimensión. Aunque algunos enunciados mostraron incrementos positivos, estos fueron superados por descensos más marcados en otros, lo que pone en evidencia que los objetivos del taller no lograron transformar de manera uniforme las representaciones epistemológicas de los participantes.

Este comportamiento puede atribuirse a diversos factores, como la influencia de experiencias educativas previas, que perpetúan una visión mecanicista y normativa del aprendizaje en ciencias (Roa Rocha, 2021), o a limitaciones en el diseño del taller, que no ofreció oportunidades suficientes para cuestionar y transformar concepciones preexistentes. Además, es plausible que la duración del taller haya sido insuficiente para generar cambios profundos en las

representaciones epistemológicas de los participantes, ya que dos sesiones cortas son insuficientes para lograr un cambio consistente en estas áreas. Por tanto, es evidente la necesidad de ajustar las estrategias pedagógicas en futuras implementaciones, incorporando actividades diseñadas para confrontar y reflexionar sobre las prácticas docentes tradicionales y su relación con las concepciones de resolución de problemas científicos. Además, resulta imprescindible reflexionar sobre la participación de terceros en la implementación del taller, ya que, aunque se contó con expertos en el área controversial (Astrominería y geoquímica de los minerales) abordada durante las sesiones, no necesariamente estaban vinculados directamente al enfoque epistemológico del racionalismo moderado ni al trabajo específico con CSC, lo que podría haber limitado el alcance de la intervención.

#### 4.1.2 Análisis de los dispositivos del taller D2.1 y D2.2.

A partir de la implementación del taller, desarrollado en dos sesiones con los dispositivos correspondientes para la recolección de datos, se tabularon las respuestas obtenidas en los cinco ítems diseñados específicamente para este propósito, como se muestra previamente en la Tabla 5 del apartado metodológico. En este análisis se consideraron solo las preguntas orientadas a recolectar información sobre la resolución de problemas científicos. Específicamente, las preguntas 2, 3 y 4 corresponden a la dimensión D2.1, mientras que las preguntas 2, 3, 4, 6 y 7 se relacionan con la dimensión D2.2. La transcripción de las respuestas completas de ambos dispositivos se presentan en los Anexos 10 y 11, pero el resumen de los resultados, junto con sus frecuencias acumuladas, se detalla a continuación en la Tabla 14.

**Tabla 14**

*Respuestas acumuladas para los dispositivos D2.1 y D2.2 del taller*

<b>PARTICIPANTE</b>	<b>IT1</b>	<b>IT2</b>	<b>IT3</b>	<b>IT4</b>	<b>IT5</b>	<b>Σ TOTAL</b>
<b>P1</b>	1	2	0	0	0	3
<b>P2</b>	1	2	0	1	1	5
<b>P3</b>	0	1	1	1	1	4
<b>P4</b>	1	1	2	2	2	8
<b>P5</b>	0	2	0	2	0	4
<b>P6</b>	2	1	1	0	1	5
<b>P7</b>	1	0	1	1	2	5
<b>P8</b>	1	1	2	1	2	7
<b>Σ TOTAL</b>	7	10	7	8	9	41

A partir de los datos obtenidos, se observan frecuencias bastante similares entre todos los participantes, a excepción de los participantes P4 y P8, quienes registran valores ligeramente más altos en comparación con los demás, lo que indica que sus respuestas se alinearon más estrechamente con el enfoque de resolución de problemas científicos, o bien, consiguen respuestas más elaboradas y conformes a lo que se solicita.

Además, se destaca que el ítem 2 (IT2) *“Relaciona las problemáticas científicas trabajadas con el mundo real en el que se desenvuelven los docentes en formación”* recibió la mayor cantidad de menciones, con un total de 10, lo que sugiere que los participantes atribuyen gran importancia a su entorno inmediato y a la contextualización de la ciencia desde esa perspectiva. A continuación, el ítem 5 (IT5) *“Afirma que en la universidad se debe enseñar a resolver problemas científicos de manera racional y razonable”* acumuló 9 menciones, lo que advierte que los participantes también consideran fundamental que la resolución de problemas científicos se aborde tanto desde la teoría y los marcos conceptuales, como con un contexto y una lógica adecuados. En relación con esto, el ítem 4 (IT4) *“Sugiere que, para abordar situaciones problemáticas en la construcción de conocimientos, se debe considerar el lenguaje cotidiano y cercano”* obtuvo una frecuencia de 8, reforzando la idea de la importancia de acercar la ciencia a un contexto familiar, utilizando un lenguaje sencillo que facilite la comprensión y fomente un mayor involucramiento en la resolución de diversas problemáticas.

Finalmente, el ítem 1 (IT1) *“Menciona cómo la posible resolución de problemas se presenta como el eje central de los procesos de desarrollo profesional del docente”* y el ítem 3 (IT3) *“Promueve la resolución o el abordaje de los problemas científicos involucrando conceptos teóricos compartidos entre distintas asignaturas”* registraron una frecuencia de 7. Las respuestas indican que en la formación docente, la resolución de problemas científicos no ocupa un lugar central y que son pocos los participantes que mencionan específicamente la integración de otras disciplinas para abordar las problemáticas científicas, entonces, probablemente, la universidad no otorga a este aspecto la profundidad e importancia necesarias en la formación docente.

En cuanto a los participantes P1 y P5, ambos no registraron respuestas en tres de los ítems evaluados, lo que podría indicar que sus respuestas fueron superficiales o carecieron de profundidad. Además, podría interpretarse como una falta de seriedad en el abordaje de los

dispositivos de evaluación. Por ejemplo, el P1, en respuesta a la pregunta 3 del D2.2, menciona “Legislaciones. Medioambiente espacial”, lo cual no muestra una elaboración clara ni coherente con la pregunta planteada, evidenciando una falta de desarrollo en su análisis.

## **4.2 Triangulación de Datos**

### **4.2.1 Relación entre cuestionario y dispositivos del taller.**

El primer acercamiento al análisis conjunto de los datos se centra en la relación entre las representaciones epistemológicas (RM y RP) y las respuestas obtenidas a partir del análisis de los dispositivos del taller (D2.1 y D2.2). Para este análisis, partimos del supuesto de que tanto las preguntas de los dispositivos como los ítems creados para la tabulación de respuestas fueron diseñados a partir de los enunciados del cuestionario y los conceptos de la dimensión de estudio. En particular, se tomaron los enunciados E1, E2, E6, E7 y E8 de la dimensión 4 "resolución de problemas científicos" del cuestionario, los cuales comparten un enfoque de racionalismo moderado (RM). Esta decisión metodológica se basa en la premisa de que las respuestas esperadas deberían alinearse con este enfoque, el cual sostiene que, para comprender una teoría científica, es esencial entender cómo los científicos la utilizan en sus discusiones y contextos, explicando las decisiones científicas desde criterios propios y no solo desde una racionalidad estricta (Quintanilla-Gatica et al., 2020; Quintanilla-Gatica, 2023b). Esto contrasta con el enfoque de racionalismo positivista (RP), que se centra en la justificación y validación del conocimiento científico a través de la lógica, la coherencia y la verificación empírica, sin profundizar en cómo se descubre ese conocimiento (Quintanilla-Gatica et al., 2020; Quintanilla-Gatica, 2023b).

Por lo tanto, podemos afirmar que existe una relación directa y consistente entre los enunciados del cuestionario y las preguntas diseñadas para el taller. Estas últimas buscan obtener respuestas alineadas con un racionalismo moderado, que valore tanto la teoría como la contextualización del conocimiento en el mundo real en el que la ciencia se desarrolla e interpreta. Sin embargo, a pesar de esta relación directa, las frecuencias obtenidas de los dispositivos, como se mencionó en el apartado anterior, muestran que las menciones a ideas relacionadas con el racionalismo moderado son escasas, coincidiendo con los resultados generales del análisis del cuestionario tanto en el pre como en el post-test, donde el enfoque RP

prevalece sobre el RM, lo cual contrasta con lo esperado y deseado. Este fenómeno podría explicarse por la persistencia de prácticas tradicionales asociadas al enfoque RP, que parecen estar fuertemente arraigadas en las experiencias previas de los docentes participantes. Esta influencia se refleja tanto en su manera de responder como en su forma de interpretar los escenarios de construcción del conocimiento científico, y es probable que también impacte en su futura práctica docente.

Resulta necesario también hacer hincapié en que en un estudio cualitativo los análisis y conclusiones dependen en gran medida de los criterios y perspectivas del investigador. Esto implica que un mismo instrumento, así como las respuestas obtenidas, podrían arrojar resultados distintos si otro investigador aplicara diferentes enfoques o interpretaciones a los criterios del instrumento. En este contexto, la interpretación se fundamenta en la ambigüedad inherente del objeto de estudio, lo que requiere que el investigador desarrolle un proceso reflexivo y crítico. Según Aguirre y Jaramillo (2015), esta reflexión se apoya en la capacidad del intérprete para formular conjeturas y significados en torno al fenómeno en estudio, reconociendo que los resultados cualitativos son, en parte, una construcción del propio investigador.

#### **4.2.2 Correlación de datos: interpretación coeficiente de Spearman.**

Como señalan Hernández Sampieri y Mendoza (2018), el coeficiente rho de Spearman ( $\rho$ ), también representado como  $r_s$ , es una medida de correlación diseñada para analizar variables en un nivel de medición ordinal, donde los datos pueden organizarse en rangos o jerarquías, y es un coeficiente muy útil cuando la muestra es menor a 30 (Mondragón Barrera, 2014). Este coeficiente se calcula según la siguiente fórmula:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

Este coeficiente es particularmente útil para relacionar estadísticamente escalas tipo Likert, como la de 4 niveles empleada en la presente investigación. El rango del coeficiente oscila entre -1,0 que indica una correlación negativa perfecta, y +1,0 que señala una correlación positiva perfecta, mientras que un valor de 0 refleja la ausencia de relación entre las variables. Los autores

son enfáticos en destacar que el coeficiente  $r_s$  describe únicamente el grado de relación entre las variables, pero no determina su significancia estadística.

Para evaluar la significancia estadística, Hernández Sampieri y Mendoza (2018) explican que se utiliza un nivel de significancia ( $\alpha$ ), el cual representa la probabilidad de cometer un error al rechazar una hipótesis nula verdadera. En esta investigación, se adopta un nivel de significancia de 0,05, lo que implica un margen del 5% de error aceptable. Además, se emplea la *prueba t* para calcular el *valor p*, una medida que permite determinar si las diferencias observadas entre dos grupos son estadísticamente significativas. Este valor *t* se calcula según la siguiente fórmula:

$$t = r_s \sqrt{\frac{n - 2}{1 - r_s^2}}$$

Particularmente, en este estudio el coeficiente de correlación de Spearman se emplea para dos propósitos principales. Primero, se analiza la relación entre las valoraciones acumuladas de racionalismo moderado (RM) y racionalismo positivista (RP) en el pre y post-test, con el fin de determinar si el taller produjo algún cambio significativo en las tendencias hacia alguno de los enfoques. Segundo, se evalúa la relación entre las respuestas a los dispositivos del taller y las variaciones en RM y RP entre el pre y post-test. Una correlación positiva entre las actividades del taller y los cambios en los enfoques sugeriría que el taller tuvo un impacto esperado en las percepciones de los participantes. En contraste, una correlación baja o nula podría indicar que el taller no generó cambios significativos o que estos no están directamente vinculados a las actividades realizadas.

#### **4.2.2.1 Correlación pre-test: RM vs RP.**

Durante la aplicación del cuestionario como pre-test, la implementación didáctica del taller aún no se había desarrollado. Por lo tanto, la correlación entre los tipos de racionalismo moderado (RM) y racionalismo positivista (RP) en esta etapa refleja exclusivamente la relación inicial entre ambos tipos de representaciones epistemológicas de los participantes. Para este análisis, se plantearon las siguientes hipótesis:

- **Hipótesis nula ( $H_0$ ):** No existe correlación significativa entre RM y RP en el pre-test.
- **Hipótesis alternativa ( $H_a$ ):** Existe una correlación significativa entre RM y RP en el pre-test.

El análisis comenzó asignando rangos a cada valor de RM y RP de los participantes, organizando los datos de manera ascendente y asignando una posición. Posteriormente, se calculó la diferencia ( $d_i$ ) entre los rangos de RM y RP para cada participante. La Tabla 15 presenta un resumen de estos datos.

**Tabla 15**

*Rangos de RM y RP de pre-test para cálculo del coeficiente de Spearman*

PARTICIPANTES	RM	RANGO RM	RP	RANGO RP	$d_i$	$d_i^2$
P1	14	1	14	6	-5	25
P2	16	5	10	1	4	16
P3	17	7,5	14	6	1,5	2,25
P4	17	7,5	16	8	-0,5	0,25
P5	15	2,5	14	6	-3,5	12,25
P6	16	5	12	2,5	2,5	6,25
P7	16	5	12	2,5	2,5	6,25
P8	15	2,5	13	4	-1,5	2,25

Con base en esta información, se calculó el coeficiente rho de Spearman ( $r_s$ ), obteniendo un valor de 0,161. Este resultado indica una correlación positiva media entre RM y RP para el pre-test (Mondragón Barrera, 2014).

Adicionalmente, se realizó la *prueba t* para determinar el *valor p*, obteniendo un valor de 0,399. Al comparar este resultado con el valor crítico de *t*, establecido en 2,447 para un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$  y con 6 grados de libertad, se confirmó que la correlación observada entre RM y RP en el pre-test no es estadísticamente significativa, dado que *t* calculado no supera el valor crítico.

En consecuencia, se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ), y se rechaza la hipótesis alternativa ( $H_a$ ), lo que indica que, antes de la implementación del taller, no existía una asociación significativa entre las representaciones epistemológicas relacionadas con RM y RP en los participantes.

#### **4.2.2.2 Correlación post-test: RM vs RP.**

Para el post-test, los participantes ya habían completado ambas sesiones del taller, lo que permite analizar si la relación entre RM y RP experimentó algún cambio a raíz de la

implementación. El procedimiento para calcular el coeficiente de Spearman sigue el mismo enfoque que se detalló en el apartado anterior, y para ello se definen dos nuevas hipótesis:

- **Hipótesis nula (H0):** No existe correlación significativa entre RM y RP en el post-test.
- **Hipótesis alternativa (Ha):** Existe una correlación significativa entre RM y RP en el post-test.

La Tabla 16 presenta un resumen de los rangos asignados tanto para RM como para RP, junto con su respectiva diferencia.

