

Brechas Teórico-Prácticas al Enseñar Ciencias para la Ciudadanía por Profesores de Ciencias en Formación Inicial

Theoretical-Practical Gaps in Teaching Science for Citizenship by Pre-service Science Teachers

Edith Herrera San Martín

Departamento de Ciencias de Educación, Universidad del Bío-Bío, Chillán, Chile

Resumo. Las nuevas Bases Curriculares de Chile (2019) para 3º y 4º año de Enseñanza Secundaria introducen la asignatura "Ciencias para la Ciudadanía" con el propósito de garantizar igualdad de oportunidades en la trayectoria formativa del estudiantado a nivel nacional. Para su enseñanza en la formación docente, se propone un modelo formativo transformador, con elementos clave que contribuyen a la alfabetización científica crítica en estudiantes de quinto año de la carrera de Pedagogía en Biología y Química (año 2022-2024) de una universidad pública. Su propósito es analizar las brechas entre teoría y práctica en la enseñanza. El análisis del discurso de ocho casos estudio basado en teoría fundamentada reveló tensiones en la toma de decisiones al diseñar propuestas didácticas distintas al enfoque tradicional, ya que se enfatizó en la ciencia contextualizada, metodologías activas, desarrollo habilidades científicas y actitudes ciudadanas. Las brechas detectadas se caracterizan por: falta creatividad en la búsqueda contextos, dificultad de integración ciencias naturales, ausencia interdisciplinariedad. Posterior a implementación se identificó: ausencia de liderazgo, acompañamientos diferenciados profesor guía. De esta experiencia formativa el profesorado valoró su dominio disciplinar, focalizarse en promover habilidades científicas y la participación del alumnado como ciudadano crítico, pero plantearon desafíos en su formación didáctica, curricular y pedagógico.

Palabras-clave:
Formación inicial
Secundaria, Ciencias
para la Ciudadanía,
Secuencia enseñanza-
aprendizaje,
Alfabetización
científica crítica.

Submetido em
31/07/2024

Aceito em
08/03/2025

Publicado en
15/04/2025

Abstract. The new Chilean Curricular Bases (2019) for 3rd and 4th year of Secondary Education introduce the subject "Science for Citizenship" with the purpose of guaranteeing equal opportunities in the formative trajectory of students at the national level. For its teaching in teacher training, a transformative formative model is proposed, with key elements that contribute to critical scientific literacy in fifth year students of Biology and Chemistry Pedagogy (year 2022-2024) of a public university. Its purpose is to analyze the gaps between theory and practice in teaching. The discourse analysis of eight case studies based on grounded theory revealed tensions in decision making when designing didactic proposals different from the traditional approach since they emphasized contextualized science, active methodologies, development of scientific skills and citizenship attitudes. The gaps detected are characterized by: lack of creativity in the search for contexts, difficulty in integrating natural sciences, lack of interdisciplinarity. After implementation, the following were identified: lack of leadership, differentiated teacher-guide accompaniment. From this formative experience, teachers valued their disciplinary mastery, focus on promoting scientific skills and student participation as critical citizens, but posed challenges in their didactic, curricular and pedagogical training.

Keywords: Initial
secondary education
training, Science for
Citizenship, Teaching-
learning sequence,
Critical scientific
literacy.

Introducción

Formación inicial y demandas de Ciencias para la Ciudadanía

En Chile las nuevas bases curriculares (Ministerio de Educación de Chile [MINEDUC], 2019)

establecieron una nueva asignatura “Ciencias para la Ciudadanía” (CPC) para tercero y cuarto año de Educación Secundaria, la que forma parte del plan común obligatorio para las tres modalidades diferenciadas de Enseñanza: Artística, Científico-Humanista y Técnico Profesional. Como propósito busca desarrollar una comprensión integrada de fenómenos complejos y problemáticas reales, utilizando el conocimiento científico para desarrollar en el estudiantado las competencias del siglo XXI. Además, busca promover la participación como ciudadano crítico, activo y responsable de su entorno. Sin embargo, la llegada de la pandemia dificultó la puesta en marcha del proceso de acompañamiento docente y la Formación Inicial Docente (FID) no contempló esta asignatura en la renovación de sus planes de estudio. Existen escasos estudios sobre propuestas en la formación inicial que han abordado cómo enseñar Ciencias para la Ciudadanía, por lo que su implementación ha demandado a la formación inicial docente redefinir y ajustar sus programas de estudio, de acuerdo a las necesidades del nuevo currículum (Merino et al., 2023). Para Ramos *et al.* (2023) la asignatura implica que el profesorado en formación de ciencias sea capaz de:

Analizar situaciones basadas en investigaciones; comparar eventos en diferentes contextos; analizar situaciones a partir de modelos; evaluar las habilidades existentes para la resolución de problemas; proponer estrategias y soluciones a problemas relevantes basadas en evidencia; diseñar proyectos; explicar fenómenos basándose en investigaciones y modelos; y evaluar los avances y limitaciones de la ciencia y la tecnología. (MINEDUC, 2019)

Aprender a enseñar la nueva asignatura de CPC se convirtió en un desafío para el equipo docente que coordinaba el curso de didáctica de las ciencias y un auténtico reto para el profesorado en formación al tener que asumir los nuevos contenidos curriculares que promueven el desarrollo de habilidades científicas y actitudes para participar y transformar la vida cotidiana (Bienestar, social y ambiental); repensar la enseñanza en un contexto (social, ambiental y de salud) para contribuir a la inclusión y equidad social (Dillon y Avraamidou, 2020). Por ello, este estudio se centra en avanzar hacia una propuesta didáctica de “modelo formativo transformador” considerando el estado actual del conocimiento didáctico y aspectos clave de relevancia educativa y social para la enseñanza de ciencias. Desde esta perspectiva, busca dar respuesta a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son las brechas entre la teoría y práctica profesional al enseñar Ciencias para la Ciudadanía por el profesorado de ciencias en formación inicial?

Marco teórico

Modelo formativo del profesorado en Ciencias para la Ciudadanía

La enseñanza universitaria, especialmente la que forma al profesorado de ciencias requiere de transformaciones para el desarrollo de competencias profesionales al enseñar Ciencias para la Ciudadanía (CPC). Ante esta cuestión crucial, proponemos un modelo de formación inicial que incorpora como ejes: la ciudadanía (a escala local, nacional y global); Integración e interdisciplinariedad; justicia social y alfabetización científica crítica, según muestra la Figura 1. Estos aspectos clave en la formación de ciencias son el resultado del análisis de la literatura (Autor, *en prensa*) sobre prácticas de enseñanza que promuevan la construcción de

una ciudadanía crítica, las cuales conforman el entramado necesario para estos cambios en la formación inicial docente.

La figura 1 representa la propuesta del modelo formativo articula el conocimiento de la alfabetización científica crítica para la justicia social (Sjöström y Eilks, 2018). Por lo cual se sitúa bajo una visión crítica de la ciencia (visión III) para transformar en el contexto personal, social, histórico, local, nacional o como ciudadanos del mundo global involucrados en el desempeño de tareas utilizando los conocimientos científicos en fenómenos o problemáticas de la vida real (Valladares, 2021). Proponiendo la integración de las ciencias que plantea Sáez *et al.* (2023), con otras disciplinas en busca de interdisciplinariedad (Araya *et al.*, 2019) como un medio para alcanzar un aprendizaje integrador en el marco de una ciencia en contexto, utilizando para ello, enfoques educativos y metodologías activas para enseñar ciencias, promover desarrollo sostenible, ciudadanía activa, para desarrollar valores y actitudes con énfasis en la promoción de habilidades científica-tecnológicas y habilidades del siglo XXI (pensamiento crítico, creatividad y trabajo colaborativo). Todo lo anterior, encaminado desde la teoría a la práctica hacia un modelo formativo transformador (Linhares y Reis, 2023; Schio y Reis, 2024).

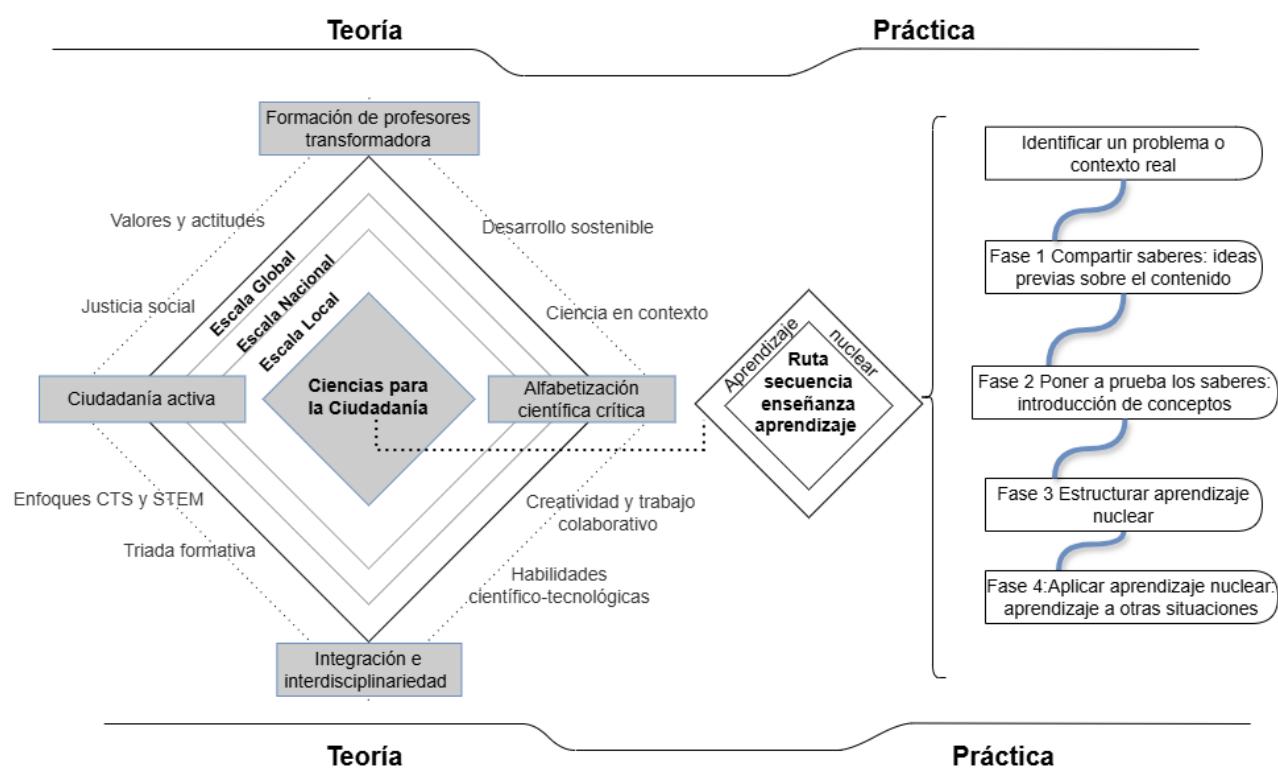


Figura 1. Ejes Modelo formativo transformador propuesto para enseñar Ciencias para la Ciudadanía.

Ruta de una Secuencia Enseñanza -Aprendizaje (SEA)

Este modelo formativo propuesto al profesorado de ciencias se articula entre la teoría-práctica y se concreta mediante el diseño de una secuencia de enseñanza-aprendizaje (SEA) en la asignatura de Didáctica de las Ciencias Integradas con su implementación en la Práctica Profesional (Ver Figura 1). El proceso de diseño de SEA es iterativo y recursivo, es decir, se revisa, rediseña, perfecciona y prueba con su implementación en el aula (Ponte *et al.*, 2016; Schio y Reis, 2024). El diseño de la ruta SEA creado por el profesorado en formación inicial

siguió las orientaciones constructivistas (Couso, 2020; Sanmartí, 2000) y responde a las siguientes cuestiones ¿qué se va a hacer?, ¿cómo se va a hacer para aprender? y ¿cómo se va a evaluar? Para ello, el diseño de la secuencia se inicia identificando una problemática real del contexto local, nacional o global, delimitando un aprendizaje nuclear que organiza conceptos, habilidades científicas y actitudes, para luego seguir cada una de las fases: 1) Expresando y compartiendo los saberes; 2) Poniendo a prueba los saberes; 3) Estructurando el aprendizaje nuclear; 4) Aplicando el aprendizaje nuclear, siguiendo las orientaciones de la Propuesta Educación Mesa Social Covid-19 (2020).

Consideramos fundamental en el diseño de la (1) fase de compartir y expresar saberes para detectar las ideas previas o las dificultades del alumnado que puede presentar al realizar el proceso de modelización del fenómeno o problemática al momento de comprender o aplicar los conceptos científicos. (2) El poner a prueba los saberes del aprendizaje nuclear involucra al estudiantado en la búsqueda de relación entre las ciencias (Biología, Química y Física) con las problemáticas a estudiar y el desarrollo de sus habilidades científicas. Aquí es importante que el profesorado en formación sea capaz de detectar, encauzar y regular el aprendizaje en el trabajo colaborativo del estudiantado. (3) En la estructuración del aprendizaje nuclear es importante que se guíe con las actividades de aprendizaje la organización de saberes y actitudes para ayudar al estudiantado a tomar decisiones responsables en acciones consigo mismo, con otros o con su entorno. Al llegar a (4) la aplicación del aprendizaje nuclear el estudiantado debe ser capaz de aplicar o transferir sus aprendizajes, expresando su postura crítica en base a evidencias científicas recopiladas sobre las problemáticas desarrolladas.

Durante el diseño SEA, el profesorado en formación debe tomar decisiones curriculares, didácticas, pedagógicas considerando el contexto escolar y cuál estrategia didáctica va a utilizar como: indagación, modelización, controversias socio científicas (CSS), o el aprendizaje basado en proyectos (ABP). Según Rico *et al.*, (2021) este último es reconocido por mejorar el desempeño en conceptos y práctica STEM del estudiantado (Leitch *et al.*, 2018). Para Mora *et al.* (2022) utilizar una estrategia didáctica adecuada es importante, debido a que fomentan en el estudiantado la motivación, información y orientación para alcanzar los objetivos. Sin embargo, el profesorado en formación presenta dificultades para usar estrategias didácticas activas en sus clases, ya sea por errores sobre estas o por desconocimiento. Concordamos con Mendoza y Loor (2022), que al no tener presente este componente en el diseño SEA facilita cometer errores pedagógicos en la práctica.

Ciencia en contexto: uso del contexto local, nacional y global en diseño SEA

El profesorado en formación al realizar un diagnóstico de la cultura escolar del estudiantado toma la primera decisión para enseñar la ciencia contextualizada en su SEA. Según Schio y Reis (2024), el conocimiento es un proceso que implica a una persona que conoce el contexto y la actividad en la que participa, debido a que el aprendizaje, la cognición, el conocimiento y el contexto no pueden tratarse como procesos aislados (Barab y Squire, 2004). De acuerdo a Maturana (2009) el conocimiento se orienta hacia acciones que se relacionan con la vida cotidiana, donde el sujeto tiene la libertad y la responsabilidad de ser co-creador del mundo. No obstante, Toma *et al.* (2017) señala que los docentes poseen dificultades para incluir el contexto tanto en la creación de su SEA, como en la propia práctica. Además, dentro de la

literatura específica de la enseñanza de la ciencia, el profesorado en formación inicial tiene ciertos problemas al momento de diseñar una SEA con coherencia entre el contexto y la construcción de modelos para comprender los fenómenos (Moraga et al., 2019) debido a la diversidad de conceptualizaciones respecto al uso del contexto, así como también, para integrar actividades contextualizadas al momento de realizar clases. Por estas razones, Santos y Folena (2020) indican la importancia de considerar el contexto que se aborda en el aula, haciendo referencia a temas cotidianos, tomando en cuenta la diversidad cultural y fomentar el diálogo en los estudiantes.

Ciencias para la Ciudadanía: Integración e interdisciplinariedad en el diseño SEA

La nueva asignatura de Ciencias para la Ciudadanía busca la integración de la ciencia y la interdisciplinariedad, sin embargo, se observa disparidad en los autores debido a la polisemia de ambos conceptos. Según Handtke y Bögeholz (2020, p.1) “Actualmente, la ciencia se enseña como disciplinas separadas o de manera integrada en la educación secundaria inferior” (Forsthüber et al., 2011, p. 60). La propuesta de Banasco *et al.* (2008) supone que es “necesario tener una información integral de todos los procesos que influyen en esos fenómenos, y que solo puede lograrse con nuevas vías o alternativas que propicien la integración de los contenidos de la ciencia” (p.49). Por su parte, Sáez *et al.* (2023) establecen que “la integración desde las ciencias permite al alumnado dotar de significado el aprendizaje de determinados temas desde diferentes puntos de vista” (p. 206), pero el profesorado señala que requieren de tiempo que no disponen y de una preparación del contenido disciplinar de las áreas integradas, así como del apoyo entre los pares y administrativos, según lo señalado por Saéz *et al.* (2023).

Entre las dificultades del profesorado en formación se reconoce la falta de integración de las ciencias y de interdisciplinariedad. Para Wang *et al.* (2020) y McNeill y Knight (2013) los maestros también tienden a centrarse en el contenido disciplinario en lugar de las ideas interdisciplinarias, posiblemente debido a la dificultad para facilitar el aprendizaje basado en disciplinas mientras otorgan un papel central a los problemas de la vida real y a las cuestiones globales (Bybee, 2013). Silva y Andrade (2007) señalan que “los docentes de Educación Primaria y Secundaria a menudo encuentran dificultades en el desarrollo de proyectos de carácter interdisciplinario debido a que han sido formados dentro de una visión positivista y fragmentada del conocimiento (Kleimann y Moraes, 2002)” (p.24). Para Wang *et al.* (2020) esto ocurre “porque carecen del conocimiento de contenido y pedagógico para una integración efectiva (Baker et al., 2015; Graves et al., 2016; Kurup, Li, Powell, y Brown, 2019; Lehman, 1994; Mason, 1996)” (p.2). Por su parte, Araya *et al.* (2019) proponen enseñar ciencias a través de la interdisciplinariedad, ya que permite abordar problemas con el objetivo de dar respuestas y soluciones a fenómenos que se estudian, lo que permite un cambio en la función del docente, exigiendo al estudiantado un rol activo, para que sean capaces de formular preguntas y no responder aquellas que son memorísticas, siendo una oportunidad de colaboración dentro del aula de clases y con otros docentes, además de ofrecer una nueva perspectiva de la enseñanza de la ciencia. En este estudio asumimos una relación dialéctica y de complementariedad entre la integración y la interdisciplinariedad en el proceso de diseño de una SEA.

Promover el desarrollo de habilidades científicas para el siglo XXI

El marco curricular nacional (MINEDUC, 2019) busca que el estudiantado sea capaz de desarrollar habilidades científicas. Este proceso implica según National Research Council, (2012) formular (es decir, la generación de hipótesis), probar hipótesis (es decir, determinar cómo se deben recopilar los datos) y analizar los datos (es decir, evaluar la evidencia de los datos recopilados) en un proceso que no es lineal. Estas habilidades de razonamiento científico son necesarias para resolver problemas de manera científica (Lawson et al., 2000; Drummond y Fischhoff, 2017). Sin embargo, si el Profesorado en Formación Inicial (PFI) desconoce estas habilidades científicas, no logrará fomentar su desarrollo en el futuro estudiantado. Esto ha sido atribuido a la baja presencia de aspectos didácticos en la formación docente (Figueroa et al., 2020). De esta forma, resulta relevante que una propuesta en la formación inicial docente (FID) fomente estos atributos; para esto se requiere promover la comprensión y el pensamiento crítico, a través de la reflexión e indagación, aportando a la resolución de problemas y toma de decisiones del futuro profesorado (López y Genes, 2017), con la expectativa que ello redunde en el desarrollo de las habilidades científicas del estudiantado dentro del sistema escolar.

Según Figueroa *et al.* (2020) en el siglo XXI se necesita que el profesorado logre promover habilidades en base a la alfabetización científica, es decir, el desarrollo del pensamiento crítico, reflexión, observación y la toma de decisiones. Para alcanzarlo Dogan *et al.* (2020) incluye la investigación, resolución de problemas y sobre todo la creatividad. El profesorado debe estar preparado para desarrollar estas competencias en sus diseños (Linhares y Reis, 2023), “incluidos conocimientos, actitudes, valores, motivación y compromiso” (UNESCO, 2017, p.51). La investigación científica es inherente a los proyectos de Ciencias para la Ciudadanía, ya que los participantes se involucran en actividades científicas como la recopilación y el análisis de datos (Peterman et al., 2017; Davis et al., 2020). En este sentido, según Zimmerman y Klahr (2018), formular preguntas, establecer hipótesis y diseñar experimentos como habilidades de pensamiento científico constituyen recursos cognitivos que se involucran y posibilitan el ejercicio de la ciudadanía. Por ello, concordamos con Figueroa *et al.* (2020) cuando señalan que una perspectiva interdisciplinaria de base sociocrítica para el abordaje de la formación del nuevo profesorado puede contribuir, pues no se trata de una formación en ciencias abocada a la reproducción de élites científicas, sino más bien, de la construcción de un saber pedagógico que fomente el desarrollo de habilidades de pensamiento científico en el sistema escolar como parte de la educación para la ciudadanía.

Marco metodológico

Esta investigación de tipo exploratorio bajo el paradigma interpretativo con enfoque cualitativo estudia un fenómeno para interpretarlo y otorgarle significado (Espinoza y Toscano, 2015). Se desarrolló mediante un estudio de caso. Para Yin (1994) corresponde a un estudio empírico, que describe en profundidad contexto y participantes (Espinoza, 2020). En este estudio de caso nos interesa comprender en el discurso qué dice el profesorado en formación de ciencias y cómo expresan sus ideas sobre su experiencia de aprender y su

desempeño al enseñar en la nueva asignatura de Ciencias para la Ciudadanía. Para ello se proponen los siguientes objetivos:

Objetivo general

Analizar las brechas entre teoría y práctica al enseñar Ciencias para la Ciudadanía en práctica profesional por profesorado en formación inicial de ciencias.