**Tabla 16**

*Rangos de RM y RP de post-test para cálculo del coeficiente de Spearman*

PARTICIPANTES	RM	RANGO RM	RP	RANGO RP	$d_i$	$d_i^2$
P1	17	5,5	19	8	-2,5	6,25
P2	19	8	12	2,5	5,5	30,25
P3	18	7	14	5	2	4
P4	14	1	11	1	0	0
P5	15	2,5	14	5	-2,5	6,25
P6	15	2,5	12	2,5	0	0
P7	17	5,5	16	7	-1,5	2,25
P8	16	4	14	5	-1	1

En relación a la información expuesta, se calculó el coeficiente rho de Spearman ( $r_s$ ), obteniendo un valor de 0,405. Este resultado indica una correlación positiva media entre RM y RP para el post-test (Mondragón Barrera, 2014).

El valor p obtenido a partir de la *prueba t* fue de 1,084. Al comparar este resultado con el valor crítico de *t*, establecido en 2,447 para un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$  y con 6 grados de libertad, se confirmó que la correlación observada entre RM y RP en el post-test no es estadísticamente significativa, dado que *t* calculado no supera el valor crítico.

En consecuencia, se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ), y se rechaza la hipótesis alternativa ( $H_a$ ), lo que indica que, luego de la implementación del taller, no existe una asociación significativa entre las representaciones epistemológicas relacionadas con RM y RP en los participantes.

#### **4.2.2.3 Correlación RM pre y post-test.**

Para revisar si existe relación entre los valores de RM previos a la implementación del taller en el pre-test y los valores posteriores en el post-test, luego de la implementación del taller,

se sigue el mismo procedimiento para calcular el coeficiente de Spearman descrito en el apartado anterior. Para ello, se definen las siguientes hipótesis:

- **Hipótesis nula (H0):** No existe correlación significativa entre RM del pre y post-test.
- **Hipótesis alternativa (Ha):** Existe una correlación significativa entre RM del pre y post-test.

La Tabla 17 presenta un resumen de los rangos asignados tanto para RM del pre-test como para RM para el post-test, junto con su respectiva diferencia.

**Tabla 17**

*Rangos de RM pre y post-test para cálculo del coeficiente de Spearman*

PARTICIPANTES	RM pre-test	RANGO RM		RANGO RM post-test	$d_i$	$d_i^2$
		pre-test	RM post-test			
P1	14	1	17	5,5	4,5	20,25
P2	16	5	19	8	3	9
P3	17	7,5	18	7	-0,5	0,25
P4	17	7,5	14	1	-6,5	42,25
P5	15	2,5	15	2,5	0	0
P6	16	5	15	2,5	-2,5	6,25
P7	16	5	17	5,5	0,5	0,25
P8	15	2,5	16	4	1,5	2,25

En relación a lo anterior, se calculó el coeficiente rho de Spearman ( $r_s$ ), obteniendo un valor de 0,042. Este resultado indica una correlación positiva muy débil entre RM para el pre y post-test ya que el valor obtenido es cercano a 0 (Mondragón Barrera, 2014).

El valor p obtenido a partir de la *prueba t* fue de 0,102. Al comparar este resultado con el valor crítico de *t*, establecido en 2,447 para un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$  y con 6 grados de libertad, se confirmó que la correlación observada entre RM del pre y post-test no es estadísticamente significativa, dado que *t* calculado es muy pequeño y no supera el valor crítico.

En consecuencia, se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ), y se rechaza la hipótesis alternativa ( $H_a$ ), lo que indica que, luego de la implementación del taller no existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula, es decir, no existe una correlación significativa entre los valores de RM para el pre y post-test y, en comparación con  $r_s$  que mantiene una correlación positiva pero muy débil, entonces, se apoya la conclusión de que la relación entre ambas variables es casi inexistente.

#### 4.2.2.4 Correlación RP pre y post-test.

Para revisar si existe relación entre los valores de RP previos a la implementación del taller en el pre-test y los valores posteriores en el post-test, luego de la implementación del taller, se sigue el mismo procedimiento para calcular el coeficiente de Spearman descrito en el apartado anterior. Para ello, se definen las siguientes hipótesis:

- **Hipótesis nula (H0):** No existe correlación significativa entre RP del pre y post-test.
- **Hipótesis alternativa (Ha):** Existe una correlación significativa entre RP del pre y post-test.

La Tabla 18 presenta un resumen de los rangos asignados tanto para RP del pre-test como para RP para el post-test, junto con su respectiva diferencia.

**Tabla 18**

*Rangos de RP pre y post-test para cálculo del coeficiente de Spearman*

PARTICIPANTES	RP pre-test	RANGO RP		RANGO RP post-test	$d_i$	$d_i^2$
		pre-test	RP post-test			
P1	14	6	19	8	2	4
P2	10	1	12	2,5	1,5	2,25
P3	14	6	14	5	-1	1
P4	16	8	11	1	-7	49
P5	14	6	14	5	-1	1
P6	12	2,5	12	2,5	0	0
P7	12	2,5	16	7	4,5	20,25
P8	13	4	14	5	1	1

En relación a lo anterior, se calculó el coeficiente rho de Spearman ( $r_s$ ), obteniendo un valor de 0,065. Este resultado indica una correlación positiva débil entre RP para el pre y post-test (Mondragón Barrera, 2014). Entonces, no hay una relación fuerte ni clara entre los valores de RP antes y después de la implementación del taller.

El valor p obtenido a partir de la *prueba t* fue de 0,161. Al comparar este resultado con el valor crítico de *t*, establecido en 2,447 para un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$  y con 6 grados de libertad, se confirmó que la correlación observada entre RP del pre y post-test no es estadísticamente significativa, dado que *t* calculado es considerablemente menor al valor crítico.

En consecuencia, se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ), y se rechaza la hipótesis alternativa ( $H_a$ ), lo que indica que, luego de la implementación del taller, no se observa evidencia estadística

suficiente para afirmar que existe una correlación significativa entre las respuestas asociadas al RP del pre y post-test, por tanto, el taller no logró provocar un cambio sustancial luego de su implementación.

#### 4.2.2.5 Relación $\Delta RM$ vs dispositivos del taller.

Finalmente para revisar si existe una relación entre los valores de RM antes y después de la implementación del taller con enfoque en CSC, se sigue el mismo procedimiento para calcular el coeficiente de Spearman descrito en los apartados anteriores. Para ello, se retoman las siguientes hipótesis planteadas en la metodología:

- **Hipótesis Nula ( $H_0$ ):** No existe una correlación entre una implementación didáctica centrada en controversias sociocientíficas y el racionalismo moderado del profesorado de química en formación sobre la resolución de problemas científicos.
- **Hipótesis Alternativa ( $H_a$ ):** Existe una correlación entre una implementación didáctica centrada en controversias sociocientíficas sobre la resolución de problemas científicos y el racionalismo moderado del profesorado de química en formación sobre la resolución de problemas científicos.

La Tabla 19 presenta un resumen de los rangos asignados tanto para la diferencia entre RM pre-test y RM post-test, junto con los rangos asociados a las frecuencias obtenidas de las respuestas de los dispositivos D2.1 y D2.2 de ambas sesiones del taller.

**Tabla 19**

*Rangos de  $\Delta RM$  y frecuencias dispositivos taller para cálculo del coeficiente de Spearman*

PARTICIPANTES	$\Delta RM$	RANGO $\Delta RM$	FRECUENCIAS	RANGO	$d_i$	$d_i^2$
			TALLER	FRECUENCIAS		
P1	3	7,5	3	1	-6,5	42,25
P2	3	7,5	5	5	-2,5	6,25
P3	1	5	4	2,5	-2,5	6,25
P4	-3	1	8	8	7	49
P5	0	3	4	2,5	-0,5	0,25
P6	-1	2	5	5	3	9
P7	1	5	5	5	0	0
P8	1	5	7	7	2	4

En relación con lo expuesto, se calculó el coeficiente rho de Spearman ( $r_s$ ), obteniendo un valor de -0,393. Este resultado refleja una correlación negativa moderada entre la implementación didáctica centrada en controversias sociocientíficas (CSC) y el racionalismo moderado del profesorado en formación sobre la resolución de problemas científicos (Mondragón Barrera, 2014). En otras palabras, los resultados sugieren que, a medida que las representaciones epistemológicas del profesorado de química en formación se modifican, podría haber un cambio inversamente proporcional con respecto a la implementación del taller.

El valor p obtenido a partir de la *prueba t* fue de -1,047. Al comparar este resultado con el valor crítico de *t*, establecido en 2,447 para un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$  y con 6 grados de libertad, se confirmó que la correlación observada entre la diferencia de RM para el pre y post-test y las respuestas obtenidas a partir del taller no es estadísticamente significativa, dado que *t* calculado se encuentra muy por debajo del valor crítico.

En consecuencia, dado que el valor de *t* no supera el valor crítico y que el valor de  $r_s$  muestra una correlación moderada pero no suficientemente fuerte, no es posible rechazar la hipótesis nula. Por tanto se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) planteada inicialmente para la investigación y se rechaza la hipótesis alternativa ( $H_a$ ) lo que indica que no existe una correlación entre una implementación didáctica centrada en controversias sociocientíficas y el racionalismo moderado del profesorado de química en formación sobre la resolución de problemas científicos.

Aunque los resultados obtenidos no fueron estadísticamente significativos, el uso de controversias sociocientíficas (CSC) en el aula, tanto a nivel universitario para la formación de profesores como en contextos escolares, tiene el potencial de generar procesos transformadores en estudiantes y docentes (Díaz Moreno et al., 2019). Tal como lo señala la literatura especializada revisada a lo largo de esta investigación, implementar enfoques basados en CSC en las aulas universitarias, donde se forman los futuros profesores de ciencias, podría sentar las bases para romper el ciclo de perpetuación de prácticas tradicionalistas y dogmáticas. Estas prácticas, frecuentemente asociadas al racionalismo positivista, podrían ser reemplazadas por estrategias de enseñanza más alineadas con el racionalismo moderado, promoviendo una educación científica más reflexiva y contextualizada (Díaz Moreno et al., 2019).

Si bien los resultados del presente estudio no evidencian un cambio significativo, las discusiones generadas durante la ejecución del taller mostraron indicios de un pensamiento más moderado entre los participantes, destacando el potencial didáctico de prácticas como esta. Este tipo de actividades no solo fomenta el debate crítico, sino que también siembra la posibilidad de que los profesores en formación lleven estas perspectivas a sus futuras aulas, impulsando una transformación pedagógica más profunda a largo plazo.

Los resultados, que llevaron a aceptar la hipótesis nula ( $H_0$ ), pueden estar vinculados a factores como el diseño del taller. Es posible que las actividades propuestas no abordaran de manera suficientemente directa o efectiva los objetivos planteados, lo que limitó su capacidad para provocar una reflexión crítica sobre las prácticas docentes tradicionalistas. Esto sugiere que el diseño del taller podría haberse beneficiado de una estructura más específica y orientada hacia el cambio conceptual.

Otro factor crucial y limitante fue el tiempo dedicado al taller (Avello Martínez et al., 2018). Las dos sesiones realizadas no fueron suficientes para generar un cambio profundo en las representaciones epistemológicas de los participantes, que son constructos complejos y profundamente arraigados, que requieren tiempo y experiencias reiteradas para ser desafiados y transformados. Esto sugiere la necesidad de implementar programas más prolongados y diversificados, con múltiples sesiones que incluyan tanto actividades prácticas como momentos de reflexión guiada.

Además, como se señaló previamente en el análisis, la interpretación de los datos cualitativos es una construcción del propio investigador (Aguirre y Jaramillo, 2015), lo que introduce un componente subjetivo inherente al proceso de análisis. Asimismo, no podemos ignorar la influencia del tamaño de la muestra en los resultados obtenidos. En esta investigación, el reducido tamaño de la muestra ( $n=8$ ) dificulta significativamente la posibilidad de encontrar relaciones estadísticamente significativas, ya que los análisis estadísticos requieren una muestra lo suficientemente grande para generar una distribución representativa de la población estudiada (Avello Martínez et al., 2018). Por consiguiente, si se replicara el taller con una muestra mayor, es razonable suponer que los resultados podrían variar, mostrando relaciones más robustas y posiblemente positivas, fortaleciendo las conclusiones del estudio.

Finalmente, el rol de los facilitadores también pudo influir en los resultados. Si bien se contó con expertos en la temática seleccionada para las sesiones, estos no necesariamente estaban familiarizados con el enfoque específico del racionalismo moderado ni con los objetivos integrales del taller. La falta de alineación entre los expertos y la visión de la investigadora principal pudo limitar el impacto de las actividades, marcando la importancia de una capacitación más exhaustiva de los mediadores o, idealmente, una participación más activa de la investigadora en la ejecución del taller.

## 5 Conclusiones y Reflexión Profesional

La investigación aborda las representaciones epistemológicas, ya sea cercanas a un enfoque de racionalismo moderado (RM) o bien de racionalismo positivista (RP), de los futuros profesores de química en relación con la resolución de problemas científicos, y cómo estas influyen en sus futuras prácticas pedagógicas. El RM se caracteriza por considerar la ciencia como una construcción dinámica, provisional y sujeta a revisión, mientras que el RP percibe la ciencia como un conjunto fijo e inmutable de verdades. A través de un enfoque metodológico mixto, se implementó y analizó una intervención didáctica basada en controversias sociocientíficas (CSC), con el objetivo de transformar enfoques pedagógicos tradicionales hacia un modelo más crítico y contextualizado.

Los resultados obtenidos reflejan que las representaciones epistemológicas iniciales de los participantes están profundamente arraigadas en un racionalismo positivista. Este enfoque se traduce en la enseñanza de conceptos científicos descontextualizados, con una limitada integración de competencias críticas, sociales y éticas. Este hallazgo coincide con investigaciones previas que destacan cómo los modelos formativos tradicionales perpetúan prácticas pedagógicas estáticas y desconectadas de las realidades socioculturales y las demandas contemporáneas de la educación científica (Porlán et al., 2010; Quintanilla-Gatica et al., 2020).

Además, los resultados estadísticos del estudio llevaron a aceptar la hipótesis nula, indicando que los cambios observados en el enfoque de racionalismo moderado luego de la implementación del taller no fueron estadísticamente significativos como para atribuirlos de manera directa a la implementación didáctica del taller. Esto sugiere que, si bien hubo una reflexión incipiente hacia el RM, los docentes en formación mantienen ideas predominantemente positivistas, posiblemente vinculadas a su formación escolar tradicional, la cual, aunque no siempre es reconocida conscientemente, continúa perpetuando prácticas tradicionales (Quintanilla-Gatica et al., 2020).