Objetivos específicos

Explorar los significados que otorga el profesorado en formación inicial de ciencias al enseñar Ciencias para la Ciudadanía en su Práctica Profesional.

Caracterizar la evolución del discurso sobre el desempeño al diseñar e implementar una secuencia enseñanza-aprendizaje por profesorado en formación inicial en Ciencias para la Ciudadanía.

Analizar obstáculos –oportunidades entre la formación teórica y la implementación práctica en Ciencias para la Ciudadanía en formación inicial del profesorado de ciencias.

Muestra y contexto

La muestra seleccionada fue a conveniencia, corresponde a 8 casos de estudio (4 mujeres y 4 hombres) del profesorado en Formación Inicial (a partir de ahora PFI) de la carrera de Pedagogía en Biología y Química de una Universidad Pública de Chile. Para participar en el estudio se establecieron como criterio de inclusión: PFI en su décimo semestre, quinto año de carrera, con Práctica Profesional en la asignatura de Ciencias para la Ciudadanía, impartida en los dos últimos niveles (tercero y cuarto año) de Educación Secundaria, como presenta la Tabla 1. A los casos de estudio se les asignó un nombre ficticio que aseguró el anonimato de los entrevistados y la confidencialidad de los datos obtenidos. En la recolección de los datos de informantes clave, se contó con los respectivos resguardos éticos a través del consentimiento informado firmado por cada participante.

La propuesta de modelo formativo se aplicó durante el año 2022 -2024 para estudiar las brechas entre el diseño teórico y la práctica de enseñanza, en la asignatura de Didáctica de las Ciencias Integradas al profesorado en formación de biología y química que realizaba su Práctica Profesional en establecimientos de Educación Secundaria con distinta dependencia: públicos, particular subvencionado o particular y que imparten la modalidad científico humanista o técnico profesional (Ver Tabla 1). Cada caso de estudio abordó en su diseño e implementación uno de los cuatro módulos de la asignatura de Ciencias para la Ciudadanía (CPC) según la organización determinada por el establecimiento: Bienestar y salud; Prevención, Seguridad y Autocuidado; Tecnología y Sociedad; Ambiente y Sostenibilidad. El profesor guía asignó el módulo a cada caso de estudio y este propuso el diseño de una Secuencia de Enseñanza-Aprendizaje (SEA) contextualizada en un proyecto integrado que implementó en aproximadamente en 8 a 12 semanas apoyado por el profesor didacta de la universidad y acompañado por el profesor guía del establecimiento escolar en la triada formativa de práctica.

Tabla 1. Caracterización del Profesorado en Formación Inicial en Práctica Profesional.

Casos	Año	Dependencia establecimiento	Módulo de Ciencia para Ciudadanía (CPC)	Modalidad del establecimiento
Sol	2022	Público	Bienestar y Salud	Técnico Profesional modalidad dual
Gary	2022	Público	Bienestar y Salud	Técnico Profesional
Jade	2022	Público	Prevención, Seguridad y Autocuidado	Científico Humanista
Eme	2023	Público	Prevención, Seguridad y Autocuidado	Científico Humanista
Peter	2023	Particular	Bienestar y Salud	Científico Humanista
Tati	2023	Particular subvencionado	Prevención, Seguridad y Autocuidado	Científico Humanista
Ken	2024	Público	Prevención, Seguridad y Autocuidado	Científico Humanista
July	2024	Particular subvencionado	Bienestar y Salud	Científico Humanista

Instrumentos de recolección de datos

Los datos fueron recolectados a partir de entrevistas semiestructuradas, las cuales constituyen uno de los principales recursos metodológicos utilizados en estudio de casos (Yin, 2009). Las preguntas de la entrevista fueron validadas por juicio de expertos en didáctica de las ciencias, con aplicación de una prueba piloto para analizar la comprensión de las preguntas del instrumento original. A partir de esta aplicación se eliminaron tres preguntas de la entrevista inicial y cinco de la entrevista final.

La entrevista semiestructurada inicial constó de 15 preguntas y persiguió como objetivo diagnosticar los significados que otorga el PFI a la construcción del diseño de la Secuencia de Enseñanza- Aprendizaje y su desempeño creativo para asignatura de Ciencias para la Ciudadanía. Esta entrevista se aplicó antes de la implementación de sus clases en la práctica. La entrevista semiestructurada final, similar a la entrevista inicial consta de 10 preguntas, buscó como objetivo describir las experiencias sobre la implementación del diseño y el desempeño del Profesorado en Formación Inicial al analizar obstáculos y oportunidades en Ciencias para la Ciudadanía. Se aplicó después de la implementación SEA a cada caso de estudio.

Análisis de los datos

El proceso para el análisis de datos sigue la teoría fundamentada (Grounded Theory), basada en Strauss y Corbin, (2002). Debido a que estos autores señalan “que para descubrir y desarrollar los conceptos debemos abrir el texto y exponer los pensamientos, ideas y significados contenidos en él” (p.111). La Figura 2 presenta la forma en la que se analizó el discurso del Profesorado en Formación de Ciencias. Como técnica para estudiar el discurso (Sagayo, 2014), se comienza con la distribución de las entrevistas inicial y final de cada caso

de estudio entre 4 investigadores especializados. A partir de la lectura, cada investigador realizó la codificación abierta en el programa ATLAS.ti versión 24, en la cual se consolidaron los códigos del relato de cada participante (Vives y Hamui, 2021). Después, los cuatro investigadores se reunieron para discutir y unificar los códigos iniciales. En consecuencia, se realizó un chequeo cruzado (Miles Huberman, 1994). Esto implicó comparar y verificar los datos desde distintas perspectivas considerando similitudes y diferencias en la codificación a partir del discurso, por todos los investigadores.

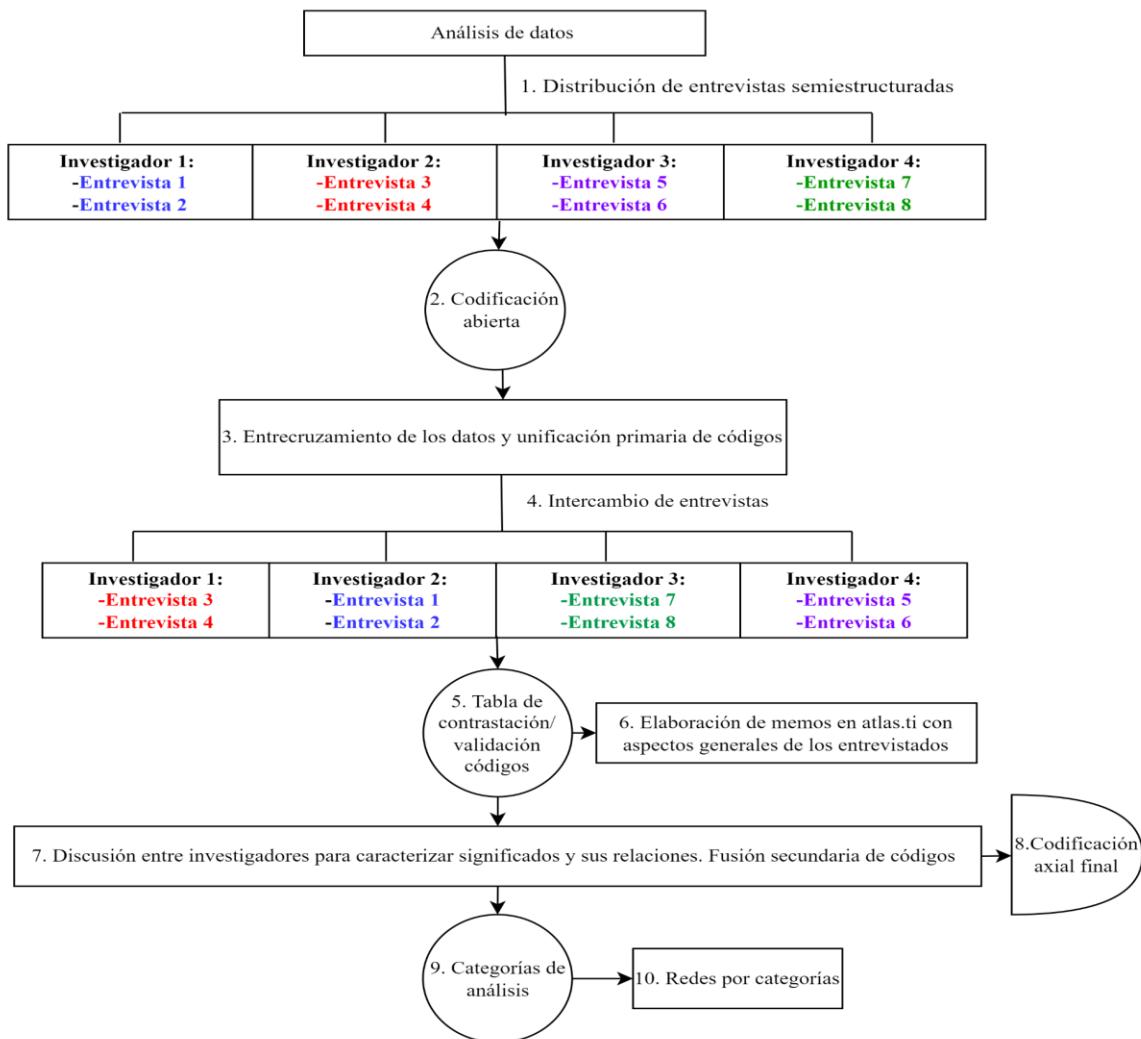


Figura 2. Análisis del contenido del discurso del profesorado en formación inicial en el diseño e implementación de la Secuencia de Enseñanza-Aprendizaje en Ciencias para la Ciudadanía.

Para la objetividad en la codificación del discurso de los casos se intercambiaron las entrevistas entre investigadores para la recodificación, interpretación y validación de los códigos. Con este proceso, se realizó redes o mapas para establecer relaciones en una codificación selectiva. Sobre esta base, se caracterizó las categorías con los códigos representativos del discurso del profesorado en formación en una tabla de contrastación para la validación de los resultados de la codificación axial. A continuación, a cada investigador del equipo se le indicó elaborar memos en el programa ATLAS.ti sobre las SEAs de sus entrevistados para una discusión focalizada sobre el diseño e implementación de las

secuencias de enseñanza -aprendizaje que emergen del discurso, con este proceso se llegó a la codificación axial final y la elaboración de las redes de códigos, categorías y sus relaciones para la entrevista inicial y final. Por último, entre los cuatro investigadores del equipo se compararon las redes y categorías con el objetivo de determinar las dimensiones de obstáculos y oportunidades al diseñar e implementar un proyecto integrado en la práctica de Ciencias para la Ciudadanía basado en modelo de propuesta formativa.

Mediante el análisis cualitativo que muestra la Figura 2, se logró establecer la conceptualización teórica de las categorías del discurso del Profesorado en Formación Inicial para detectar los significados al enseñar Ciencias para la Ciudadanía, caracterizar la evolución del discurso al diseñar e implementar una Secuencia de Enseñanza – Aprendizaje y detectar los obstáculos - oportunidades en su formación teórica y práctica por los casos de estudio.

Resultados y discusión

Los resultados se presentan según los objetivos del estudio: I) los significados del profesorado en formación inicial al enseñar Ciencias para la Ciudadanía II) la evolución del discurso sobre el diseño e implementación de la SEA en CPC III) los obstáculos y las oportunidades entre la formación teórica y la implementación práctica en CPC en formación inicial del profesorado de ciencias.

Exploración de los significados que otorga el Profesorado en Formación Inicial de ciencias al enseñar CPC en su Práctica Profesional

Se presentan los significados del discurso que otorgó el profesorado en formación inicial al diseñar e implementar una secuencia de enseñanza-aprendizaje en la asignatura de Ciencias para la Ciudadanía.



Figura 3. Significado otorgado por casos de estudio a enseñar Ciencias para la Ciudadanía.

En la Figura 3, algunos profesores en formación (Sol, Peter y Gary) destacaron de forma positiva que enseñar Ciencias para la Ciudadanía implica utilizar los temas importantes del

contexto para así dar sentido al aprendizaje y formar ciudadanos activos que sean capaces de distinguir la información fidedigna basada en la ciencia. Su experiencia al aprender a enseñar esta asignatura generó un cambio en la forma de plantear el diseño didáctico y les instó a salir de la enseñanza tradicional, además de involucrarse en la conexión con aspectos sociales de formación ciudadana y en pensar cómo desarrollar habilidades científicas. De esta manera se expresa en el profesorado significados como:

Flor, “Ciencias para la Ciudadanía para mí es como generar un espacio de aprendizaje en donde se aprenda ciencias, pero pensado para la formación ciudadana y en ese sentido el contenido queda de lado como en clases tradicionales y se enfoca más como en el pensamiento crítico; en las habilidades del siglo XXI” (1:42).

Eme, “Al estudiantado se les prepara para ser ciudadanos con conocimientos científicos, entonces tiene una gran arista que es una parte social” (8:2). Asimismo, **Mar** indicó, “yo creo que es una oportunidad que nos da este cambio curricular de poder aterrizar los conocimientos científicos o las habilidades científicas que se supone estamos enseñando y aprendiendo en la escuela, para la formación ciudadana” (2:21).

Para **Tati**, “es una asignatura que está basada en el trabajo con ABP de proyectos y de problemáticas, cada proyecto tiene su duración distinta, además, en el caso de este colegio, utilizamos los proyectos que están dados en el libro del Ministerio de Educación” (6:2).

Para **Peter** el significado de enseñar Ciencias para la Ciudadanía es “que los estudiantes sean capaces de tener una postura clara frente a algún tema porque creo que eso es una de las grandes dificultades, dudan mucho” (4:36).

Jade “Ciencias para la Ciudadanía viene a ser un aporte más que como enseñar conocimiento, como acercar un poquito las ciencias a la realidad de los estudiantes y de las personas, para que desarrollen habilidades, reflexionen, que les permitan tomar decisiones importantes a futuro” (7:41).

La experiencia de diseño e implementación de SEA en Ciencias para la Ciudadanía para Jade y Flor significó focalizarse en desarrollo de las habilidades por sobre los conceptos, incorporando en el diseño estrategias didácticas activas como el ABP con un rol activo del estudiantado en el aula (Tati) y proponer actividades de aprendizaje que les permitan

Mar). Los significados expresados son consistentes con UNESCO (2016) cuando señala que la educación científica es fundamental para la formación de ciudadanos, debido a que desarrolla actitudes y habilidades que favorecen la resolución de problemas presentes en nuestra sociedad (Parga, 2021). Así también, Duque-Cardona y Largo-Taborda (2021) sostienen que al utilizar ABP como estrategia didáctica facilita al estudiantado tomar un rol activo y crítico en el aula para proponer soluciones a problemas reales de su entorno. Además, Santos y Folena (2020) afirman que el contexto y los temas cotidianos son de suma importancia, ya que de esta manera el alumnado puede asociar su entorno con teorías científicas y construir su conocimiento (Acevedo et al., 2021). Las visiones de esta experiencia formativa dan cuenta de cómo el profesorado en formación asume primero su aprendizaje, para luego aplicarlo a su enseñanza en Ciencias para la Ciudadanía en su práctica. Según Montero (2010) es importante promover la reflexión con el alumnado en el aula para actuar como ciudadano consciente, implicados en acciones, éticamente responsable y con respeto por la diversidad. De acuerdo con Heggart y Flowers (2019) la formación ciudadana es un punto esencial desde un enfoque socioeducativo, ya que hace consciente al estudiantado de

su rol como agente de cambio y con una percepción de mundo más justa (Aramburuzabala, 2013).

Caracterización de la evolución del discurso sobre el diseño e implementación de SEA en Ciencias para la Ciudadanía por profesorado en formación durante la Práctica Profesional

Para la caracterización del discurso del Profesorado en Formación se presenta el diagrama Sankey con la distribución de las categorías resultantes del estudio (lado izquierdo) en su relación con la densidad de códigos según los casos de estudio (lado derecho). Primero se muestra los resultados del análisis del contenido para el diseño de la Secuencia de Enseñanza-Aprendizaje (Figuras 4 y 5) y posteriormente de su implementación en la práctica (Figuras 6 y 7).

Caracterización del discurso al inicio y final del diseño de SEA en Ciencias para la Ciudadanía por profesorado en formación

En la figura 4, el diagrama Sankey muestra que algunos casos concuerdan que el diseño de la SEA se debe caracterizar por: Promover el desarrollo de las habilidades científicas, y usar el contexto para aprender los conceptos científicos. En la figura 5, luego de haber creado su diseño SEA, se observa que algunos casos expresan dificultades para concretar la integración de las ciencias (biología, física y química), además, cuestionan su preparación para diseñar clases en Ciencias para la Ciudadanía, mencionan dificultades para trabajar la interdisciplinariedad, falta de creatividad y algunos expresan su desconocimiento en las estrategias didácticas. A continuación, se presenta en detalle su caracterización por cada categoría.

Uso del contexto: Al iniciar el diseño de la SEA, algunos casos de estudio enfrentaron dificultades para contextualizar el contenido a enseñar. Se evidencian confusiones entre el análisis del contexto de la cultura escolar, como espacio de interacción social en la escuela en el curso asignado a su práctica y el uso de un contexto para el diseño de su SEA. Como es el caso Eme al señalar “cuando sea profesor, tengo que situarme en el contexto de estudiantes porque si yo no conozco el curso, no puedo planificar” (5:13), Jade “Yo creo que lo principal es ver el contexto, el contexto escolar donde se está llevando a cabo la ruta” (7:12) y Tati “a la hora de la formulación de cualquier proyecto, entonces eso como todo lo que tenga que ver con el contexto del colegio y temporal, sobre todo, estoy traumada con el tiempo” (2:30)

Sin embargo, en el caso Sol y Eme incorporaron el contexto en la construcción de un problema para su secuencia didáctica y lo utilizaron en la estrategia del ABP, al respecto Sol, “yo seleccioné el estrés para el proyecto integrado en consideración del contexto institucional porque es un tema de emergencia en cuanto a la salud mental de las estudiantes” (1:1). A lo Eme añade:

“vamos a estudiar las mascarillas, el por qué las mascarillas certificadas funcionan, para que cada uno decidiera si usarla o no. Eso igual tiene una lógica química, pero también una biológica que es de la prevención” (5:35). Además, agrega “Yo les expliqué [al estudiantado]

que esto era un aprendizaje basado en proyectos, que se desarrolla por fases y que teníamos que ser ordenados al trabajarlas". (Eme 5:6)".

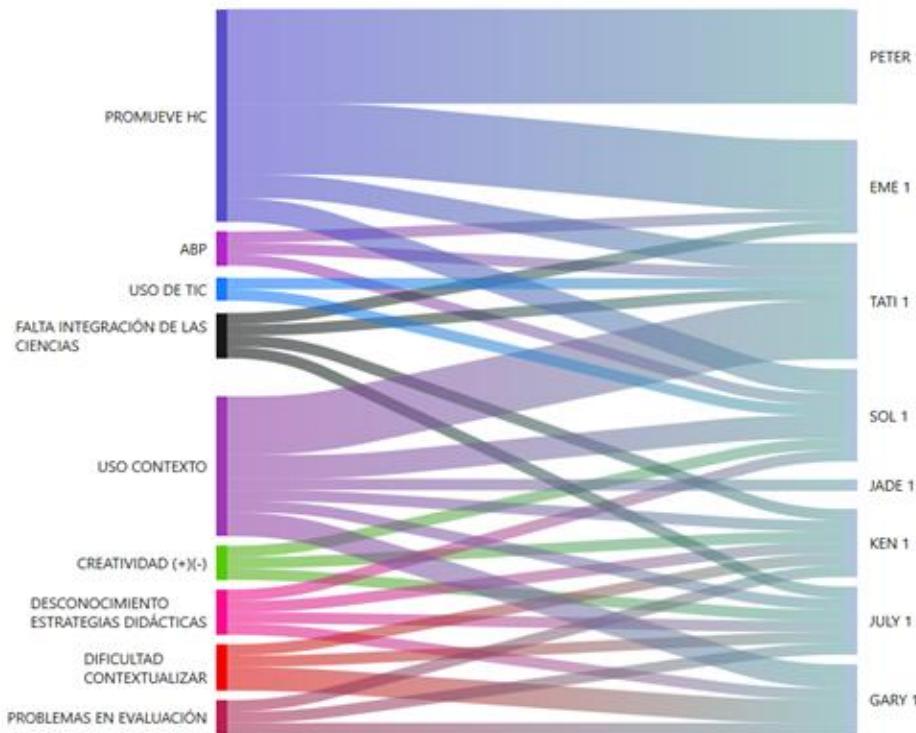


Figura 4 – Análisis del contenido del discurso al diseñar secuencias de enseñanza-aprendizaje por el profesorado de ciencias en formación inicial en Ciencias para Ciudadanía (initial)

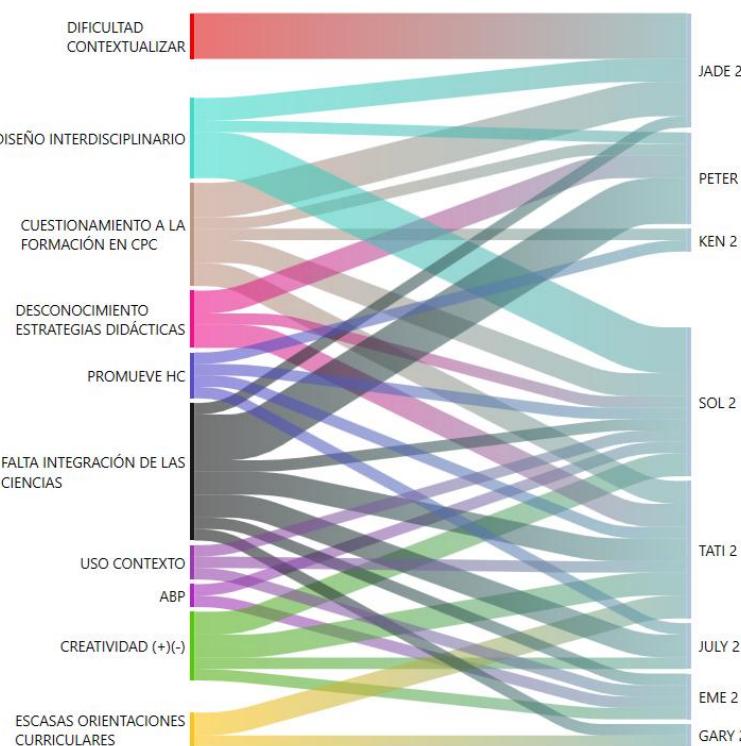


Figura 5 – Análisis del contenido del discurso al diseñar secuencias de enseñanza-aprendizaje por el profesorado de ciencias en formación inicial en Ciencias para Ciudadanía (final).