El taller didáctico basado en CSC demostró ser un catalizador de reflexión crítica, evidenciando un potencial transformador para modificar prácticas tradicionales. Los participantes adoptaron un discurso más alineado con el RM, desarrollando habilidades como la argumentación y la toma de decisiones fundamentadas, aunque estas aún no se reflejan

completamente en sus prácticas. Las CSC, al conectar conceptos científicos con problemáticas reales, fomentan un aprendizaje significativo que integra aspectos sociales y éticos, reforzando el vínculo entre la ciencia y la sociedad (Zeidler y Nichols, 2009).

En términos metodológicos, es importante considerar que los análisis cualitativos realizados pueden estar sujetos a la interpretación del investigador, lo que introduce una posible limitación en la precisión de los resultados (Aguirre y Jaramillo, 2015). Además, el tamaño reducido de la muestra ( $n=8$ ) y la duración limitada del taller restringieron la generalización de los hallazgos. Para futuros estudios, sería necesario aumentar la muestra y la duración de la intervención, además de diversificar las actividades, para obtener resultados más representativos y profundos. Queda abierta entonces la oportunidad de replicar esta implementación con ciertas modificaciones, como aumentar el tiempo de intervención, incluir más sesiones y explorar estrategias que permitan abordar de manera más directa las concepciones epistemológicas de los participantes. Como bien afirma Avello Martínez et al. (2018), no es razonable esperar resultados plenamente favorables en la primera iteración de una investigación, ya que la ciencia es un proceso iterativo y perfectible. Las limitaciones identificadas representan una valiosa oportunidad para optimizar el diseño y maximizar el impacto pedagógico de futuras implementaciones.

En última instancia, esta investigación aporta evidencia del potencial de las CSC para transformar las prácticas pedagógicas tradicionales, integrando ciencia, sociedad y ética. Este enfoque, aunque ambicioso, es esencial para garantizar que la enseñanza de las ciencias actúe como un motor de cambio social y cultural, contribuyendo al desarrollo de una ciudadanía científica crítica y reflexiva.

A modo de reflexión personal y para dar cierre a esta investigación, se confirma que la ciencia no es una actividad neutral ni estática. Como constructo social y dinámico, posee una capacidad transformadora fundamentada en su impacto intrínseco y su conexión con las necesidades y problemáticas de la sociedad contemporánea (Busch y Rajwade, 2024). En este contexto, la Alfabetización Científica emerge como un aspecto crítico, especialmente en una era donde la ciencia y la tecnología desempeñan roles centrales en la vida diaria. Las controversias sociocientíficas (CSC), al vincular el conocimiento científico con dilemas éticos y sociales,

pavimentan un camino lleno de oportunidades para abordar estos desafíos en la educación científica.

Una sociedad científicamente alfabetizada no requiere que todos sus miembros sean expertos, sino que sean capaces de comprender y aplicar herramientas científicas para abordar problemáticas reales en sus comunidades. Esto se evidenció en la implementación del taller basado en CSC, donde los estudiantes participantes se enfrentaron a una temática desconocida, como la astrominería, y propusieron soluciones a problemas complejos. Este ejercicio demostró que, con las estrategias adecuadas, es posible involucrar a futuros docentes en la generación de conocimiento y en la toma de decisiones informadas, aunque persistan desafíos importantes.

Como docentes, vivimos en una búsqueda constante por acercar a los estudiantes al proceso de descubrimiento científico y contagiarles la emoción de la investigación, con el objetivo de fomentar su curiosidad y desarrollar su pensamiento crítico. Sin embargo, para lograr este propósito es fundamental involucrar a la ciudadanía como agentes activos en la construcción del conocimiento. Esto no solo prepara a los individuos para adaptarse a un mundo en constante cambio, sino que también les permite participar en la resolución de problemáticas actuales y futuras.

En este contexto, podríamos afirmar que el cerebro le gana a la razón en esta oportunidad. Aunque declarativamente los enfoques de los profesores en formación puedan alinearse con un racionalismo más moderado, sus prácticas y respuestas evidencian frases y estructuras propias de un pensamiento positivista. Como reza una frase bien conocida, “nos hemos convertido en lo que juramos destruir”. Las ideas transformadoras pueden liderar el discurso, pero las prácticas tradicionalistas siguen perpetuándose, incluso cuando somos conscientes de su inercia. Este fenómeno pone de manifiesto cómo el entorno social y cultural en el que se desarrollan las personas normaliza y arraiga ciertas perspectivas, trascendiendo tanto en su vida personal como en la profesional.

Esta realidad ilustra con claridad por qué la construcción del conocimiento debe concebirse como un proceso social. Las experiencias previas, el entorno y las interacciones humanas moldean profundamente las creencias y prácticas, normalizando tradiciones que pueden resultar obsoletas ante las demandas actuales. Este desafío, sin embargo, también

representa una oportunidad: es posible repensar y rediseñar los programas formativos para integrar metodologías que fomenten competencias críticas, éticas y sociales, como las CSC.

Por último, es necesario entender que la Alfabetización Científica no ocurre en el aislamiento de los laboratorios o las aulas, sino en el contexto social y cultural en el que vivimos. Las decisiones científicas son colaborativas, y cada individuo aporta perspectivas y conocimientos únicos. Reconocer esta dimensión social de la ciencia es esencial para formar ciudadanos capaces de tomar decisiones informadas, tanto en el ámbito personal como en el colectivo. La ciencia, en su esencia, no solo busca explicar el mundo, sino también mejorarlo, y esa es una misión que los docentes deben liderar con convicción y propósito.

## 6 Referencias Bibliográficas

- Adúriz Bravo, A., y Pujalte, A. P. (2020). Social images of science and of scientists, and the imperative of science education for all. En: H.A. Yacoubian y L. Hansson (eds.). *Nature of science for social justice*, pp. 201-224. Springer.
- Aguirre, J. C., y Jaramillo, L. G. (2015). El papel de la descripción en la investigación cualitativa. *Cinta moebio*, 53, 175-189.
- Alcaraz-Dominguez, S., y Barajas, M. (2021). Conceptualization of Socioscientific Issues in Educational Practice from a Review of Research in Science Education. *International Journal of Information and Education Technology*, 11(6), 297–302. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2021.11.6.1526>
- Aldana Zavala, J. J. (2019). La competencia epistemológica en el investigador social universitario venezolano. *Praxis*, 15(1), 103–115. <https://doi.org/10.21676/23897856.3091>
- Almanasreh, E., Moles, R., y Chen, T.F. (2019). Evaluation of methods used for estimating content validity. *Research in Social and Administrative Pharmacy*, 15(2), 214-221. <https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2018.03.066>
- Amador Rodríguez, R., y Adúriz-Bravo, A. (2021). ¿Qué naturaleza de la ciencia se presenta en los libros de química para la educación secundaria en América Latina?. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 39(3), 11-31. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3272>
- Amdayani, S., Dibyantini, R., Darmana, A., y Dalimunthe, M. (2022). Development of Socio-Scientific Issues Based Reaction Rate Module and Science Literacy Oriented. En *Proceedings of the 4th International Conference on Innovation in Education, Science and Culture, ICIESC 2022*. 11 October 2022, Medan, Indonesia. <https://doi.org/10.4108/eai.11-10-2022.2325292>
- Avello Martínez, R., Rodríguez Monteagudo, M. A., Rodríguez Monteagudo, P., Sosa López, D., Companioni Turiño, B., y Rodríguez Cubela, R. L. (2018). ¿Por qué enunciar las limitaciones del estudio?. *Medisur*, 17(1), 10-12.

- Badeo, J. M., y Duque, D. A. (2022). The effect of Socio-Scientific Issues (SSI) in teaching science: A meta-analysis study. *Journal of Technology and Science Education*, 12(2), 291. <https://doi.org/10.3926/jotse.1340>
- Balderas Sánchez, A. V., Cruz Navarro, C., Zapata Garay, N., y Salazar Mata, J.M. (2022). La validación por juicio de expertos como estrategia para medir la confiabilidad de un instrumento. *TECTZAPIC*, 8(1), 9-18.
- Bejarano, N. R. R., Aduriz-Bravo, A., y Bonfim, C. S. (2019). Natureza da Ciência (NOS): Para além do consenso. *Ciência y Educação (Bauru)*, 25(4), 967–982. <https://doi.org/10.1590/1516-731320190040008>
- Bennet, B. (2010). The artful science of instructional integration. En Marzano, R. (Ed.), *On excellence in teaching* (pp. 65-91). Solution Tree Press.
- Bunge, M. (2002). *Epistemología: Curso de actualización*. Siglo xxi editores.
- Busch, K. C., y Rajwade, A. (2024). Conceptualizing community scientific literacy: Results from a systematic literature review and a Delphi method survey of experts. *Science Education*, 108(5), 1231-1268. <https://doi.org/10.1002/sce.21871>
- Cabrera-Ramírez, S., y Cepeda-Retana, J. (2022). La epistemología, guía para el conocimiento científico. *Portal de la Ciencia*, 3(2), 123–133. <https://doi.org/10.51247/pdlc.v3i2.317>
- Camacho González, J. P. y Quintanilla Gatica, M. (2008). Resolución de problemas científicos desde la historia de la ciencia: Retos y desafíos para promover competencias cognitivas lingüísticas en la química escolar. *Ciência & Educação (Bauru)*, 14(2), 197–212. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132008000200002>
- Cayci, B. (2020). A study on the effectiveness of a teaching based on socio-scientific issues in the training of pre-service teachers. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 15(2), 220–231. <https://doi.org/10.18844/cjes.v15i2.4604>
- Centro de Perfeccionamiento, Experimentación e Investigaciones Pedagógicas. (2022). *Estándares Pedagógicos y Disciplinarios para Carreras de Pedagogía en Química Educación Media*. CPEIP. <https://estandaresdocentes.mineduc.cl/wp-content/uploads/2023/05/EPD-Quimica.pdf>

- Clemente Gonçalves, M. A., y 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. <https://doi.org/10.30827/publicaciones.v53i2.26828>
- Creswell, J. W. (2021). *A concise introduction to mixed methods research*. Sage.
- Da Silva Freire, M., y Lima da Silva, M. G. (2013). Como formular problemas a partir de ejercicios? Argumentos dos licenciandos em Química. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias*, 12(1), 191-208.
- Daros, W. R. (2002). ¿Qué es un marco teórico?. *Enfoques*, 14(1), 73-112.
- Díaz Lozada, J. A., y Díaz Caballero, J. R. (2020). La resolución de problemas desde un enfoque epistemológico. *Foro de Educación*, 18(2), 191–209. <https://doi.org/10.14516/fde.694>
- Díaz Moreno, N., Caparrós Martín, E., y Sierra Nieto, J. E. (2019). Las controversias sociocientíficas como herramienta didáctica para el desarrollo de la Alfabetización Científica. *International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI)*, 12, 261-281. <https://doi.org/10.46661/ijeri.2905>
- Díaz Moreno, N., y Jiménez-Liso, M. R. (2012). Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 54-70.
- Díaz-Moreno, N., y Jiménez-Liso, R. (2014). Las controversias sociocientíficas como contexto en la enseñanza de las ciencias. En M.A. de las Heras (Coord.) *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante*, (pp. 693-701). Collectánea.
- Domènech-Casal, J. (2017). Propuesta de un marco para la secuenciación didáctica de Controversias Socio-Científicas. Estudio con dos actividades alrededor de la genética. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(3), 601-620.
- Espinosa Ríos, E. A. (2016). La reflexión y la mediación didáctica como parte fundamental en la enseñanza de las ciencias: Un caso particular en los procesos de la formación docente. *TED: Tecné, Episteme y Didaxis*, 40, 107-128. <https://doi.org/10.17227/01203916.6149>
- Espinosa Ríos, E. A., y Aguirre Arias, A. Z. (2020). La reflexión, parte fundamental en la mediación didáctica para la enseñanza de las ciencias: un caso específico del concepto materia.

*Investigações em Ensino de Ciências*, 25(1), 1-26. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n1p01>

Frey, R. F., Brame, C. J., Fink, A., y Lemons, P. P. (2022). Teaching Discipline-Based Problem Solving. *CBE—Life Sciences Education*, 21(2), fe1, 1-9. <https://doi.org/10.1187/cbe.22-02-0030>

Gadea, W. F., Cuenca Jiménez, R. C., y Chaves-Montero, A. (2019). *Epistemología y Fundamentos de la Investigación Científica*. Cengage.

Giere, R. (1992). What the cognitive study of science is not?, En R. Giere (Ed.), *Cognitive Models of Science* (481–484). University of Minnesota Press.

Gómez Mendoza, M. A., y Alzate Piedrahita, M. V. (2008). El marco teórico en los procesos de investigación educativa: Elaboración, argumentación y retórica. *Revista miradas*, 1(6), 92-106. <https://doi.org/10.22517/25393812.15001>

González Alonso, J., y Pazmiño Santacruz, M. (2015). Cálculo e interpretación del Alfa de Cronbach para el caso de validación de la consistencia interna de un cuestionario, con dos posibles escalas tipo Likert. *Revista Publicando*, 2(1), 62-67. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-423821>

Guerrero, G. R., y Torres-Olave, B. (2022). Scientific literacy and agency within the Chilean science curriculum: A critical discourse analysis. *The Curriculum Journal*, 33(3), 410-426. <https://doi.org/10.1002/curj.141>

Guerrero, G., y Sjöström, J. (2024). Critical scientific and environmental literacies: a systematic and critical review. *Studies in Science Education*, 1-47. <https://doi.org/10.1080/03057267.2024.2344988>

Gutiérrez-Martínez, R., y Vergara-Núñez, J. (2022). Fundamentos epistemológicos de la representación del concepto evaluación en docentes de un establecimiento educacional chileno. *Revista Electrónica Educare*, 27(1), 1–21. <https://doi.org/10.15359/ree.27-1.14393>

Hanfling, O. (2004). Logical positivism. En S.G. Shanker (Ed.), *Philosophy of Science, Logic and Mathematics in the Twentieth Century* (pp. 193-213). Routledge.

Hernández González, O. (2021). Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 37(3), e1442.

- Hernández Sampieri, R., y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.
- Hurd, P.D. (1958). Science literacy: Its meaning for American schools. *Educational leadership: journal of the Department of Supervision and Curriculum Development, N.E.A.*, 16(1), 13-16.
- Husniyyah, A. A., Erman, E., Purnomo, T., y Budiyanto, M. (2023). Scientific Literacy Improvement Using Socio-Scientific Issues Learning. *IJORER : International Journal of Recent Educational Research*, 4(4), 447–456. <https://doi.org/10.46245/ijorer.v4i4.303>
- Izquierdo, M. (1996). Cognitive models of science and the teaching of science, history of science and curriculum. En *Proceedings of the Second ESERA Ph.D. Summer School*. Salónica: The Art of Text.
- Izquierdo Aymerich, M., García Martínez, A., Quintanilla Gatica, M., y Adúriz Bravo, A. (2016). Historia, Filosofía y Didáctica de las Ciencias: Aportes para la formación del profesorado de ciencias. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <https://doi.org/10.14483/9789588972282>
- Jorba, J., y Sanmartí, N. (1996). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de evaluación continua. Propuesta didáctica para las áreas de las ciencias de la naturaleza y matemáticas*. Ministerio de Educación y Cultura.
- Lederman, N. G. (2018). La siempre cambiante contextualización de la naturaleza de la ciencia: Documentos recientes sobre la reforma de la educación científica en los Estados Unidos y su impacto en el logro de la Alfabetización Científica. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 36(2), 5–22. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2661>
- Marinho Amorim, H., y Reis Rochoael, C. H. (2019). Minerales espaciales: cosas de nadie en beneficio de todos. *Derecho PUCP*, 83, 89-131. <https://doi.org/10.18800/derechopucp.201902.004>
- Marrero Acosta, J. (2010). El currículum que es interpretado: ¿qué enseñan los centros y los profesores y profesoras?. En Gimeno Sacristán, J. (Comp.), *Saberes e incertidumbres sobre el currículum* (pp. 221-245). Ediciones Morata.

- Martin Gámez, C., Prieto Ruz, T., y Jiménez López, M. A. (2015). Tendencias del profesorado de ciencias en formación inicial sobre las estrategias metodológicas en la enseñanza de las ciencias. Estudio de un caso en Málaga. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 33(1), 167–184.  
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1500>
- Martínez Godínez, V. L. (2017). Desarrollo cognitivo y educación formal: análisis a partir de la propuesta de I. S. Vygotsky. *Universitas Philosophica*, 34(69), 53-75.  
<https://doi.org/10.11144/Javeriana.uph34-69.dcef>
- Martínez, V. (2013). Paradigmas de investigación. Manual multimedia para el desarrollo de trabajos de investigación. Una visión desde la epistemología dialéctico crítica.  
<http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/3790>
- Martínez Pérez, L. F. (2014). Cuestiones sociocientíficas en la formación de profesores de ciencias: Aportes y desafíos. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 1(36), 77–94.  
<https://doi.org/10.17227/01213814.36ted77.94>
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN. (2018). Bases Curriculares 7° básico a 2° Medio. Gobierno de Chile.
- MINEDUC. (2019). Ministerio de Educación de Chile. Bases Curriculares de Enseñanza Media: segundo medio a cuarto año medio.
- Miranda, S., y Ortiz, J. (2020). Los paradigmas de la investigación: un acercamiento teórico para reflexionar desde el campo de la investigación educativa. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación y el Desarrollo Educativo*, 11(21).  
<https://doi.org/10.23913/ride.v11i21.717>
- Mondragón Barrera, M. A. (2014). Uso de la correlación de Spearman en un estudio de intervención en fisioterapia. *Movimiento científico*, 8(1), 98-104.
- Montecinos, C., Solís, M., Contreas, I., y Rittershausen, S. (2009). *Muestras de desempeño docente: instrumento para evaluar la calidad de la enseñanza y su impacto en el aprendizaje*. Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Mousalli Kayat, G. (2017). *Los instrumentos de evaluación en la investigación educativa*. Mérida.

- Ndruru, F. P. S., y Amdayani, S. (2023). Development of e-modules based on socio-scientific issues on Chemistry content. *Jurnal Inovasi dan Teknologi Pembelajaran*, 10(2), 129. <https://doi.org/10.17977/um031v10i22023p129>
- Negrete Arteaga, T. de J. (2010). La intervención educativa. Un campo emergente en México. *Revista de Educación y Desarrollo*, 13, 35-43.
- Olivares-Petit, C., Cerda Martínez, M. I., Madariaga Jara, B., y Quintanilla-Gatica, M. (2024). Controversias sociocientíficas en la formación inicial docente: una reflexión desde el contexto chileno. *Sisyphus*, 12(3), 8-28. <https://doi.org/10.25749/sis.36567>
- Olson, J. K. (2018). La inclusión de la naturaleza de la ciencia en nueve documentos recientes sobre estándares internacionales de educación científica. *Ciencia y ciencia Educación*, 27(7-8), 637-660.
- Orellana-Sepúlveda, C., Quintanilla-Gatica, M. R., y Páez-Cornejo, R. (2018). Concepciones sobre enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales de educadoras de párvulos en formación en Chile y sus relaciones con modelos de racionalidad científica. *Ciência & Educação (Bauru)*, 24(4), 1029-1041. <https://doi.org/10.1590/1516-731320180040014>
- Ortega Sánchez (ed.). (2023). *Colección Horizontes-Universidad Título: ¿Cómo investigar en Didáctica de las Ciencias Sociales? Fundamentos metodológicos, técnicas e instrumentos de investigación*. Delfín.
- Osborne, J. (2023). Science, Scientific Literacy, and Science Education. In N. G. Lederman, D. L. Zeidler & J. S. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (1a edición, pp. 785-816). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780367855758-30>
- Oviedo, H. C., y Campo-Arias, A. (2005). Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 34(4), 572-580.
- Owens, D. C., Sadler, T. D., y Zeidler, D. L. (2017). Controversial issues in the science classroom. *Phi Delta Kappan*, 99(4), 45-49. <https://doi.org/10.1177/0031721717745544>
- Porlán, R., Martín Del Pozo, R., Rivero, A., Harres, J., Azcárate, P., y Pizzato, M. (2010). El cambio del profesorado de ciencias I: Marco teórico y formativo. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 28(1), 31-46. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3619>

- Porlán Ariza, R. (2018). Didáctica de las ciencias con conciencia. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 36(3), 5–22. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2795>
- Porro, S. (2022). Algunas reflexiones sobre la enseñanza de la Química... y más. *Nuevas Perspectivas*, 1(1), 1-23.
- Quesada, A., Ariza, M., y Abril, A. (2017). Controversias Socio-Científicas y Aprendizaje por Investigación Guiada en formación inicial del profesorado. Implementación y análisis preliminar de una propuesta formativa. *Enseñanza de las ciencias*, Núm. Extra, 2189-2194.
- Quintanilla-Gatica, M. (2023a). Historia de la química, filosofía de la química y didáctica de la química. Una triada virtuosa. En M. Labarca y S. Fortin (Eds.), *Introducción a la Filosofía de la Química* (pp. 197-211).
- Quintanilla-Gatica, M. (2023b). Racionalismo categórico y racionalismo moderado. Perspectivas, contradicciones y propuestas para la formación del profesorado y la enseñanza de la química. En M. Labarca y S. Fortin (Eds.), *Introducción a la Filosofía de la Química* (pp. 212-228).
- Quintanilla, M., Joglar, C., Jara, R., Camacho, J., Ravanal, E., Labarrere, A., Cuellar, L., Izquierdo, M., y Chamizo, J. (2010). Resolución de problemas científicos escolares y promoción de competencias de pensamiento científico. ¿Qué piensan los docentes de química en ejercicio?. *Enseñanza de las ciencias*, 28(2), 185-198.
- Quintanilla-Gatica, M., Labarrere-Sarduy, A., y Orellana Sepúlveda, C. (2022). Perfiles epistemológicos sobre resolución de problemas científicos en educadoras de infantil. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 40(3), 29–50. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3518>
- Quintanilla-Gatica, M., Orellana-Sepúlveda, C., y Páez-Cornejo, R. (2020). Representaciones epistemológicas sobre competencias de pensamiento científico de educadoras de párvulos en formación. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 38(1), 47–66. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2714>

- Quintanilla-Gatica, M. R., Orellana-Sepúlveda, C., Solsona-Pairo, N., y Carrasco-Monroy, P. A. (2023). Género y formación inicial del profesorado de ciencias en Chile: Una aproximación desde sus racionalidades epistemológicas. *Ciência y Educação (Bauru)*, 29, e23051. <https://doi.org/10.1590/1516-731320230051>
- Quiroz, W. (2023). *Podemos y Debemos Investigar: Ciencia para la ciudadanía activa*. Ediciones universitarias de Valparaíso (EUV).
- Quiroz Londoño, F. A. (2020). El papel de la reflexión y la mediación didáctica en la enseñanza de las ciencias naturales: Un estudio de caso de profesores en formación. *Tecné Episteme y Didaxis: TED*, 47, 161-178. <https://doi.org/10.17227/ted.num47-6558>
- Remedi, E. (2015). Un lugar incómodo. Algunas reflexiones en torno a la Intervención Educativa. En E. Treviño Ronzón y J. Carbajal Romero (Coords.), *Políticas de la subjetividad e investigación educativa* (pp. 283-298). Editorial Balam.
- Reyes, O., y Hernández Moncada. (2021). Formato de Validación de Contenido por Juicio de Expertos. Instrumentos Cuantitativos. [10.13140/RG.2.2.26812.36486](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.26812.36486).
- Roa Rocha, J. C. (2021). Importancia del aprendizaje significativo en la construcción de conocimientos. *Revista Científica de FAREM-Estelí*, 63-75. <https://doi.org/10.5377/farem.v0i0.11608>
- Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy/science literacy. In S. K. Abell y N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 729-780). Lawrence Erlbaum.
- Rodríguez B. y Martínez, L. (2015). ¿Las sustancias psicoactivas se debaten o combaten en la escuela? “Controversia por la legalidad/ilegalidad”: una experiencia de formación de docentes en la interfaz universidad-escuela. En L. Martínez, D. Parga y I. Garzón (Eds.), *Formación de profesores y cuestiones sociocientíficas: experiencias y desafíos en la interfaz universidad-escuela* (pp.81-107). Universidad Pedagógica Nacional.
- Romero, M., Abril, A., y Quesada, A. (2017). Conectando los temas sociocientíficos, la naturaleza de la ciencia y el pensamiento crítico para hacer frente a los retos actuales en la educación científica. *Enseñanza de las ciencias*, Núm. Extra, 515-520.

- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513–536. <https://doi.org/10.1002/tea.20009>
- Salinas, I., Guerrero, G., Satlov, M., y Hidalgo, P. (2022). Climate Change in Chile's School Science Curriculum. *Sustainability*, 14(22), 15212. <https://doi.org/10.3390/su142215212>
- Sanmartí, N. (2002). Necesidades de formación del profesorado en función de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. *Pensamiento Educativo*, 30, 35–60.
- Shen, B. S. P. (1975). Views: Science Literacy: Public understanding of science is becoming vitally needed in developing and industrialized countries alike. *American Scientist*, 63(3), 265–268. <http://www.jstor.org/stable/27845461>
- Sjöström, J., y Eilks, I. (2018). Reconsidering different visions of scientific literacy and science education based on the concept of Bildung. In Y. Dori (Ed.), *Cognition, Metacognition, and Culture in STEM Education* (pp. 65-88). Springer.
- Skolimowski, H. (2016). *La mente participativa una nueva teoría del universo y del conocimiento*. Atalanta ediciones.
- Solbes, J. (2019). Cuestiones socio-científicas y pensamiento crítico: Una propuesta para cuestionar las pseudociencias. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 46. <https://doi.org/10.17227/ted.num46-10541>
- Suparman, A. R., Rohaeti, E., y Wening, S. (2022). Development of Attitude Assessment Instruments Towards Socio-Scientific Issues in Chemistry Learning. *European Journal of Educational Research*, 11(4), 1947-1958. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.11.4.1947>
- Tekin, N., Aslan, O., y Yilmaz, S. (2016). Research Trends on Socioscientific Issues: A Content Analysis of Publications in Selected Science Education Journals. *Journal of Education and Training Studies*, 4(9), 16–24. <https://doi.org/10.11114/jets.v4i9.1572>
- Torres Leandro, J. (2021). Fiabilidad de las escalas: Interpretación y limitaciones del Alfa de Cronbach. <https://www.researchgate.net/publication/350590351>
- Torres Merchan, N., y Solbes, J. (2016). Contribuciones de una intervención didáctica usando cuestiones sociocientíficas para desarrollar el pensamiento crítico. *Enseñanza de las*

*Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 34(2), 43–65.  
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1638>

Toulmin, S. (1977). *La comprensión humana*. Alianza Universidad.

Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación. (s.f.-a). Definiciones y propósitos institucionales.

<https://www.umce.cl/index.php/universidad/institucionalidad/universidad-proposito-vision-principios>

Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación. (s.f.-b). Departamento de Química – Misión y Visión. <https://www.umce.cl/index.php/dpto-quimica-mision-vision>

Valladares, L. (2021). Scientific Literacy and Social Transformation: Critical Perspectives About Science Participation and Emancipation. *Science & Education*, 30(3), 557-587.  
<https://doi.org/10.1007/s11191-021-00205-2>

Vélez Jiménez, D., y Pérez Villafuerte, R. W. (2019). *Filosofía y didáctica en la formación de investigadores*. Editorial LARIPSE.

Vilouta, N. (2018). Problemas sobre la conceptualización y abordaje de las controversias sociocientíficas en los profesores de ciencias. *Educación y Ciencia*, 7(50), 77-85.

Zamudio Gómez, J. G. (2012). *Epistemología y educación*. Red Tercer Milenio.

Zapata, P., Rendón, M., Ortega, O., Florián, A., y Nieto, B. (2015). La enseñanza de las ciencias a través de cuestiones socio científicas: una experiencia con profesores en formación inicial. En L. Martínez, D. Parga y I. Garzón (Eds.), *Formación de profesores y cuestiones sociocientíficas: experiencias y desafíos en la interfaz universidad-escuela* (pp.141-168). Universidad Pedagógica Nacional.




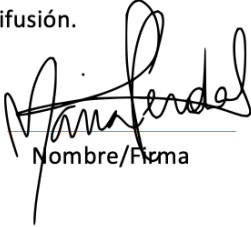
Zeidler, D.L. (2014). Socioscientific Issues as a Curriculum Emphasis: Theory, Research and Practice. En N.G. Lederman y S.K. Abell (Eds.), *Handbook of Research on Science Education, Volume II* (pp. 697-726). Routledge.