Las diferencias planteadas entorno a la conceptualización del contexto es coherente con Gilbert *et al.* (2011) cuando se reconoce el contexto como una entidad cultural inmersa en la sociedad, de forma que el aprendizaje ocurre dentro del proceso de interacción entre los alumnos y el profesor, a través de temas que se consideran importantes para la vida comunitaria en sociedad. Por su parte Santos y Folena (2020) afirman la importancia del contexto que se aborda en el aula, haciendo referencia a considerar temas cotidianos, tomando en cuenta la diversidad cultural, para fomentar el diálogo en los estudiantes.

Respecto en la selección de la estrategia de enseñanza aprendizaje de ABP propuesta en los diseños SEA por algunos de los casos de estudio y al desconocimiento expresado, Fan *et al.* (2021) señala que el ABP articula los contenidos, habilidades y actitudes. Esto implica ir más allá del marco tradicional de cada disciplina, para estos autores es “adoptar una estructura curricular orientada a proyectos para reintegrar y reorganizar el conocimiento de las materias STEM relacionadas según el tema elegido” (p. 2).

Promover habilidades científicas: La mayor parte de los casos de estudio señala haber intentado promover las habilidades en sus diseños como: hacer preguntas, formular hipótesis, diseñar investigaciones en trabajo colaborativo, sin embargo, los casos (Sol, Tati, Gary, Eme y Jade) hacen alusión solo a la búsqueda de información con fuentes confiables, por ejemplo:

“la búsqueda de fuentes confiables sí o sí tiene que ver con ciencias y esa habilidad tiene que ver con el análisis de datos, por ejemplo, el guiar una investigación, un informe, por ejemplo, ya, el argumentar, el dar explicaciones de cierta manera desarrollo habilidades científicas” Eme (5:17)

En otros casos, se reconoce su debilidad para promoverlas y Jade expresa: “*me faltó cómo de fomentar habilidades científicas porque yo creo que basé casi todo mi trabajo en sus saberes previos porque yo creo que nadie nos enseña a cómo enseñar habilidades científicas*” (7:18)

La mayor claridad al promover habilidades científicas en el diseño SEA se refleja en:

“(…). Yo creo que la búsqueda de información, la elaboración de preguntas, plantear hipótesis, diseñar como probarla y comunicar resultados de una investigación, eso fue lo mejor que pude intencionar en los estudiantes”. (Peter 4:21)

La dificultad para diseñar actividades de aprendizaje para desarrollar habilidades científicas está asociada según Figueroa *et al.* (2020), a falta de preparación, puesto que argumentan que se necesita que el profesorado logre promover habilidades en base a la alfabetización científica, pensamiento crítico, reflexión, observación y la toma de decisiones, por lo que enfatiza la importancia del mejoramiento en propuestas didácticas en Formación Inicial Docente. Por su parte Zimmerman y Klahr (2018) afirman que desarrollar la formulación de preguntas, establecer hipótesis, diseñar experimentos constituyen recursos cognitivos que involucran y posibilitan el ejercicio de la ciudadanía y además el desarrollo de las habilidades de pensamiento científico.

Creatividad: En particular, algunos casos reconocieron su falta de creatividad al iniciar el diseño de sus secuencias de enseñanza-aprendizaje. Sol, Tati y July expresaron: “*Me falta tener esa creatividad que se necesita al crear un proyecto integrado*” (Sol 10:23).

“Yo creo que me gusta buscar que problemática podría motivar al alumnado, también ha sido lo más desafiante, tener creatividad, esa chispeza de encontrar algo para captar a los chiquillos.” (Tati 13:14)

Estos resultados son consistentes con Liu *et al.* (2024), cuando sostienen que la creatividad en la enseñanza del profesorado depende en gran medida de sus méritos innovadores (Cayirdag, 2017). Sin embargo, muchos docentes no tienen acceso a oportunidades para desarrollar o participar en el desarrollo de su creatividad (Henriksen, 2011), o necesitan mejorar su capacidad creativa (Richardson *et al.*, 2021; Huang, 2022).

Integración e interdisciplinariedad: Tanto el discurso inicial y final del Profesorado en Formación al diseñar su SEA evidenció dificultades para integrar las ciencias naturales al desarrollar proyectos. Así lo indicaron los casos de estudio Sol, Peter y Jade: “estos proyectos están pensados para la integración de distintas asignaturas [física, lenguaje, matemática, etc.], entonces es un desafío para mí trabajar con aquellas disciplinas en las cuales yo no tengo conocimiento” (Tati 2:52).

“promover el trabajo interdisciplinario, creo que sería como súper enriquecedor diseñar una secuencia y colaborar con profes, por ejemplo, yo me atreví a hacerlo con historia y lenguaje, y quizás obviamente no tengo los conocimientos que tiene un profe de historia y lenguaje, entonces quizás trabajando con ellos hubiera salido aún mejor” (Peter 4:24)

Basado en lo anterior, diversos autores sostienen que el profesorado de Educación Primaria y Secundaria enfrenta dificultades al desarrollar proyectos interdisciplinarios a raíz de su formación positivista y fragmentada del conocimiento (Kleimann y Moraes, 2002; Silva y Andrade, 2007). Por esta razón, Banasco *et al.* (2008) señala que “es necesario tener una información integral de todos los procesos que influyen en esos fenómenos, y esto solo puede lograrse con nuevas vías o alternativas que propicien la integración de los contenidos de la ciencia” (p.49).

Cuestionamiento a la formación en Ciencias para la Ciudadanía (CPC): Al final de su discurso Jade, Sol, Tati, Peter y Ken cuestionaron su formación inicial al construir sus diseños SEA, tal como señala Peter “*creo que también tiene relación con la formación que hemos tenido como profesores en la que no se aborda una perspectiva ciudadana acerca de la ciencia.*” (11:47) lo que concuerda con Ken:

“Siento que tengo que volver a aprender (...) por ejemplo, química lo domino desde lo muy teórico, pero no como algo práctico. Y recién ahora diseñando las clases en Ciencias para la Ciudadanía, estoy intentando mezclar ambos mundos, integrando lo cotidiano y lo práctico con lo teórico que me enseñaron en la Universidad” (16:5).

“La verdad yo quería hacer algo más dinámico en ciencias para la ciudadanía, estoy implementando el módulo de seguridad, prevención y autocuidado. Estas cosas yo jamás las vi en el colegio, menos lo vi en la universidad y lo que enseñé lo sabía por cultura general.” (Jade 14:21)

Dado que en la formación inicial la renovación de los planes de estudio de las carreras de ciencias, ocurrió antes la incorporación de la asignatura de Ciencias para la Ciudadanía, es un auténtico reto para el profesorado en formación tener que asumir los nuevos contenidos curriculares que promueven el desarrollo de habilidades científicas y actitudes para participar y transformar la vida cotidiana (Bienestar, social y ambiental); repensar la

enseñanza en un contexto (social, ambiental y de salud) para contribuir a la inclusión y equidad social (Dillon y Avraamidou, 2020).

Evolución del discurso sobre la implementación de SEA en CPC por profesorado de ciencias en formación inicial

En la figura 6, el diagrama Sankey muestra que algunos casos caracterizan su implementación fundamentada en que esta generó un clima positivo de aula, por la participación del estudiantado, se identificaron con los contextos propuestos de la SEA y en el desarrollo de actividades de aprendizaje intencionaron acciones para la formación de ciudadano crítico y participativo. Sin embargo, luego de su implementación en el diagrama de la figura 7, algunos de los casos expresaron sus problemas de liderazgo con el manejo de grupo y mencionan algunas dificultades con su profesor guía.

Clima de aula positivo: La mayor parte de los casos (Sol, Tati, July, Jade, Ken, Peter, Gary) durante la implementación de su SEA señala la relevancia de propiciar en las clases la participación del estudiantado en un clima de interacciones positivas en ambas entrevistas. Ken relató “Siempre con la actitud de recibir comentarios sobre sus propias ideas, las estudiantes participan mucho y aportan comentarios” (16:26). Por su parte, Sol señala:

“yo quedé sorprendida porque era la primera vez que trabajaba con el nivel de 3º año, en este semestre, y fue muy muy bueno, porque al tener su especialidad de párvulos, ellas están desarrollando más la responsabilidad, trabajaron bien en grupo, cumplieron con sus materiales, súper rápidas, entonces eso permitió que se desarrollara el proyecto” (1:25)

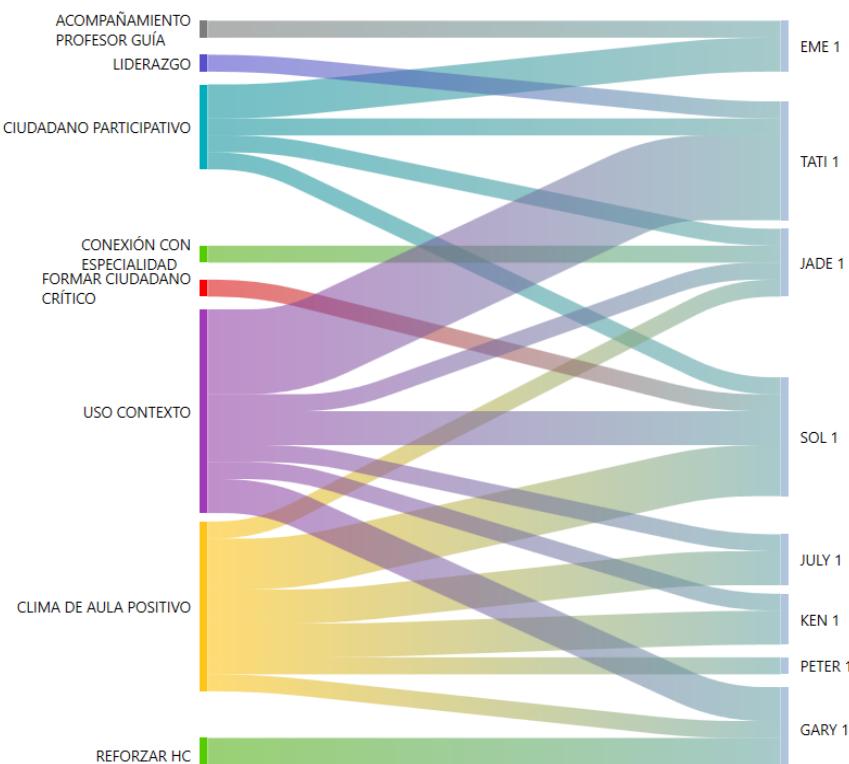


Figura 6 – Análisis del discurso en la implementación de secuencias de enseñanza-aprendizaje por profesorado de ciencias en formación inicial en Ciencias para Ciudadanía (inicial).