Zeidler, D. L., y Nichols, B. H. (2009). Socioscientific issues: Theory and practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 49–58. <https://doi.org/10.1007/BF03173684>

Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Applebaum, S., y Callahan, B. E. (2009). Advancing reflective judgment through Socioscientific Issues. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(1), 74–101.  
<https://doi.org/10.1002/tea.20281>

7 Anexos

Anexo 1: AUTORIZACIÓN PARA USO DE MATERIALES DE POSTGRADO EN SIBUMCE

	<p><b>UMCE</b> el poder transformador de la educación</p>	<p>UNIVERSIDAD METROPOLITANA DE CIENCIAS DE LA EDUCACION, SISTEMA DE BIBLIOTECAS – DIRECCION DE INVESTIGACION</p>		
<p><b>IDENTIFICACION DE TESIS/INVESTIGACION</b></p>				
<p>Título de <u>obra</u> : Representaciones epistemológicas del profesorado de química en formación sobre resolución de problemas científicos desde una perspectiva sociocientífica.</p>				
<p>Fecha de <u>publicación</u> : Enero 2025</p>				
<p><u>Facultad</u> : Ciencias Básicas</p>				
<p>Departamento : Ciencias Básicas</p>				
<p>Carrera : <u>Magíster en Didáctica de las Ciencias Naturales y las Matemáticas</u></p>				
<p>Título y/o grado : <u>Magíster en Didáctica de las Ciencias Naturales y las Matemáticas</u></p>				
<p>Profesor guía/patrocinante : <u>Dra. Carla Olivares-Petit y Dr. Mario Quintanilla-Gatica</u></p>				
<p><b>EMBARGO:</b></p>				
<p>Se refiere a la restricción temporal impuesta por un autor o autores a su investigación, impidiendo su acceso público hasta que se cumpla cierto plazo acordado.</p>				
<p>X Sin embargo    <u>  </u> 1 Año            <u>  </u> 2 años            <u>  </u> 3 años            <u>  </u> 4 años</p>				
<p><b>AUTORIZACIÓN</b></p>				
<p>A través de este documento autorizo la reproducción total de este trabajo de investigación para fines académicos, su alojamiento y publicación en las plataformas electrónicas que estime conveniente el Sistema de Bibliotecas UMCE para su difusión.</p>				
<p>María Inés Cerda Martínez</p>		<p>Nombre/Firma</p>		
<p>Nombre/Firma</p>	<p>Nombre/Firma</p>	<p>Nombre/Firma</p>		
<p>Nombre/Firma</p>	<p>Nombre/Firma</p>	<p>Nombre/Firma</p>		
<p>Santiago de Chile, <u>26 de diciembre 2024</u></p>				
<p>Se sugiere realizar el licenciamiento de su trabajo bajo licencia creative commons, más información en: <a href="https://www.umce.cl/index.php/dir-biblioteca-recursos-tecnologicos/dir-formulario-de-autorizacion-2">https://www.umce.cl/index.php/dir-biblioteca-recursos-tecnologicos/dir-formulario-de-autorizacion-2</a></p>				
<p>Imprima más de una autorización en caso de que los autores excedan la cantidad de firmas para este documento</p>				
<p>* <i>Este documento quedará en los archivos internos de Biblioteca.</i></p>				

## Anexo 2: CUESTIONARIO PRE-POST-TEST



### Estimado(a) profesional en formación en el área de Química:

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 profesorado de química y biología en formación inicial. Su contribución al desarrollo profesional docente desde una perspectiva socio-científica"* que lidera el profesor que suscribe y en la que participan además, en calidad de coinvestigadores y co-investigadoras, académicos de la Universidad de Santiago de Chile (USACH), Universidad Católica de Valparaíso (PUCV) y Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación (UMCE).

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 (opcional):

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	<b>4</b>	<i>Si <b>compartes</b> el contenido del enunciado tal y como está redactado</i>
<b>Parcialmente de Acuerdo</b>	PA	<b>3</b>	<i>Si <b>compartes</b> el contenido central del enunciado en algunos de sus aspectos</i>
<b>Parcialmente en Desacuerdo</b>	PD	<b>2</b>	<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	<b>1</b>	<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 1	Dimensión:	TA (4)	PA (3)	PD (2)	TD (1)
	Enseñanza de las ciencias				
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 2	Dimensión:	TA (4)	PA (3)	PD (2)	TD (1)
	Aprendizaje de las Ciencias				
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 3	Dimensión:	TA (4)	PA (3)	PD (2)	TD (1)
	Evaluación de los Aprendizajes Científicos				
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 4	Dimensión:	TA (4)	PA (3)	PD (2)	TD (1)
	Resolución de Problemas Científicos				
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 5	Dimensión:	TA (4)	PA (3)	PD (2)	TD (1)
	Competencias de Pensamiento Científico				
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.				



PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CHILE



PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA DE  
VALPARAÍSO



**USACH**



**UMCE**  
el poder transformador de la educación

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

### Anexo 3: PLANIFICACIÓN DOCENTE DE TALLER CON ENFOQUE CSC (D1)



Dispositivo 1 (D1)  
Planificación docente  
Talleres de implementación

#### Planificación de talleres de implementación (D1)

##### 1. Contextualización:

Esta planificación contempla el desarrollo de un taller compuesto por dos sesiones, diseñado para su implementación en el contexto de la Formación Inicial Docente (FID) en Ciencias, con un enfoque específico en el área de la química.

Los talleres se basan en intervenciones guiadas por expertos, que abordarán el tema de la astrominería y sus posibles impactos sobre la superficie terrestre. Este tema se presenta como una oportunidad para trabajar con Controversias Sociocientíficas (**CSC**), entendidas como problemáticas complejas y controvertidas que carecen de respuestas definitivas y requieren un enfoque interdisciplinario para su resolución<sup>1</sup>.

La metodología de los talleres se fundamenta en el desarrollo de un Ciclo de Aprendizaje Constructivista (**CAC**), tal como lo proponen Jorba y Sanmartí<sup>2</sup>, que comprende cuatro etapas: exploración, introducción de nuevos conceptos, sistematización y aplicación. Estas etapas no se desarrollan de manera aislada en cada taller, sino de forma secuencial e integrada. Por lo tanto, la sesión 1 no necesariamente abarca las cuatro etapas del CAC, y lo mismo aplica para la sesión 2.

El taller incluye un dispositivo denominado "Guía de actividades" (D2), el cual está dividido en dos partes (D2.1 y D2.2), uno para cada sesión del taller, y tiene como objetivo sistematizar la participación de cada estudiante para facilitar el posterior análisis de los datos recopilados.

##### 2. Particularidades del proceso:

Esta planificación se inserta en un marco de intervención que tiene como objetivo obtener, a través de la aplicación de la Guía de Actividades, respuestas que aborden las dimensiones de estudio de dos proyectos de tesis de magíster. Estos proyectos están relacionados con los perfiles epistemológicos de los docentes de química en formación en cuanto a la resolución de problemas científicos (**RPC**) y las competencias de pensamiento científico (**CPC**).

<sup>1</sup> Zeidler, D. L., y Nichols, B. H. (2009). Socioscientific issues: Theory and practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 49–58.

<sup>2</sup> Jorba, J., y Sanmartí, N. (1996). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de evaluación continua. Propuesta didáctica para las áreas de las ciencias de la naturaleza y matemáticas*. Ministerio de Educación y Cultura.



### 3. Planificación

<b>Taller de Controversias Sociocientíficas - Sesión 1 "Geoquímica de los minerales"</b>			
Objetivo de la sesión	Relacionar las propiedades geoquímicas de ciertos minerales utilizados en el contexto del desarrollo de tecnologías sustentables, con las consecuencias de su explotación a gran escala, identificando argumentos sociocientíficos a partir del desarrollo del taller.		
Objetivos específicos	<p><b>S1-OE1:</b> Identificar propiedades geoquímicas de los minerales claves en el desarrollo de tecnologías sustentables, incluyendo su composición, distribución geográfica y aplicaciones.</p> <p><b>S1-OE2:</b> Analizar el impacto ambiental, social y económico de la explotación a gran escala de minerales como el litio, platino, oro y plata, considerando factores como la degradación del suelo en el análisis crítico de la situación.</p>		
Aprendizajes esperados	<p><b>S1-AE1:</b> Identifican minerales de importancia en el desarrollo de tecnologías sustentables, como el litio, platino, oro y plata, y describen sus propiedades geoquímicas básicas.</p> <p><b>S1-AE2:</b> Relacionan las propiedades geoquímicas, la distribución y uso de los minerales con un impacto a nivel global (ambiental, social y económico) usando argumentos científicos.</p> <p><b>S1-AE3:</b> Reflexionan sobre los conceptos de Astrominería, sostenibilidad e impacto sociocientífico.</p>		
Destinatarios	Profesores de química en formación (Curso Proyecto Didáctico, 8vo semestre)		
Temporalidad	150 minutos		
Etapas de implementación y actividades  (Según CAC)	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%; text-align: center; vertical-align: middle;">Etapa 1: Exploración</td> <td> <p>Acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentar la temática a tratar, reconociendo los principales desafíos a considerar y estableciendo un punto de partida para el desarrollo de los dos talleres de CSC.</li> <li>- Definir las condiciones bajo las cuales se llevarán a cabo los talleres, incluyendo normas de convivencia y condiciones para el correcto desarrollo de las sesiones.</li> </ul> <p>Actividad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentación general de los talleres por parte de mediadores del taller.</li> <li>- Discusión guiada por experto en el área de Química de los Materiales</li> </ul> </td> </tr> </table>	Etapa 1: Exploración	<p>Acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentar la temática a tratar, reconociendo los principales desafíos a considerar y estableciendo un punto de partida para el desarrollo de los dos talleres de CSC.</li> <li>- Definir las condiciones bajo las cuales se llevarán a cabo los talleres, incluyendo normas de convivencia y condiciones para el correcto desarrollo de las sesiones.</li> </ul> <p>Actividad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentación general de los talleres por parte de mediadores del taller.</li> <li>- Discusión guiada por experto en el área de Química de los Materiales</li> </ul>
Etapa 1: Exploración	<p>Acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentar la temática a tratar, reconociendo los principales desafíos a considerar y estableciendo un punto de partida para el desarrollo de los dos talleres de CSC.</li> <li>- Definir las condiciones bajo las cuales se llevarán a cabo los talleres, incluyendo normas de convivencia y condiciones para el correcto desarrollo de las sesiones.</li> </ul> <p>Actividad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentación general de los talleres por parte de mediadores del taller.</li> <li>- Discusión guiada por experto en el área de Química de los Materiales</li> </ul>		



Dispositivo 1 (D1)  
Planificación docente  
Talleres de implementación

	Etapa 2: Introducción de conocimientos nuevos	<p>Acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar nuevos puntos de vista y las definiciones conceptuales que los sustentan.</li> <li>- Levantar ideas que permitan reinterpretar la realidad en contexto con la temática.</li> <li>- Reconocer diferencias entre los puntos de vista, sus argumentos y la fundamentación teórica que los avalan.</li> </ul> <p>Actividad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Discusión guiada por experto en el área de Química de los Materiales</li> <li>- Plenario de reflexiones en torno a la temática presentada.</li> </ul>
	Etapa 3: Sistematización	<p>Acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dar espacio a la creatividad a través de la expresión de ideas acerca de lo aprendido.</li> <li>- Promover la comunicación de aproximaciones al conocimiento explorado en la sesión desde una mirada crítica y autocrítica.</li> </ul> <p>Actividad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Completar Guía de Actividades (D2.1)</li> <li>- Plenario de reflexiones finales y cierre de la sesión</li> </ul>
Evaluación	Instrumento	Guía de Actividades (D2.1: Geoquímica de los minerales)
	Dimensión del perfil epistemológico	Pregunta 1: CPC
		Pregunta 2: RP / CPC
		Pregunta 3: RP / CPC
Pregunta 4: RP		



Dispositivo 1 (D1)  
Planificación docente  
Talleres de implementación

<b>Taller de Controversias Sociocientíficas - Sesión 2 "Astrominería"</b>	
Objetivo de la sesión	Debatir los posibles impactos geoquímicos de la saturación de minerales en la superficie terrestre como consecuencia de la astrominería, identificando posibles problemáticas y proponiendo soluciones argumentadas científicamente a partir de la discusión guiada por un experto.
Objetivos específicos	<p><b>S2-OE1:</b> Describir los posibles impactos ambientales que la saturación de minerales provenientes de la astrominería podría tener sobre los ecosistemas terrestres.</p> <p><b>S2-OE2:</b> Proponer soluciones a las problemáticas detectadas relacionadas con la saturación de minerales en la Tierra por la astrominería, fundamentando con análisis sociocientífico y desde la discusión crítica del taller.</p>
Aprendizajes esperados	<p><b>S2-AE1:</b> Explican los efectos potenciales de la saturación de minerales en la superficie terrestre debido a la astrominería, identificando de manera crítica las problemáticas ambientales, sociales y económicas que podrían surgir con la introducción de minerales extraterrestres en la Tierra.</p> <p><b>S2-AE2:</b> Proponen soluciones fundamentadas para resolver las problemáticas surgidas de los impactos de la astrominería, integrando argumentos sociocientíficos y considerando diversas perspectivas éticas, ambientales y sociales.</p>
Destinatarios	Profesores de química en formación (Curso Proyecto Didáctico, 8vo semestre)
Temporalidad	150 minutos
Etapas de implementación y actividades (Según CAC)	<p>Etapa 2: Introducción de conocimientos nuevos</p> <p>Acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar nuevos puntos de vista y las definiciones conceptuales que los sustentan.</li> <li>- Levantar ideas que permitan reinterpretar la realidad en contexto con la temática.</li> <li>- Reconocer diferencias entre los puntos de vista, sus argumentos y la fundamentación teórica que los avalan.</li> </ul> <p>Actividad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Discusión guiada por experto en el área de Astrofísica</li> </ul>
	<p>Etapa 3: Sistematización</p> <p>Acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dar espacio a la creatividad a través de la expresión de ideas acerca de lo aprendido.</li> <li>- Promover la comunicación de aproximaciones al conocimiento explorado en la sesión desde una mirada crítica y autocrítica.</li> <li>- Identificar posibles problemáticas que surjan a partir de la temática discutida.</li> </ul>



Dispositivo 1 (D1)  
Planificación docente  
Talleres de implementación

		<p>Actividad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plenario de reflexiones en torno a la temática presentada.</li> </ul>
	Etapa 4: Aplicación	<p>Acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dar espacio para plantear posibles soluciones a partir de las problemáticas identificadas.</li> <li>- Relacionar los conocimientos explorados con la realidad en contexto con la temática.</li> <li>- Buscar aplicaciones de los nuevos conceptos según los intereses y motivaciones particulares.</li> <li>- Monitorear la progresión del aprendizaje en las sesiones a través de la evaluación de los dispositivos.</li> </ul> <p>Actividad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Completar Guía de Actividades (D2.2)</li> <li>- Plenario de reflexiones finales y cierre de la sesión</li> </ul>
Evaluación	Instrumento	Guía de Actividades (D2.2: Astrominería)
	Dimensión del perfil epistemológico	Pregunta 1: No aplica
		Pregunta 2: RP
		Pregunta 3: RP
		Pregunta 4: RP / CPC
		Pregunta 5: CPC
		Pregunta 6: RP / CPC
Pregunta 7: RP / CPC		

**4. Orientaciones para la aplicación:**

Las actividades planificadas para los talleres de implementación, así como las respuestas obtenidas en el dispositivo 2 (Guía de Actividades), el cual a su vez está dividido en el Dispositivo D2.1 (Geoquímica de los minerales) y Dispositivo D2.2 (Astrominería), permiten completar la fase de implementación, en el marco de dos investigaciones aplicadas que buscan evidenciar las Habilidades de Resolución de Problemas Científicos (RPC) y el desarrollo de Competencias de Pensamiento Científico (CPC) en el profesorado en formación inicial docente de química.