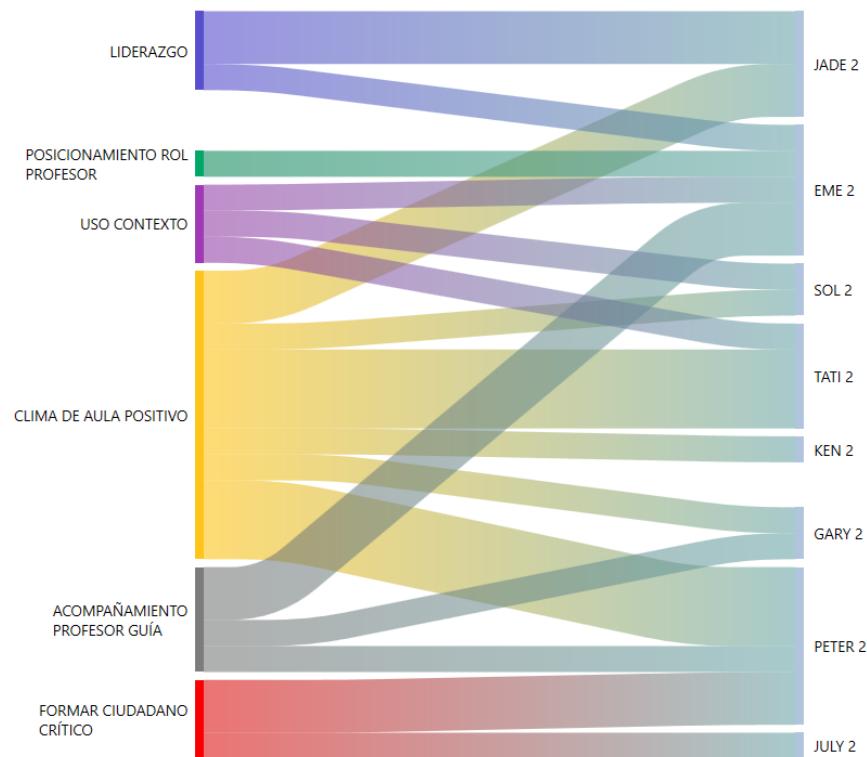


Figura 7 – Análisis del discurso en la implementación de secuencias de enseñanza-aprendizaje por profesorado de ciencias en formación inicial en Ciencias para Ciudadanía (final).

En algunos casos a medida que transcurrió la implementación mejoró el clima de aula y “*La participación en clases fue aumentado notablemente, porque si solo se interactúa siempre con el mismo alumnado, esta no se desarrollaría. Ahora al terminar la implementación la participación es alta, hacen aportes con sus valores y acciones ciudadanas.*” (Peter 11:6)

La experiencia de favorecer un clima de aula propicio para el aprendizaje a través de un trabajo colaborativo en los proyectos de Ciencias para la Ciudadanía superó la noción tradicional relacionado con el dominio de la disciplina en la sala de clases por el cambio hacia un rol activo del estudiantado y de ser un guía en el aula, para acompañar el proceso educativo. Esto concuerda con lo señalado por el estándar 5 de formación inicial docente (Centro de Perfeccionamiento, Experimentación, Investigación Pedagógica [CPEIP], 2022) cuando establece que para favorecer el aprendizaje del alumnado el profesorado en formación debe promover un ambiente de aula respetuoso, inclusivo, organizado y su compromiso con la promoción de la buena convivencia.

Liderazgo: Al inicio de la implementación de la SEA Tati, Jade y Eme señalaron dificultades relacionadas con su liderazgo en el aula en la retroalimentación entregada por su profesor guía.

“(...) tengo que mejorar el manejo del grupo porque mi profe guía me dice que a veces soy muy relajada, su retroalimentación siempre ha sido en estos temas, de que esté atenta todo, que los rete, que sea más autoritaria, porque no sé están con el celular algunos y a mí me esto me complica” (Jade 14:10).

Sin embargo, Tati cuestiona esta concepción del liderazgo, porque cree hay que guiar el aprendizaje del estudiantado, por su experiencia de observación de las clases de Ciencias para la Ciudadanía de su profesor guía

“aprender a manejar el tiempo, el control de la sala, cuando están trabajando en grupos, yo no creo que el desorden es porque haya ruido, a veces es un ruido que aporta al aprendizaje, lo importante es hacer un seguimiento de los proyectos del alumnado y no dejarlos solos, porque mi profesor guía solo le entregó los temas al inicio y no hacía nada más hasta que presentaban el proyecto de grupo” (2:50)

En los discursos hay diversas formas de entender el liderazgo en el aula y en su relación con su profesor guía, desde una visión autoritaria, de control del estudiantado a otra de acompañamiento y guía en proceso de aprendizaje. Esta última más coherente con lo planteado por Barrientos Fernández *et al.*, (2019) que especifican que el maestro debe estar capacitado para comunicarse y relacionarse positivamente con los estudiantes en el aula que fomente un aprendizaje con significado y la adquisición de habilidades para la vida en los alumnos.

Formar ciudadano crítico: A lo largo de la implementación de sus SEA los casos Peter, July y Sol caracterizan su enfoque hacia la formación de ciudadanos participativos y críticos. Al respecto Sol señala “en que tú mismo en tu rol como ciudadano ejerzas una justicia social, que puede ser en torno a varios temas, de carácter controversial” (1:37). July por su parte agrega “Para mí una ciudadanía crítica es una persona que cuestiona, siempre en pos de poder tener una postura”. (17:8). Finalmente, Peter resaltó, “(...) es importante el pensamiento crítico. Los chiquillos deben ser capaces de tomar una postura frente a las cosas que se les presentan (...) poder defender esa postura, argumentarla con la ciencia” (2:35).

Estos hallazgos son coherentes con Linhares y Reis (2023); Hodson (2014) cuando sostienen que para que un ciudadano actúe de forma responsable, “los jóvenes deben ser formados para estar informados y ser críticos (científicamente alfabetizados), estar socialmente conectados, para tener respeto por la diversidad y ser éticamente responsables e implicados” (p.3).

Acompañamiento profesor guía: Durante la implementación de la SEA la interacción en el acompañamiento del profesor guía registró percepciones positivas y negativas. Los casos de estudio: Sol, Peter, Eme, Jade y July valoraron el apoyo del profesor guía para el diseño e implementación de su SEA, indicaron “Entonces, siempre busqué ayuda y preguntaba; mi profesora guía fue un gran apoyo (July 17:23)”. Sin embargo, según Eme “Para mí fue un obstáculo mi profesor guía en la implementación, me apuraba para terminar el proyecto, para tener una nota (...)” 5:43.

Por lo anterior, Zeichner (2010) y Orland-Barak y Wang (2021) señalan “se espera que los profesores guías ayuden a los futuros maestros a aprender cómo conectar lo que aprenden en los cursos de su programa con lo que hacen en sus aulas” (p. 86). Para De Pro Bueno (2022), el futuro profesorado debe tener la oportunidad de vivir experiencias y situaciones diferentes, de plantear iniciativas y reflexionar con ayuda sobre ellas, de apreciar en las aulas cómo se plasman ideas que previamente ha trabajado en la didáctica de las ciencias experimentales (DCE) por lo que, en definitiva, no todos los docentes pueden ser tutores. Estudios sobre mentoría de maestros a nivel de formación inicial reafirman que uno de los roles más comunes que asumen los profesores guías en su práctica es brindar un apoyo positivo y

suficiente libertad para que el profesorado en formación pueda experimentar con sus propias ideas y desarrollar sus propias metodologías de enseñanza (Hoffman et al., 2015; van Ginkel et al., 2016; Orland-Barak y Wang, 2021).

Obstáculos –oportunidades entre la formación teórica y la implementación práctica en CPC en formación inicial de profesores de ciencias

En la Figura 8 se presentan los obstáculos (-) y las oportunidades (+) declarados por el profesorado en formación inicial sobre la triangulación en tres aspectos claves: su experiencia formativa teórica basada en el modelo transformador propuesto en Ciencias para la Ciudadanía (ver Figura 1), la creación del diseño de SEA y su implementación en la Práctica Profesional en la asignatura de CPC.

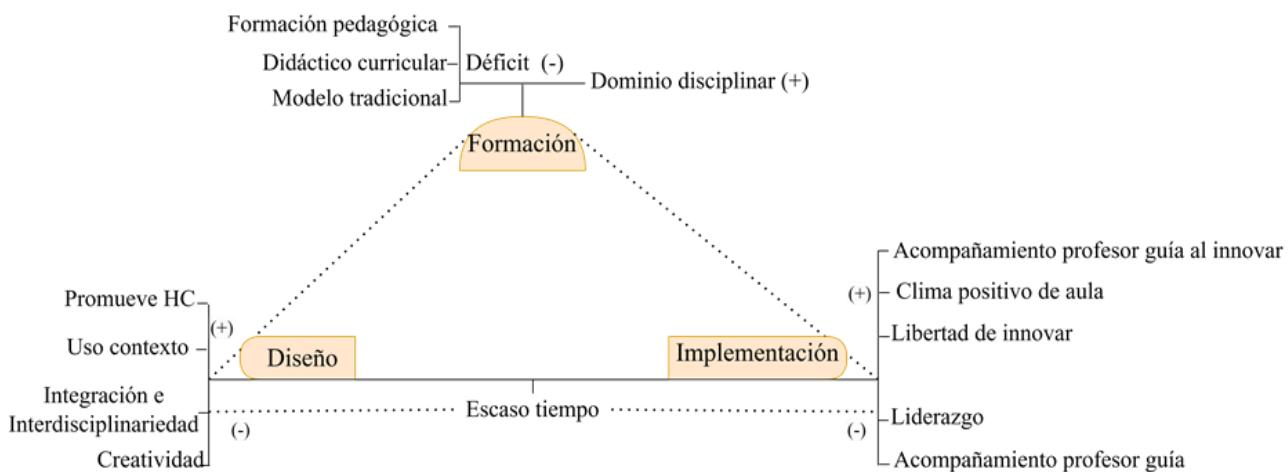


Figura 8. Análisis de obstáculos –oportunidades entre la formación teórica y la implementación práctica en Ciencias para la Ciudadanía.

La figura 8 muestra que los obstáculos (señalado con signo negativo) entre el diseño y la implementación de SEA están referidos principalmente, por falta de tiempo, debido al exceso de carga académica en la mayoría de los casos. En el diseño de su SEA las dificultades se presentaron al buscar contextos o problemáticas de estudio relevantes para el estudiantado que incluya la secuenciación de conceptos científicos del aprendizaje nuclear (Gary, Jade, July), integrar las ciencias (Sol, Peter y Jade) y su escasa creatividad (Sol, July y Tati). Mientras, que en la implementación constataron en su desempeño la falta de liderazgo en el manejo de grupo (Tati, Jade y Eme). La mayor parte de casos cuestionaron su formación inicial por su déficit en la formación pedagógica, didáctica y curricular. Estas limitaciones dejan en evidencia aspectos clave (Ver Figura 1) que no se desarrollaron del modelo formativo transformador en Ciencias para la Ciudadanía que propuso la asignatura de didáctica y que para algunos casos de estudio por su falta de creatividad los llevó a pensar en diseño de secuencias desde el modelo de enseñanza tradicional.