Los talleres serán implementados en conjunto por el equipo de investigación, para luego analizar de manera independiente las dimensiones de RPC y CPC, como una propuesta metodología que contribuya a detectar hallazgos libres de preconcepciones por parte de quienes guían la investigación.

Taller de Controversias Sociocientíficas - Sesión 1

# Geoquímica de los minerales



Nombre: \_\_\_\_\_

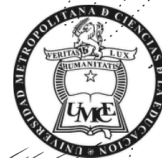
<b>Objetivo de la sesión</b>	Relacionar las propiedades geoquímicas de ciertos minerales utilizados en el contexto del desarrollo de tecnologías sustentables, con las consecuencias de su explotación a gran escala, identificando argumentos sociocientíficos a partir del desarrollo del taller.
<b>Descripción de la actividad</b>	En esta primera sesión te invitamos a responder las siguientes preguntas según los temas tratados con el experto invitado. <b>Tendrás un tiempo de 60 minutos</b> para responder abiertamente a las preguntas planteadas.

Las controversias, problemas o cuestiones sociocientíficas (CSC), conocidas en inglés como *socioscientific issues* (SSI), son problemáticas complejas y controvertidas que no tienen respuestas definitivas y requieren un enfoque interdisciplinario para su resolución. Además, implican juicios morales, éticos, políticos y económicos, y están profundamente enraizadas en el entorno social<sup>1,2</sup>. Las CSC exigen el uso del pensamiento crítico y científico para explorar múltiples perspectivas y encontrar soluciones que consideren tanto el contexto local como global<sup>3</sup>.

Estas controversias pueden evolucionar de problemas locales a crisis de mayor escala como la situación medioambiental o el desarrollo de tecnologías sustentables. Las CSC surgen a partir de los avances tecnológicos, que son el resultado directo de los desarrollos científicos, influyendo profundamente en la sociedad y provocando diversas percepciones, opiniones y debates sobre temas controvertidos que abordan cuestiones complejas con impactos tanto científicos como sociales.<sup>4</sup>

1. Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513-536.
2. Zeidler, D. L., y Nichols, B. H. (2009). Socioscientific issues: Theory and practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 49-58.
3. Suparman, A. R., Rohaeti, E., y Wening, S. (2022). Development of Attitude Assessment Instruments Towards Socio-Scientific Issues in Chemistry Learning. *European Journal of Educational Research*, 11(4), 1947-1958.
4. Cayci, B. (2020). A study on the effectiveness of a teaching based on socio-scientific issues in the training of pre-service teachers. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 15(2), 220-231.

## Taller de Controversias Sociocientíficas - Sesión 1



1. A partir del taller sobre la geoquímica de los minerales, ¿Qué ideas centrales destacarías de lo expuesto? Argumenta brevemente tu elección.

2. El tema expuesto se relaciona con situaciones que a la humanidad le interesa resolver. En este sentido, ¿qué aspecto científico podría considerarse como una controversia? ¿Cuáles serían sus implicancias, alcances e impactos?

Geoquímica de los minerales

## Taller de Controversias Sociocientíficas - Sesión 1



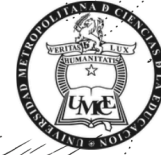
3. Desde tu perspectiva en una futura práctica docente de química y ciencias, ¿observas una relación entre identificar situaciones controversiales con definir problemáticas a resolver? Argumenta brevemente tu respuesta.

4. Considerando que una controversia sociocientífica sea un desafío por abordar, en el contexto del tema discutido en la sesión, ¿Cómo lo abordarías desde la enseñanza de la química?

Taller de Controversias Sociocientíficas - Sesión 2

# Astrominería

Nombre: \_\_\_\_\_



<p><b>Objetivo de la sesión</b></p>	<p>Debatir los posibles impactos geoquímicos de la saturación de minerales en la superficie terrestre como consecuencia de la astrominería, identificando posibles problemáticas y proponiendo soluciones argumentadas científicamente a partir de la discusión guiada por un experto.</p>
<p><b>Descripción de la actividad</b></p>	<p>En esta segunda sesión te invitamos a responder las siguientes preguntas <b>poniéndote en el caso de que estuvieras preparando una carta</b> para enviarla a alguna empresa que esté desarrollando proyectos de astrominería. <b>Tendrás un tiempo de 80 minutos</b> para responder abiertamente a las preguntas planteadas.</p>

La minería espacial o astrominería es una opción de explotación de recursos que ha llamado la atención de diversas entidades espaciales a nivel mundial hace ya más de una década, considerando que los mismos criterios de evaluación de recursos minerales de la Tierra pueden ser aplicados en otros cuerpos celestes<sup>1</sup>. Entre los diversos candidatos de extracción, los asteroides son considerados como un grupo potencialmente atractivo, sobre todo aquellos con propiedades metálicas y que presentan oro, plata, platino o galio<sup>2</sup>, los cuales son materiales utilizados actualmente en la fabricación de tecnologías de generación energética sustentable como paneles fotovoltaicos o celdas de combustible de H<sub>2</sub>. Si bien la astrominería es viable desde el punto de vista tecnológico, aún es necesaria una discusión acerca de sus alcances socioambientales y sus ventajas económicas, ambientales y morales<sup>3</sup>.

1. Keszthelyi, L. et al. (2017). Feasibility Study for the Quantitative Assessment of Mineral Resources in Asteroids. U.S. Geological Survey Open-File Report 20171041.
2. Jakhu, R.S., Pelton, J.N. & Nyampong Y.O.M. (2017). Space Mining and its Regulation. Suiza: Springer.
3. Marinho, H. y Reis, C. (2019). Minerales espaciales: cosas de nadie en beneficio de todos. Derecho PUCP, (83), 89-131.

## Taller de Controversias Sociocientíficas - Sesión 2



1. ¿A quién iría dirigida la carta? ¿Cuál será la temática a tratar en ella?

2. ¿Cuáles son las problemáticas que quieres plantearle al destinatario? ¿Por qué sugieres que son problemáticas a tener en cuenta?

3. ¿Qué contextos se verían afectados con las problemáticas identificadas? ¿A qué escala de la población afectaría?

Astrominería

## Taller de Controversias Sociocientíficas - Sesión 2

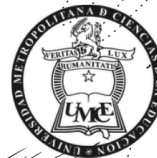


4. ¿Cuáles podrían ser posibles soluciones a las problemáticas detectadas? ¿Qué recursos, teorías, modelos, disposiciones y consideraciones serían necesarias para llevarlas a cabo?

5. ¿Cuáles serían las consecuencias de llevar a cabo las soluciones planteadas? ¿De qué manera impactaría en la vida de las personas y del medio ambiente?

Astrominería

## Taller de Controversias Sociocientíficas - Sesión 2



6. ¿Cuál podría ser el impacto del proceso de elaboración de esta carta, en el desarrollo de habilidades científicas de las y los docentes de química en formación?

7. ¿Qué le aporta esta actividad a su futura práctica docente?

Astrominería

## Anexo 6: TABULACIÓN RESPUESTAS TALLER CSC (D3)



Dispositivo 3 (D3)  
Pauta de evaluación  
Dimensiones de perfiles epistemológicos

### Tabulación de Respuestas Guía de Actividades (D2.1 y D2.2)

Indicadores de tabulación		Presente 0	Ausente 1	Comentarios / Observaciones
<b>A</b>	<b>Resolución de problemas científicos</b>			
IT1	Menciona cómo la posible resolución de problemas se presenta como el eje central de los procesos de desarrollo profesional del docente.			
IT2	Relaciona las problemáticas científicas trabajadas con el mundo real en el que se desenvuelven el profesorado en formación.			
IT3	Promueve la resolución o el abordaje de los problemas científicos involucrando conceptos teóricos compartidos entre distintas asignaturas.			
IT4	Sugiere que, para abordar situaciones problemáticas en la construcción de conocimientos, se debe considerar el lenguaje cotidiano y cercano.			
IT5	Afirma que en la universidad se debe enseñar a resolver problemas científicos de manera racional y razonable.			
Puntaje total de la dimensión				
<b>B</b>	<b>Competencias de Pensamiento Científico</b>			
IT6	Utiliza argumentos que surgen de explicaciones de los posibles resultados y/o soluciones			
IT7	Considera las ventajas y limitaciones que representa basarse en teorías para explicar un fenómeno científico			
IT8	Considera la valoración de la sociedad, la comunidad científica y/o el redactor respecto a las competencias de narración y argumentación.			
IT9	Considera que el desarrollo de habilidades y destrezas que se promueven permiten autorregular los aprendizajes respecto de la temática tratada			
IT10	Integra conocimientos, actitudes y valores de la comunidad científica propias del proceso de aprendizaje de quien realiza la narración.			
Puntaje total de la dimensión				

## Anexo 7: INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN POR PARES EXPERTOS



### Instrumento: Proceso de Validación

#### **Validación para el diseño de instrumento: “Taller de Controversias Sociocientíficas”**

##### **Estimado/a validador/a:**

En primer lugar, agradecemos su aporte en este trabajo, que se enmarca en el desarrollo de la obtención del grado de Magister en Didáctica de las Ciencias Naturales y las Matemáticas de los estudiantes: María Inés Cerda ([maria.cerda2023@umce.cl](mailto:maria.cerda2023@umce.cl)) y Bernardo Madariaga ([bernardo.madariaga2023@umce.cl](mailto:bernardo.madariaga2023@umce.cl)), bajo la dirección de la Dra. Carla Olivares Petit<sup>1</sup> (UMCE) en co dirección del Dr. Mario Quintanilla Gatica (PUC).

Este trabajo tributa en su desarrollo al proyecto FONDECYT 1231325, a cargo del IR. Dr. Mario Quintanilla Gatica<sup>2</sup> (PUC).

La validación solicitada es para el instrumento denominado: “**Taller de Controversias Sociocientíficas**”, el cual se adjunta en el sobre entregado en físico, junto a la planificación de los talleres de implementación (D1) del proceso. El modelo de validación es por medio de 5 criterios 5, de acuerdo a la propuesta de Reyes y Hernández (2021)<sup>3</sup>, que de acuerdo a la definición se evalúa en la escala siguiente:

##### **Escala de valoración:**

- 1: No se entiende o no cumple
- 2: Bajo nivel de cumplimiento
- 3: Medio nivel de cumplimiento
- 4: Alto nivel de cumplimiento

Finalmente, al término de su validación, se adjunta un cuadro de identificación y antecedentes generales.

**Muchas gracias**

<sup>1</sup> [carla.olivares@umce.cl](mailto:carla.olivares@umce.cl) (Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación)

<sup>2</sup> [mquintag@uc.cl](mailto:mquintag@uc.cl) (Pontificia Universidad Católica de Chile)

<sup>3</sup> Reyes, O., Hernández Moncada, (2021). Formato de Validación de Contenido por Juicio de Expertos. Instrumentos Cuantitativos. 10.13140/RG.2.2.26812.36486.



**Validación para el diseño de instrumento: “Taller de Controversias Sociocientíficas”**

**Criterio 1: Suficiencia**

Este criterio evalúa si el planteamiento o desarrollo del taller de Controversias Sociocientíficas tiene elementos y/ argumentos para cumplir con los objetivos y la planificación propuesta.

Diseño		Contenido		Estructura	
1		1		1	
2		2		2	
3		3		3	
4		4		4	

**Observaciones:**

**Criterio 2: Claridad**

Este criterio evalúa si se comprende el uso de las palabras empleadas en el instrumento, tanto desde la redacción, sintaxis como semántica.

Diseño		Contenido		Estructura	
1		1		1	
2		2		2	
3		3		3	
4		4		4	

**Observaciones**



<b>Criterio 3: Coherencia</b>						
Este criterio evalúa el grado de relaciones lógicas entre lo que plantea el instrumento, con el objeto que se espera abordar.	<b>Diseño</b>		<b>Contenido</b>		<b>Estructura</b>	
	1		1		1	
	2		2		2	
	3		3		3	
	4		4		4	
<b>Observaciones</b>						
<b>Criterio 4: Importancia</b>						
Este criterio mide que lo presentado en el instrumento es relevante para entender el objeto de estudio.	<b>Diseño</b>		<b>Contenido</b>		<b>Estructura</b>	
	1		1		1	
	2		2		2	
	3		3		3	
	4		4		4	
<b>Observaciones</b>						



**Criterio 5: Pertinencia**

Este criterio evalúa, que cada sección del instrumento es relevante para el propósito del estudio y es correcto que esté o estén incluidos.

	<b>Diseño</b>	<b>Contenido</b>	<b>Estructura</b>
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4

**Observaciones**

El instrumento refiere Diseño, a todos los elementos gráficos y simbólicos de apoyo que contiene el instrumento a evaluar.

El instrumento refiere Contenido, a todos los elementos del desarrollo conceptual y de texto explícito que contiene el instrumento a evaluar.

El instrumento refiere Estructura, a todos los elementos contenidos en modo secuencial que contiene el instrumento a evaluar.