Las tensiones que se generaron en el profesorado en formación inicial se explican debido a que la asignatura de Ciencias para la Ciudadanía propone usar los conceptos para desarrollar las habilidades al estudiar las problemáticas o fenómenos contextualizados y buscar soluciones basado en evidencias científicas (MINEDUC, 2019). Es importante señalar que

solo algunos casos mencionan acciones aisladas en sus actividades de aprendizaje para la promoción de una ciudadanía activa para la justicia social (Valladares, 2021; Sjöström y Eilks, 2018). Este hallazgo formativo es un desafío que debe atendido para ser trabajado con mayor énfasis en el diseño de SEA con el estudiantado en futuras implementaciones desde este modelo formativo transformador para CPC.

Como oportunidades formativas el profesorado valoró el dominio conceptual de su disciplina científica. El logro alcanzado en su desempeño al crear diseños didácticos lo refieren a incorporar actividades aprendizaje contextualizadas en su ABP y su disposición para trabajar con otras asignaturas, interdisciplinariamente (Sol, Peter y Jade). La mayoría de los casos expresan como una oportunidad especificar las habilidades científicas que su diseño SEA espera desarrollar y sus tensiones ante la dificultad de concretarlas en las actividades de aprendizaje en la implementación. El acompañamiento del profesor guía, para algunos casos se convirtió en una oportunidad para innovar (Peter, Sol, y Jade), sin embargo, para los casos Tati, y Eme fue señalado como un obstáculo en su práctica. Además, la implementación permitió apropiarse del rol de guía al contar con la participación del estudiantado en el trabajo colaborativo propuesto (casos **Sol, July, Jade, Eme y Tati**).

Las fortalezas presentadas por los casos de estudio dan cuenta de los aspectos clave del modelo formativo transformador para CPC, puesto que perciben avances durante el desarrollo de la implementación de SEA en su Práctica Profesional relacionados a su desempeño didáctico (propuesta de actividades contextualizadas) (Santos y Folena, 2020), pedagógico (rol docente de guía de aprendizaje) y en la promoción de habilidades científicas y actitudes en el estudiantado con relación a las problemáticas planteadas en el diseño de sus secuencias enseñanza -aprendizaje (Linhares y Reis, 2023; Schio y Reis, 2024).

Conclusiones

En este estudio se ha diseñado una propuesta denominada “modelo formativo transformador en Ciencias para la Ciudadanía” para el Profesorado en Formación Inicial de ciencias de Secundaria desde marcos teóricos-curriculares que apuntan al desarrollo de alfabetización científica crítica para la justicia social y que incorpora como pilares: el aprendizaje de una ciencia en contexto, los conocimientos claves disciplinares científicos, integrados e interdisciplinarios, con uso de metodologías activas en las actividades de aprendizaje, desarrollo de habilidades científicas y actitudes ciudadanas, en un trabajo colaborativo entre futuros profesores que facilite aplicar los conocimientos científicos en situaciones relacionadas con problemáticas globales y locales comprometidos en una ciudadanía activa. Este modelo formativo teórico se concreta en el aula en los módulos de Ciencias para la Ciudadanía a través de una secuencia enseñanza- aprendizaje, considerando las etapas del ciclo constructivista diseñadas por el profesorado en formación inicial y se monitorea en su implementación por la triada formativa en su práctica.

Al contrastar su experiencia formativa en los elementos del modelo formativo transformador de ciencias para la ciudadanía con los significados que el profesorado en formación inicial otorga al aprender a diseñar su SEA, los casos de estudio valoran en su diseño didáctico: la integración de las ciencias, la relación de los conceptos científicos con contextos relevantes para el estudiantado y el uso de estos para desarrollar habilidades científicas. Sin embargo,

en muy pocos casos de estudio se observa en su SEA actividades de aprendizaje para el desarrollo de actitudes o acciones para dar soluciones a problemas de relevancia para la vida personal y social desde un rol ciudadano, como agente de cambio en la comunidad, como lo plantea el enfoque socio-educativo de la asignatura de Ciencias para la Ciudadanía sobre las decisiones que deben tomar las personas basadas en el uso y el análisis crítico de la información que aporta la ciencia y la tecnología.

La experiencia formativa del profesorado en formación inicial en este estudio evidenció brechas entre el diseño y la implementación de la SEA, al aprender sobre la marcha a diseñar el módulo de Ciencias para la Ciudadanía por su alta demanda de tiempo. Entre los obstáculos caracterizan: su falta de creatividad para plantear problemáticas locales o globales relevantes para el estudiantado, dificultades para integrar las ciencias en las actividades de aprendizaje, problemas para desarrollar habilidades científicas y actitudes reflejadas en acciones ciudadanas, además de las dificultades con el liderazgo en el aula que tensionó el acompañamiento del profesor guía. Por ello, cuestionan su desempeño en el diseño e implementación, debido a que perciben un déficit en su formación pedagógica, didáctico y curricular.

Algunas dificultades iniciales se transformaron en oportunidades al estudiar la cultura escolar y buscar un contexto relevante basado en los intereses del alumnado, puesto que hubo confusiones en los casos de estudio en el uso del contexto con la metodología de ABP en su diseño SEA. Como fortalezas el profesorado en formación concuerda que su formación inicial contribuyó al dominio del contenido disciplinar en ciencias y le entregó seguridad en su práctica profesional, la implementación de su SEA permitió apropiarse de su rol docente para lograr un clima de aula positivo y participativo desde el inicio hasta el final de su práctica en la asignatura de Ciencias para la Ciudadanía

Desde esta perspectiva, asumiendo posturas didácticas críticas debemos reconceptualizar la formación del profesorado de ciencias, de manera que contribuya a la equidad social y que consideren como centro el cuidado de los sujetos (profesorado, estudiantado, comunidad). Dado que esta experiencia formativa tiene implicancias en su futuro desempeño profesional, como formadores de futuros profesores de ciencias nos supone nuevos desafíos para pensar cómo realizar una formación docente más afectiva culturalmente desde una ciencia contextualizada, integral e interdisciplinaria e inclusiva que contribuya a la justicia social y donde la reflexión crítica acompañe a estos procesos. Este análisis de las brechas detectadas con esta propuesta de “modelo formativo transformador en Ciencias para la Ciudadanía” es un primer intento en ese camino.

Agradecimientos

La autora agradece a todos los profesores en formación de Biología y Química participantes en este estudio, al equipo de trabajo y el apoyo de la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo, a través del proyecto FONDECYT INICIACIÓN 11220596.

Referencias

- Acevedo, V., Gutiérrez, J., Huneeus, M., & Puga, M. (2021). Recreo en casa. Aprender a convivir a través del juego. *Sinéctica*, (57). <https://www.redalyc.org/journal/998/99869779004/html/>
- Aramburuzabala, P. (2013). Aprendizaje-servicio: una herramienta para educar desde y para la justicia social. *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social*, 2(2), 5-11.
- Araya Crisóstomo, S., Monzón Godoy, V., & Infante Malachias, M. (2019). Interdisciplinariedad en palabras del profesor de Biología: de la comprensión teórica a la práctica educativa. *Revista mexicana de investigación educativa*, 24(81), 403-429.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662019000200403&lng=es&tlang=es
- Banasco Almentero, J., Caballero Camejo, C. A., & Pérez Álvarez, C. E. (2008). Una alternativa de integración de los contenidos de enseñanza de las Ciencias Naturales. *VARONA*, 47, 47-53. Universidad Pedagógica Enrique José Varona.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360635567008>
- Barab, S., & Squire, K. (2004). Design-based research: Putting a stake in the ground. *J. Learn. Sci.*
- Bybee, R. W. (2013). *A case for STEM education: challenges and opportunities*. National Science Teachers Association.
- Cayirdag, N. (2017). Creativity fostering teaching: Impact of creative self-efficacy and teacher efficacy. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 17(6), 1959–1975.
<https://doi.org/10.12738/estp.2017.6.0437>
- Centro de Perfeccionamiento, Experimentación, Investigación Pedagógica [CPEIP]. (2021). Estándares orientadores para carreras de pedagogía en educación media estándares pedagógicos y disciplinarios. LOM
- Couso, D. (2020). Aprender ciencia escolar implica construir modelos cada vez más sofisticados de los fenómenos del mundo. *Enseñando ciencia con ciencia*, 63-74.
- Dillon, J., & Avraamidou, L. (2020). Towards a viable response to COVID-19 from the science education community. *Journal of Science Education and Technology*, 29(6), 807-810. de Pro Bueno, A., de Pro Chereguini, C., & Cantó Doménech, J. (2022). Cinco problemas en la formación de maestros y maestras para enseñar ciencias en Educación Primaria. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado. Continuación de la Antigua Revista de Escuelas Normales*, 97(36.1).
<https://doi.org/10.47553/rifop.v97i36.1.92510>
- Dogan, N., Manassero-Mas, M. A., & Vázquez-Alonso, Á. (2020). El pensamiento creativo en estudiantes para profesores de ciencias: efectos del aprendizaje basado en problemas y en la historia de la ciencia. *Tecné, episteme y didaxis: TED*, (48), 163-180. <https://doi.org/10.17227/ted.num48-10926>
- Drummond, C., & Fischhoff, B. (2017). Development and validation of the scientific reasoning scale. *Journal of Behavioral Decision Making*, 30(1), 26-38. <https://doi.org/10.1002/bdm.1906>
- Duque-Cardona, V., & Largo-Taborda, W. A. (2021). Desarrollo de las competencias científicas mediante la implementación del aprendizaje basado en problemas (ABP) en los estudiantes de grado quinto del instituto universitario de caldas (Manizales). *Panorama*, 15(1 (28)), 143-156.
<https://doi.org/10.15765/pnrm.v15i28.1821>
- Espinoza Freire, E. (2020). La investigación cualitativa, una herramienta ética en el ámbito pedagógico. *Conrado*, 16(75), 103-110. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442020000400103&lng=es&tlang=es
- Espinoza, E., & Toscano, D. (2015). Metodología de Investigación Educativa y Técnica. Ediciones Utmach.
- Fan, SC., Yu, KC., & Lin, KY. (2021). A framework for implementing an engineering-focused stem curriculum. *Internationl Journal of Science and Mathematics Education*, 19, 1523–1541
<https://doi.org/10.1007/s10763-020-10129-y>
- Figueroa C., I, Pezoa C., E, Elías G., M., & Díaz A., T. (2020). Habilidades de Pensamiento Científico: Una propuesta de abordaje interdisciplinar de base sociocrítica para la formación inicial docente. *Revista de estudios y experiencias en educación*, 19(41), 257-273.
<https://dx.doi.org/10.21703/rexe.20201941figueroa14>
- Forsthuber, B., Horvath, A., Almeida Coutinho, A., Motiejūnaitė, A., & Baïdak, N. (2011). Science Education in Europe: National Policies, Practices and Research. Education, Audiovisual and Culture Executive Agency. <https://doi.org/10.2797/7170>

- García, M. V. M. (2021). Efecto de la metodología constructivista sobre la motivación en el alumnado de educación primaria. *DELOS: Desarrollo Local Sostenible*, (1), 6.
- Gilbert, J.K., Bulte, A. M. W., & Pilot, A. (2011) Concept Development and Transfer in Context-Based Science Education. *International Journal of Science Education*, 33(6), 817-837
<https://doi.org/10.1080/09500693.2010.493185>
- Handtke, K., & Bögeholz, S. (2020). Self-rated content knowledge of biology, chemistry, and physics – developing a measure and identifying challenges for interdisciplinary science teaching. *Research in Subject-matter Teaching and Learning (RISTAL)*, 3(1) 46-67. <https://doi.org/10.23770/rt1832>
- Heggart, K. R., & Flowers, R. (2019). Justice citizens, active citizenship, and critical pedagogy: Reinvigorating citizenship education. *Democracy and Education*, 27(1), 1-9.
- Henriksen, D. (2011). *We teach who we are: Creativity and trans-disciplinary thinking in the practices of accomplished teachers*. Michigan State University. <http://danah-henriksen.com/wp-content/uploads/2013/06/Danah-Dissertation.pdf>
- Hodson, D. (2014). Becoming part of the solution: learning about activism, learning through activism, learning from activism. In J. L. Bencze & S. Alsop (Eds.), *Activist Science and Technology Education*, (pp. 67-98). http://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-4360-1_5
- Hoffman, J. V., Wetzel, M. M., Maloch B., Greeter E., Taylor L., DeJulio S., & Vlach S. K. (2015). What can we learn from studying the coaching interactions between cooperating teachers and preservice teachers? A literature review. *Teaching and Teacher Education*, 52, 99–112.
- Huang, X. (2022). Constructing the associations between creative role identity, creative self-efficacy, and teaching for creativity for primary and secondary teachers. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*. <https://doi.org/10.1037/aca0000453>
- Kleimann, A. B., & Moraes, S. E. (1999). Leitura e Interdisciplinaridade: tecendo redes nos projetos da escola. *Mercado de Letras*.
- Lawson, A. E., Alkhouri, S., Benford, R., Clark, B. R., & Falconer, K. A. (2000). What kinds of scientific concepts exist? Concept construction and intellectual development in college biology. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 37(9), 996-1018.
- Leicht, A., Heiss, J., & Won, J. (2018). Issues and Trends in Education for Sustainable Development. UNESCO Publishing.
- Linhares, E., & Reis, P. (2023). Education for Environmental Citizenship in Pre-Service Teachers: Potentialities and Limitations of a Pedagogical Approach Applied at a Distance. *Sustainability* 15(21), 15411. <https://doi.org/10.3390/su152115411>
- Liu, X., Gu, J., & Xu, J. (2024). The impact of the design thinking model on pre-service teachers' creativity self-efficacy, inventive problem-solving skills, and technology-related motivation. *International Journal of Technology and Design Education*, 34(1), 167-190.
- López G., & Genes J. (2017). Integración de la metodología basada en la indagación para mediar la enseñanza de la asignatura Fundamentos de Administración soportada con la herramienta Smile. *Revista Educación, aprendizaje y formación para la vida*, 4(12), 101-112.
<https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/311>.
- Maturana, H.R. (2009). *Emoções e Linguagem na Educação e na Política* (4a ed). UFMG.
- McNeill, K. L., & Knight, A. M. (2013). Teachers' pedagogical content knowledge of scientific argumentation: The impact of professional development on k-12 teachers. *Science Education*, 97(6), 936–972. <https://doi.org/10.1002/sce.21081>
- Mendoza-Mendoza, R. A., & Loor-Colamarco, I. W. (2022). Estrategias didácticas para la enseñanza de las ciencias naturales y desarrollo del pensamiento científico. *Dominio de las Ciencias*, 8(1), 859-875.
- Merino, C., Marzabal, A., Miller, B.G., & Carrasco, X. (2023). Science Teacher Education in Chile: On the Verge of a Turning Point toward STEM-Oriented Science Education, In S. M. Al-Balushi, L. Martin-Hansen, & Y. Song (Eds.) Reforming Science Teacher Education Programs in the STEM Era. *Palgrave Studies on Leadership and Learning in Teacher Education*. Palgrave Macmillan
https://doi.org/10.1007/978-3-031-27334-6_5
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). Qualitative data analysis: an expanded sourcebook (2a ed.). Sage.
- Ministerio de Educación de Chile. (2019). Bases Curriculares 3º y 4º medio. Unidad de Curriculum y Evaluación. https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-91414_bases.pdf
- Montero, M. (2010). Cinco tesis psicopolíticas para la construcción de la ciudadanía. *Alteridad*, 8, 9-21.

- Mora, M. J. C., Murillo, M. G. E., Murillo, R. D. L. Á. B., & Moyano, M. Y. C. (2022). La Gamificación como herramienta metodológica en la enseñanza. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 7(1), 43.
- Moraga, S. H., Espinet, M. & Merino, C. G. (2019). El contexto en la enseñanza de la química: Análisis de secuencias de enseñanza y aprendizaje diseñadas por profesores de ciencias en formación inicial. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 16(1), 1604. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i1.1604
- National Research Council, Division of Behavioral, Social Sciences, Board on Science Education, & Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.
- Orland-Barak, L., & Wang, J. (2021). Teacher mentoring in service of preservice teachers' learning to teach: Conceptual bases, characteristics, and challenges for teacher education reform. *Journal of teacher education*, 72(1), 86-99.
- Parga, D. (2021). *Desafios atuais da educação química e da formação de professores: pesquisas sobre ambientalização do conteúdo*. Universidad Pedagógica Nacional. <https://doi.org/10.17227/td.2021.8186>
- Peterman, K., Daugherty, J. L., Custer, R. L., & Ross, J. M. (2017). Analysing the integration of engineering in science lessons with the Engineering-Infused Lesson Rubric. *International Journal of Science Education*, 39(14), 1913–1931. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1359431>
- Ponte, J. P., Carvalho, R., Mata-Pereira, J., & Quaresma, M. (2016). Investigação baseada em design para compreender melhor as práticas educativas. *Quadrante*, 25, 77–98.
- Propuestas Educación Mesa Social Covid-19 (2020). *Didácticas para la proximidad: aprendiendo en tiempos de crisis*. Santiago de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/184260>
- Ramos Araya, M. C., Castillo Castillo, B., & Godoy Villanueva, C. M. (2023). Ciencias para la ciudadanía: avances para enfrentar los desafíos de formar ciudadanos alfabetizados científicamente en Chile. *Educación*, 32(63), 5-20. <https://doi.org/10.18800/educacion.202302.A001>
- Richardson, C., Mishra, P., & Henriksen, D. (2021). Creativity in online learning and teacher education: An interview with leanna archambault. *TechTrends*, 65, 914–918. <https://doi.org/10.1007/s11528-021-00669-7>
- Rico A., Agirre-Basurko E., Ruiz-González A., Palacios-Agundez I., & Zuazagoitia D. (2021). Integrating Mathematics and Science Teaching in the Context of Education for Sustainable Development: Design and Pilot Implementation of a Teaching-Learning Sequence about Air Quality with Pre-Service Primary Teachers. *Sustainability*, 13(8), 4500. <https://doi.org/10.3390/su13084500>
- Sáez Bondía, M. J., Mateo González, E., de Marco, M., & Lucha López, P. (2023). Minerales en el trabajo por ambientes en los cursos de transición: evaluación del nivel de integración desde las ciencias y la percepción de las docentes participantes. *Investigações Em Ensino De Ciências*, 28(3), 206–225. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2023v28n3p206>
- Sanmartí, N. (2000). El diseño de unidades didácticas. *Didáctica de las ciencias experimentales*, (pp. 239-276). Editorial Marfil.
- Santos Brito, L. T., & Folena Araújo, M. L. (2020). Professores de biología e conflitos socioambientais: formação continuada em suape-pe. *Investigações em Ensino de Ciências*, 25(2), 1-18.
- Sayago, S. (2014). El análisis del discurso como técnica de investigación cualitativa y cuantitativa en las ciencias sociales. *Cinta de moebio*, (49), 1-10.
- Schio C, & Reis P. (2024). Design of a pedagogical model to foster ocean citizenship in basic education. *Sustainability*, 16(3), 967. <https://doi.org/10.3390/su16030967>
- Silva Augusto, T. G., & Andrade Caldeira, A. M. (2007). Dificuldades para a implantação de práticas interdisciplinares em escolas estaduais, apontadas por professores da área de Ciências da Natureza. *Investigações em Ensino de Ciências*, 12(1), 139-154.
- Sjöström, J., & Eilks, I. (2018). Reconsidering different visions of scientific literacy and science education based on the concept of Bildung. *Cognition, metacognition, and culture in STEM education: Learning, teaching and assessment* (pp. 65-88). Springer.
- Toma, R. B., Greca Dufranc, I. M., & Meneses Villagrá, J. Á. (2017). Dificultades de maestros en formación inicial para diseñar unidades didácticas usando la metodología de indagación . *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 442-457. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i2.11

- UNESCO. (2016). *Educación para la ciudadanía mundial. Preparar a los educandos para los retos del siglo XXI*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000246055_spa
- UNESCO. (2017). *Educación para los objetivos de desarrollo sostenible: Objetivos de aprendizaje*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247454_spa
- Valladares, L. (2021). Alfabetización científica y transformación social. *Science & Education*, 30, 557–587. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00205-2>
- van Ginkel G., Oolbekkink H., Meijer P. C., & Verloop N. (2016). Adapting mentoring to individual differences in novice teacher learning: The mentor's viewpoint. *Teachers and Teaching*, 22(2), 198–218.
- Velázquez, R. V., Piguave, C. C., Valdés, I. E., & Zúñiga, K. M. (2020). Metodologías de enseñanza-aprendizaje constructivista aplicadas a la educación superior: Metodologías de enseñanza-aprendizaje constructivista. *Revista Científica Sinapsis*, 3(18), 1-15.
- Vives Varela, T., & Hamui Sutton, L. (2021). Coding and categorization in grounded theory a method for qualitative data analysis. *Investigación en educación médica*, 10(40), 97-104.
- Wang, HH., Charoenmuang, M., Knobloch, N. A., & Tormoehlen, R. L. (2020) Defining interdisciplinary collaboration based on high school teachers' beliefs and practices of STEM integration using a complex designed system. *International Journal of STEM Education*, 7, 3. <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0201-4>
- Zeichner K. (2010). Rethinking the connections between campus courses and field experiences in college-and university-based teacher education. *Journal of Teacher Education*, 61(1–2), 89–99.
- Zimmerman, C., & Klahr, D. (2018). Development of scientific thinking. *Stevens' handbook of experimental psychology and cognitive neuroscience* (4a ed., Vol. 4, pp. 1-25). Wiley.