## Anexo 8: Consentimiento informado para estudiantes mayores de edad (UMCE)



# UMCE

VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y  
POSTGRADO  
Dirección de Investigación

### CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ESTUDIANTES MAYORES DE EDAD CUESTIONARIO

Mi nombre es María Inés Cerda y mi trabajo consiste en investigar “Representaciones epistemológicas del profesorado de química en formación sobre resolución de problemas científicos desde una perspectiva sociocientífica”, con el propósito de Relacionar las representaciones epistemológicas sobre la resolución de problemas científicos en profesores de química en formación a través de una mediación profesional enfocada en controversias sociocientíficas.

#### Su participación consistirá en:

- Responder un cuestionario
- **Su participación es absolutamente voluntaria, por lo que no hay obligación alguna de participar** en este estudio. Más aún puede dejar de participar en cualquier momento, no estando obligado a responder pregunta alguna.
- La información proporcionada por usted se utilizará solo para el propósito de esta investigación, y las publicaciones que resultan de ella.
- Asimismo, los datos podrán ser utilizados en investigaciones futuras que sigan la misma línea investigativa de este estudio.
- Los datos serán almacenados por un período de 5 años, una vez finalizada la investigación, siendo la fecha de término estimada marzo 2026.
- Los datos obtenidos en esta investigación y los datos individuales son estrictamente **confidenciales y anónimos**. No se divulgará información individual alguna en las presentaciones y publicaciones de los resultados.
- Toda la información obtenida **será protegida a través de claves de acceso**, permitiendo así que solo el equipo que trabaja en el proyecto pueda revisarlo. Toda la información obtenida será destruida luego de 5 años de finalizado el proyecto.
- No hay beneficios directos asociados a la participación en el estudio.
- **No hay riesgos** asociados a su participación.

Si tienes alguna duda sobre la investigación o sobre tu participación, tanto el investigador (a) principal, como el Comité de Ética de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, estarán disponibles para aclarar tus consultas.

Para ello puedes contactar a la investigadora principal María Inés Cerda, en el teléfono (+56 9) 75623201 o en el correo electrónico [maria.cerda2023@umce.cl](mailto:maria.cerda2023@umce.cl)

Para cualquier duda que se presente o si se vulneran sus derechos puede contactarse con el Dr. Jairo Vanegas López, Presidente del Comité de Ética de la Universidad de Santiago de Chile, CEI -USACH, al teléfono 2-2-7180293 o al correo electrónico [comitedeetica@usach.cl](mailto:comitedeetica@usach.cl). También puede solicitar más información sobre la ética del proyecto con el Dr. Luis Barrera Salas, representante del Comité UMCE en el teléfono 22-322-9193 y en el correo electrónico [evaluacion.etica@umce.cl](mailto:evaluacion.etica@umce.cl)

---

UNIVERSIDAD METROPOLITANA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

Campus Macul: Av. José Pedro Alessandri 774 - Ñuñoa, Santiago  
Campus Joaquín Cabezas: Dr. Luis Bisquert 2765, Ñuñoa  
[www.umce.cl](http://www.umce.cl)



# UMCE

VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y  
POSTGRADO  
Dirección de Investigación

Si decides participar recibirás una copia de este documento.

---

Acepto participar en el presente estudio (**Nombre, Firma y/o Huella Digital**)

---

Fecha: \_\_\_\_\_  
                  Ciudad                   Día                   Mes                   Año

  
Maria Inés Cerda Martínez

**Nombre y Firma Investigador (a) Principal**

---

UNIVERSIDAD METROPOLITANA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
Campus Macul: Av. José Pedro Alessandri 774 - Ñuñoa, Santiago  
Campus Joaquín Cabezas: Dr. Luis Bisquert 2765, Ñuñoa  
[www.umce.cl](http://www.umce.cl)

## Anexo 9: Consentimiento informado FONDECYT 1231325



### 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 invitada/o 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 Pontificia Universidad Católica de Chile. Este estudio está siendo financiado por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID), mediante el FONDECYT regular 1231325. 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 pedagogía en química y biología.*

#### **¿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/la profesor/a 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 beneficios directos.

**¿Qué riesgos corre al participar?**

No existen riesgos.

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

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

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

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

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

La información que usted entregue será utilizada en publicaciones de 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 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)



PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CHILE



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

**MARIA INÉS CERDA**

\_\_\_\_\_

Nombre y firma de quien aplica el CI

\_\_\_\_\_

Fecha

Dr. Mario Quintanilla-Gatica

\_\_\_\_\_

Nombre y firma del Investigador Responsable

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

## Anexo 10: Transcripción de respuestas para el dispositivo D2.1 “Geoquímica de los minerales”

1. A partir del taller sobre la geoquímica de los minerales, ¿qué ideas centrales destacarías de lo expuesto? Argumenta brevemente tu elección. (CPC)

Sujeto de estudio	Respuesta
P1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El impacto medioambiental</li> <li>- El uso indiscriminado de recursos naturales</li> <li>- Es necesario sacrificar la salud de las personas, impacto medioambiental y ecosistemas a cambio de un crecimiento económico, que se ve reflejado para el beneficio de algunos y no para todos los ciudadanos. Debido a que a largo plazo los costos ambientales, pudiendo superar cualquier ganancia financiera.</li> </ul>
P2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se rescata mucho la relevancia de la discusión de las CSC, para fomentar la reflexión de diferentes temas y responder preguntas como: ¿vale la pena el desarrollo tecnológico y económico a pesar de la destrucción ambiental?</li> <li>- además de la idea del encuentro de un 78% de Li en Chile, se me hace muy interesante para trabajar y ejemplificar contenidos en clase, considerando el historial minero que tiene Chile.</li> </ul>
P3	Destaco que el tema sobre el impacto climático y el proceso de purificación del cobre, fue expuesto con imágenes ilustrativas e impactante.
P4	Las ideas centrales que más destaco es la especie de “balanza” que se forma entre la ganancia y el costo de la vida de los y las trabajadores y ... (palabra inentendible).
P5	La importancia de los recursos en Chile, debido a que hay varias cosas que se desconocen acerca del tema de los recursos y elementos químicos, sobre todo acerca del litio.
P6	Elegir espacio para trabajar minería poner en balanza que pasa con la fauna, la flora o la sociedad y las ganancias que esta te da.
P7	Toda acción humana tiene consecuencias sobre otros ámbitos y es importante informar sobre estas acciones a la sociedad, puesto que como futura docente me gustaría lograr un nivel de conocimiento más profundo en la comunidad estudiantil, y de ser posible desarrollar en ellos un gusto por la ciencia demostrando que la ciencia está en todo.
P8	Que la investigación científica es muy importante y más aún su difusión a la población en general. Como profes debemos informar a los estudiantes sobre estas problemáticas sociocientíficas para que en un futuro puedan tomar decisiones informadas sobre dichas problemáticas que nos afectan a todos por igual.

2. El tema expuesto se relaciona con situaciones que a la humanidad le interesa resolver. En este sentido, ¿qué aspecto científico podría considerarse como una controversia? ¿cuáles serían sus implicancias, alcances e impactos? (RP/CPC)

Sujeto de estudio	Respuesta
P1	<p>Una controversia es el uso de tecnologías para la explotación ambiental.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Implicancias: tecnología, la inversión y costo de mantención es de alto costo y gran impacto en la huella ambiental.</li> <li>- Política: no existen las políticas, regulaciones necesarias para proteger recursos naturales y la salud de las personas.</li> <li>- Alcances: economía para el país y/o generación de nuevos empleos.</li> <li>- Impactos: medioambiental y salud.</li> </ul>
P2	<p>Con relación a la geoquímica, se puede considerar una controversia el hecho de hacer una nueva minera para el proceso de extracción del Li.</p> <p>Es controversial ya que hay que considerar que podría traer muchos beneficios económicos y avances tecnológicos, sin embargo hay gran fauna que habita en el salar, como lo es el flamenco chileno, junto a todo el ecosistema que allí se encuentra.</p>
P3	<p>Considero que la modificación genética, tanto animal como vegetal implica tanto aspectos científicos como éticos como sociales.</p>
P4	<p>Un aspecto científico podría ser la contaminación del agua en la minería, ya que los desechos contaminan el agua, afectando la fauna y flora y las localidades cercanas.</p>
P5	<p>El impacto que tiene en la sociedad y en los ecosistemas el explotan dichos elementos en una determinada zona, dado que son impactos negativos para la flora y fauna del entorno.</p>
P6	<p>El peligro que pone a la flora fauna y la salud de la sociedad.</p>
P7	<p>La creación de una mina para extraer litio. Implica la destrucción de un salar, por ende la destrucción de un ecosistema, además, ya no sería un lugar de turismo por lo cual también afectaría a la sociedad del sector y su economía. Importante también destacar que Chile no está preparado para manipular o aprovechar los desechos que esto conllevará.</p>
P8	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La utilización de recursos naturales indiscriminadamente, ya sea minerales, madera, aguas, etc.</li> <li>- Educar sobre estas situaciones podría generar conciencia en la sociedad y motivar a estos mismo a la investigación para resolver estas problemáticas y buscar métodos más viables que permitan el equilibrio entre la naturaleza y el desarrollo social y económico.</li> </ul>

3. Desde tu perspectiva en una futura práctica docente de química y ciencias, ¿observas una relación entre identificar situaciones controversiales con definir problemáticas a resolver? Argumenta brevemente tu respuesta. (RP/CPC)

Sujeto de estudio	Respuesta
P1	Sí, debido a que como docentes nuestra labor principal es educar y concientizar en el área científica. alfabetizar para mejorar las condiciones de vida de las personas.
P2	En base a los currículum de ciencias se pueden aplicar diferentes CSC para complementar la explicación de diferentes contenidos.
P3	Son parecidas, pero su principal diferencia es que la controversia es atingente y no tiene una solución o respuesta clara. La problemática es un caso hipotético que sirve para practicar o ejercitar el pensamiento crítico.
P4	En lo personal si encuentro una estrecha relación entre identificar situaciones controversiales y definir problemáticas a resolver, ya que en la educación se deben abordar problemáticas contextualizados y pertinentes además las situaciones controversiales son multidimensionales por lo que se pueden definir problemáticas con diversos enfoques a resolver.
P5	Si, porque sería investigar y entregar posibles soluciones o innovaciones a problemáticas que existen en el día a día y no han sido resueltas o se desconoce el impacto que tiene realmente.
P6	Creo que si, ya que ayuda a generar distintas propuestas a los estudiantes y que puedan trabajar en otras perspectiva, lo que ayudaría a que ellos igual pueden encontrar su camino y que uno como profe aprenda nuevas cosas.
P7	Si, si bien los verbos por los cuales se rigen ambos conceptos son de diferente orden en por ejemplo una taxonomía de Bloom, tanto identificar CSC como definir problemáticas a resolver nos permiten desarrollar un sentido crítico y habilidades científicas.
P8	Creo que si hay una relación ya que no solo se debe definir la problemática, sino que se debe motivar o identificar ciertas problemáticas y como resolver estas.

4. Considerando que una controversia sociocientífica sea un desafío por abordar, en el contexto del tema discutido en la sesión, ¿cómo lo abordarías desde la enseñanza de la química? (RP)

Sujeto de estudio	Respuesta
P1	Se puede analizar desde la perspectiva de los procesos químicos involucrados y su impacto. Los estudiantes pueden ver alternativas más conscientes o relacionadas a la química verde.
P2	Si se puede abordar desde la enseñanza de la química, abriendo diferentes espacios de discusión y reflexión. Además, incentivaría a estudiantes a investigar, fomentar la investigación es muy importante para que creen la capacidad del informarse por ellos mismos. Dentro de la misma línea de la minería hay diferentes temáticas que se pueden utilizar.
P3	Considero que la enseñanza de la ciencia, cuando tiene como objeto de estudio una controversia sociocientífica, debe enfocarse en la indagación, donde los y las estudiantes desarrollen pensamiento crítico.
P4	Desde la enseñanza de la química se pueden abordar a través de la contextualización y de forma crítica ya que Chile tiene un alto nivel de minería.
P5	Lo asociaría a problemáticas del eje de química explicando el impacto que tienen diversas controversias asociadas tal vez al uso de químicos y su uso en la vida cotidiana, entorno y medio ambiente. A su vez, explicar como se han mejorado o solucionado algunos temas y como el humano aporta a una mejora o empeoramiento de estas situaciones.
P6	Podría abordarlo de la siguiente manera: una es como los elementos químicos podrían afectar la salud o flora-fauna y que se podría hacer para evitar efectos negativos.
P7	Al igual que como fue presentado en este taller, iniciando con la presentación de la tabla periódica y definiciones que deberían manejar, para luego explicar la importancia de la geoquímica en nuestras vidas, para así buscar que comprendan información atinente más que memorizar conceptos o elementos de la tabla periódica. *Alfabetizar.
P8	Creo que cualquier problema sociocientífico se debería abordar desde la Alfabetización Científica, enseñar contenidos no tan solo desde la disciplina, si bien es un ámbito importante, estos problemas deben abordarse desde otros aspectos para generar personas que tengan la capacidad de un pensamiento crítico y la toma de decisiones informadas. Desde la química se debería enseñar desde una mirada más integral y no puramente disciplina.

## Anexo 10: Transcripción de respuestas para el dispositivo D2.2

### 1. ¿A quién iría dirigida la carta? ¿Cuál será la temática a tratar en ella? (NA)

Sujeto de estudio	Respuesta
P1	Elon Musk. Explotación de recursos espaciales
P2	Me gustaría dirigirla la carta a algún/a futur@ astrónom@ y plantear la problemática de buscar otro planeta donde vivir ¿Quiénes somos nosotros para ir a invadir otro planeta?
P3	Diría que a Elon Musk o cualquier persona multimillonaria que tenga intenciones de hacer minería espacial. Trataría de la importancia de darle un correcto uso al material extraído.
P4	La carta iría dirigida a un ente privado que esté interesado en la astrominería, ya que pienso que ellos tomarían las decisiones finales, la temática central serían la regulación y el impacto ambiental.
P5	A un grupo de minería espacial. Si un asteroide se dirigiese peligrosamente a la Tierra pero posee propiedades químicas importantes, ¿Qué se debe hacer? ¿Es más importante la vida de algunas personas o la de un futuro?
P6	Mi carta va dirigida a Astromin con la temática referente a la salud de las personas.
P7	Todas las personas que están implicadas en temas de astrominería y llevando a cabo grandes decisiones en este tema. La temática sería la salud mental y física de las personas que serán enviadas en este proyecto.
P8	Enviando la carta al director o al equipo responsable de la parte de sostenibilidad de la empresa. La carta sería sobre el impacto socioambiental y ético de la astrominería

2. ¿Cuáles son las problemáticas que quieres plantearle al destinatario? ¿Por qué sugieres que son problemáticas a tener en cuenta? (RP)

Sujeto de estudio	Respuesta
P1	<p>1. Desafíos tecnológicos desarrollo eficiente para la extracción. Creación de artefactos o infraestructura sostenible en el espacio.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Es una problemática debido a que al ser una etapa temprana es crucial pensar en un desarrollo eficiente y no costoso.</li> </ul> <p>2. Riesgo de apropiación de que empresas o países se apoderen de los recursos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Al igual que los recursos de la Tierra, puede generar una concentración.</li> </ul>
P2	<p>Me gustaría plantear el hecho de habitar otro planeta, siento que se debe tener en cuenta por el hecho de que hay muchos factores que se pueden alterar, como la calidad de vida de las personas que van a investigar.</p>
P3	<p>Plantearía que tiene que considerar el riesgo-beneficio. No en el sentido monetario. sino que humanitario. Los beneficios deben ser mayores para el planeta que los daños al medio ambiente.</p>
P4	<p>Las principales problemáticas que quiero plantear son primero el impacto ambiental ya que es un proceso que puede generar químicos, bacterias y desechos que pueden ser tóxicos para el sistema y nosotros ya que a su vez la regulación de esto ya que no hay un marco legal definido que contribuya a la seguridad en este aspecto.</p>
P5	<p>¿Qué decisión tomarían y por qué razón sería? Son problemáticas a tener en cuenta, dado que, hoy en día se debe proteger el medioambiente y a la sociedad del futuro planteando de esta forma un problema ético.</p>
P6	<p>Considero que una de las problemáticas más importante es la salud de los trabajadores, me refiero a que esta fundación quiere incentivar estos viajes e investigación pero no señalan la salud como eje, entonces ¿cómo van a preparar algo con personas no sanas?</p>
P7	<p>Lo importante que es mantener la salud de las personas que irán a trabajar/investigar a otros planetas puesto que es muy importante que para desarrollar y encontrar soluciones que busquemos, estas personas estén cuerdas y con sus capacidades máximas para la hora de volver a la Tierra.</p>
P8	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Riesgos de contaminación y alteración en cuerpos celestes.</li> <li>- Posibilidad de que solo unos pocos pueden acceder a los beneficios de la astrominería (monopolización)</li> <li>- Son problemáticas que hay que tener en cuenta ya que son riesgos a nivel de sostenibilidad global, por lo que podría afectar tanto al medio ambiente como la economía y la sociedad en la Tierra.</li> </ul>

3. ¿Qué contextos se verían afectados con las problemáticas identificadas? ¿A qué escala de la población afectaría? (RP)

Sujeto de estudio	Respuesta
P1	Legislaciones. Medioambiente espacial.
P2	Principalmente siento que afectaría a las personas que irían a investigar al exterior porque finalmente son sus vidas las que están en riesgo.
P3	Todos los contextos, dado a que es una problemática que afecta a nivel global. Afectando más a países tercermundistas como Chile, donde las repercusiones llegarán primero que los beneficios.
P4	Todos los contextos se verían afectados ya que algunos se verían beneficiados y otros perjudicados pero ya al ser algo de impacto global todos se ven involucrados, en específico la población de menores recursos se verían más afectados ya que por dinero pueden ser los primeros expuestos a nuevas situaciones, además estos avances muchas veces quedan en la desinformación para la mayoría de la población y la minoría es la que sabe realmente la información y avances.
P5	Ético, económico, político y ecológico. Depende del impacto que esto tenga, puede ser una zona local específica como a su vez algo global.
P6	Creo que en base a las investigaciones, las personas que trataron con el material o que viven cerca del tratamiento podrían verse afectados y eso que no sabemos la escala de esto o las consecuencias.
P7	Probablemente el proyecto/investigación en sí se vería afectado y/o retrasado puesto que una persona sin salud no puede, comprensiblemente realizar sus actividades con normalidad. Sin mencionar también el daño que cause en las familias de estas personas y los dueños de estos proyectos que verán pérdidas económicas
P8	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La monopolización de un recurso por un grupo pequeño podría aumentar desigualdades y desencadenar conflictos de guerra.</li> <li>- Podría generarse una contaminación espacial que podría afectar a futuras generaciones</li> </ul> <p>Las problemáticas tienen impacto en una escala global, afectando a la humanidad, el medioambiente, comunidad científica, etc.</p>

4. ¿Cuáles podrían ser posibles soluciones a las problemáticas detectadas? ¿Qué recursos, teorías, modelos, disposiciones y consideraciones serían necesarias para llevarlas a cabo? (RP/CPC)

Sujeto de estudio	Respuesta
P1	Habría que desarrollar tecnología avanzada que esté al alcance. Se requieren marcos legales, minimizar el impacto ambiental.
P2	Quizás una mejora en cuanto a recursos tecnológicos ayudaría a asegurar o no una óptima calidad de vida de las personas que irían a investigar. Sin embargo, eso aplica un gasto muy grande en recursos que no todos los países pueden costear.
P3	No se me ocurre ninguna solución. Podría quizás ser un impuesto que vaya directo a reparar el daño medioambiental causado por la exploración espacial. Además, el uso que se le dará a estos minerales espaciales, no puede ser para uso militar.
P4	Las soluciones pueden ser que realice una organización mundial que regule esto y que divulgue e informe a toda la población del impacto y beneficios de las astrominería, sin embargo para eso se necesitan de muchos expertos en diversas áreas tanto científicas como sociales y económicas además de todos los países estar de acuerdo.
P5	Consideraciones éticas asociadas a los riesgos. Modelos que predigan los impactos de un posible asteroide. Recursos de desvíos para minimizar un posible impacto.
P6	Una de las posibles soluciones es que se estudien los daños a humanos que puede causar esta investigación y buscar soluciones a estos efectos y a los que ya se conocen, para esto sería necesario insertar un capital para solo esta parte de la investigación.
P7	Elección adecuada de personas para llevar a cabo este proyecto. incluyendo preparación psicológica, física y por supuesto, planes de alimentación y/o suplementos alimenticios adecuados a sus necesidades en su estadía fuera del planeta Tierra. Agregando también actividades y/o hobbies que se puedan desarrollar en ese transcurso.
P8	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollo de regulaciones internacionales que establezcan límites y regulaciones específicas.</li> <li>- Que las empresas informen sobre sus prácticas y compromisos con el medio ambiente.</li> <li>- Que las empresas sean obligadas o invertir es innovaciones para reducir los desechos y promuevan el reciclaje de materias.</li> </ul> <p>Las soluciones requieren teorías y modelos de sostenibilidad y de responsabilidad social, participación de asociaciones internacionales (ONU).</p>

5. ¿Cuáles serían las consecuencias de llevar a cabo las soluciones planteadas? ¿De qué manera impactaría en la vida de las personas y del medio ambiente? (CPC)

Sujeto de estudio	Respuesta
P1	<p>Consecuencias:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tecnológicas: nuevas industrias, empleos sin agotar recursos terrestres.</li> <li>- Legales: Establecer normas internacionales, reduciría conflictos y explotación de recursos.</li> <li>- Económicos: Ser equitativos con la distribución de los beneficios obtenidos.</li> <li>- Impacto en la vida de las personas</li> <li>- Medioambiente: probablemente se reduzca la explotación de recursos en la Tierra</li> </ul>
P2	<p>Aunque las soluciones fuesen óptimas, la calidad de vida de las personas no se va a poder asegurar en un 100% con ningún tipo de recursos. El medioambiente podría verse muy afectado, puede ser que con las personas que investiguen traigan virus, enfermedades o materiales que no tengamos conocimiento y no sepamos como nos afecta a nosotros o al medioambiente (<i>como Venom</i> 🐉)</p>
P3	<p>Creo que, si se utilizan para avances médicos, tecnológicos o medioambientales, el impacto sería muy positivo. Todo recae en la finalidad que se le den a estos minerales.</p>
P4	<p>Las consecuencias serían que los privados no podrían regirse por su cuenta y quedaría este proyecto en manos de una organización mundial, impactaría de una forma innovadora ya que cada sociedad y rango etario.</p>
P5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Costos altos en investigaciones y toma de decisiones sobre qué es ético y que no es ético.</li> <li>- En el medioambiente según como se maneje podría producir sostenibilidad o riesgo de una contaminación (basura espacial).</li> <li>- En las personas generar seguridad del riesgo que implica esto.</li> </ul>
P6	<p>Las consecuencias de llevar a cabo dichas investigaciones, ayudarían a mejorar la calidad de vida de las personas, tanto las que trabajan en ésta como a personas x con enfermedades parecidas y si por a,b,c se dieron cuenta del riesgo seguirían investigando lo que ayudaría a buscar seguridad y con ello el tiempo de investigar otras aristas como el medioambiente.</p>
P7	<p>Se obtendría más seguridad tanto para el desarrollo y continuidad del proyecto como de la persona involucrada.          Implicaría tal vez un poco más de aceptación por parte de la sociedad, aunque la aceptación también depende del fin para el cual se desarrollaría el proyecto.</p>
P8	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Serían consecuencias positivas como: un aumento en la sostenibilidad y preservación del medio ambiente social. Mayor equidad en el acceso de recursos y avances sostenibles en tecnología.</li> <li>- Impacto de manera positiva ya que busca preservar el equilibrio entre lo social, medioambiente y económico.</li> </ul>

6. ¿Cuál sería el impacto del contenido de esta carta, en el desarrollo profesional de las y los docentes de química en formación? (RP/CPC)

Sujeto de estudio	Respuesta
P1	La elaboración de esta carta puede fomentar el pensamiento crítico, analizar problemáticas, comunicación, toma de decisiones y proponer soluciones fundamentadas en teorías científicas y modelos.
P2	Me gustaría que las CSC pasen a ser un tema más primordial para docentes en ciencias en formación porque es fundamental incentivar a estudiantes a hacer crítica y a la reflexión.
P3	Principalmente el desarrollo del pensamiento crítico y también de cierta forma las habilidades relacionadas a la indagación.
P4	La labor más grande es alfabetizar este procedimiento científico, para que sea una situación entendible y manejable para todos los estudiantes y sociedad.
P5	Concientizar acerca de la astrominería, fomentar el pensamiento crítico analizando las cosas buenas y malas sobre la astrominería.
P6	Creo que ayudaría al trabajo de la ética y responsabilizarse por los daños que se puedan generar si no toman en cuenta a las personas.
P7	Antes de elaborar esta carta necesitamos informarnos sobre lo que queremos plantear lo cual implica una búsqueda, comprensión y evaluación de información, y, son habilidades científicas que como docentes queremos despertar en las comunidades de estudiantes, por lo cual creo que esta actividad puede ser una forma innovadora de bajar información de interés a las/los estudiantes.
P8	Se podría desarrollar competencias como el pensamiento crítico, comunicación científica y responsabilidad ética y social. Lo que son competencias muy necesarias de desarrollar en docentes de ciencia para la formación en química de los futuros docentes.

7. ¿Qué le aporta esta actividad a su futura práctica docente? (RP/CPC)

Sujeto de estudio	Respuesta
P1	Aportes en temas de investigación, abordar temáticas actuales, integrar la ciencia con problemáticas reales.
P2	EL saber cómo a partir de diferentes tópicos del curriculum nacional, puedo motivar a estudiantes a reflexionar y debatir sobre problemáticas sociocientíficas, además de hacerles saber que las ciencias no son solo números y fórmulas y que no están tan aisladas de lo social.
P3	Creo que hablar de estos temas nos permite discutir aspectos éticos de la ciencia.
P4	Entender que ya la población no se puede alejar de la ciencia ya que cada vez avanza más y luego solo las personas con conocimiento y recursos toman decisiones y el resto debe acatar.
P5	Acercar la ciencia a problemáticas que se encuentran en la actualidad.
P6	Me ayuda a generar ejemplos de problemas que se pueden trabajar en el aula para generar ABP o para ayudar en la ética.
P7	La oportunidad de encontrar formas divertidas y enriquecedoras para llegar a mis futuras/futuros estudiantes con sus propios temas de interés de la mano de la ciencia.
P8	Permite enseñar sobre problemáticas reales y actuales, integrar lo ético y responsabilidad ambiental en los alumnos, y promover pensamiento crítico y Alfabetización Científica. Por lo que esta actividad puede ser una buena herramienta de aprendizaje y formación en la educación científica.

## Anexo 11: Productividad asociada al proyecto de graduación

### CONTROVERSIAS SOCIOCIENTÍFICAS EN LA FORMACIÓN INICIAL DOCENTE: UNA REFLEXIÓN DESDE EL CONTEXTO CHILENO

CARLA OLIVARES PETIT

Departamento de Química, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Chile  
carla.olivares@umce.cl | <https://orcid.org/0000-0002-2366-4091>

MARÍA INÉS CERDA MARTÍNEZ

Magíster en Didáctica de las Ciencias Naturales y las Matemáticas, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Chile  
maria.cerda2023@umce.cl | <https://orcid.org/0009-0008-9844-0026>

BERNARDO MADARIAGA JARA

Magíster en Didáctica de las Ciencias Naturales y las Matemáticas, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Chile  
bernardo.madariaga2023@umce.cl | <https://orcid.org/0009-0003-9423-7040>

MARIO QUINTANILLA GATICA

Departamento de Didáctica, Facultad de Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile  
mquintag@uc.cl | <https://orcid.org/0000-0002-4411-7919>

#### RESUMEN

El artículo presenta una reflexión derivada de una revisión sistemática (RS) de literatura sobre formación inicial docente (FID) y la implementación de controversias sociocientíficas (CSC), como herramienta esencial en la FID de profesores de ciencias, con énfasis en profesores de química en formación, como población estudio, del proyecto de investigación que sustenta esta reflexión. Las CSC se destacan como una oportunidad para contribuir a la alfabetización científica (AC) con fines democratizantes de la ciencia, más allá de la AC funcional, especialmente en un contexto post-pandemia, caracterizado por la necesidad de innovar en metodologías para desarrollar motivación y pensamiento crítico, valorando el conocimiento científico en contexto y territorio, para una ciudadanía responsable. La integración de CSC en la FID, desafía las prácticas tradicionales y dogmáticas, transitando a una educación contextualmente relevante. La reflexión está situada en el contexto chileno, con el objetivo de tensionar la FID en ciencias y su propósito.

#### PALABRAS CLAVE

controversias sociocientíficas; formación inicial docente; alfabetización científica.



SISYPHUS

JOURNAL OF EDUCATION

VOLUME 12, ISSUE 03,

2024, PP 8-28

DOI: <https://doi.org/10.25749/sis.36567>

CC BY-NC 4.0