



Promoción de la práctica discursiva en el profesorado de química en formación

Promoting discursive practice in chemistry teacher trainees

Ana María Herrera-Melin^{1,2}, Mario Roberto Quintanilla Gatica², Jecsan Zambrano Abarzua³,
María Beatriz Sepúlveda Pérez² y Mónica Iturra Toledo²

Resumen

La presente investigación enmarcada en un estudio de casos colectivo, analizó 26 planificaciones de clases con foco en discusión productiva, práctica que fomenta las oportunidades de aprendizaje bajo la dinámica de interacción en el aula, elaboradas por 14 docentes de química en formación que cursaron simultáneamente didáctica y práctica profesional el segundo semestre del 2021 en distintos centros educativos de la Región Metropolitana (Chile). El objetivo fue caracterizar por medio de la dimensión didáctica de los planos de desarrollo del pensamiento científico (PPC), la carga teórica de las preguntas/enunciados en la promoción de la discusión productiva, además de identificar el enfoque/estrategia desarrollado: historia de la química (HdQ), naturaleza de las ciencias (NOS), problemáticas socio-científicas (CTS-A), o contexto cotidiano. En 3 de las 26 planificaciones que se identificó HdQ, CTS-A y/o NOS, se utilizó el software atlas ti para analizar la narrativa de la clase completa, donde los resultados de co-ocurrencia mostraron la relación entre discusión con socialización, habilidades de pensamiento científico (explicación) y los PPC: instrumental, personal y social, proporcionando evidencia empírica de cómo esta dimensión didáctica permitiría orientar tanto la implementación de la discusión productiva, como las instancias de reflexión en los talleres de práctica profesional.

Palabras clave

Formación inicial docente, Educación científica, Discusión productiva, Didáctica de la Química.

Abstract

The present research, framed in a collective case study, analyzed 26 lesson plans focused on productive discussion, a practice that promotes learning opportunities under the dynamics of interaction in the classroom, elaborated by 14 chemistry teachers in training who simultaneously studied didactics and professional practice in the second semester of 2021 in different educational centers of the Metropolitan Region (Chile). The objective was to characterize by means of the didactic dimension of the development plans of scientific thinking (PPC), the theoretical load of the questions/statements in the promotion of productive discussion, in addition to identifying the approach/strategy developed: history of chemistry (HdQ), nature of science (NOS), socio-scientific problems (CTS-A), or daily context. In 3 of the 26 plans that identified HdQ, CTS-A and/or NOS, atlas ti software was used to analyze the narrative of the entire class, where the results of co-occurrence showed the relationship between discussion with socialization, scientific thinking skills (explanation) and instrumental, personal and social PPCs, providing empirical evidence of how this didactic dimension would allow guiding both the implementation of productive discussion and the instances of reflection in the professional practice workshops.

Keywords

Pre-service teacher education, Scientific Education, Productive discussion, Didactic of chemistry.

¹ Facultad de Educación Universidad Alberto Hurtado.

² Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile.

³ Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Chile.

Introducción

Desde hace ya varias décadas que investigadores e investigadoras desde diferentes campos del conocimiento, coinciden en valorar el lenguaje como un componente más que relevante en la enseñanza de las ciencias experimentales. Las diferentes evidencias de la investigación en didactología (Candela, 1999; Mortimer, 2000; Izquierdo & Sanmartí, 2000; Galagovsky et al., 2014) han demostrado que el lenguaje es un problema no sólo lingüístico, sino que también cultural y social al que tributan emociones, historias personales, ideologías y diferentes maneras de ver el mundo con finalidades también diversas que van desde su legado descriptivo hasta visiones de intervención y transformación social. Ya Vygotsky (1996) nos anticipaba hace más de 100 años que nuestras ideas se filtran en nuestras palabras y transmiten no sólo conocimiento, sino que también sentimientos y emociones. Desde esta consideración previa, las palabras, los discursos educativos, las prácticas discursivas e interacciones en el aula configuran realidades y sentidos, pero también operan con una carga emocional que condiciona y determina al sujeto individual y al sujeto colectivo en diferentes culturas en las que enseñamos ciencia (Molina et al., 2014). En consecuencia, operamos con un lenguaje dinámico cuya riqueza semántica favorece o desfavorece comprender el mundo y sentirse parte importante de su intervención y transformación, de una aventura humana permanente (Quintanilla, 2019a).

Marco teórico

Formación inicial del profesorado de ciencias

El avance sostenido y sistemático de la investigación en didáctica de las ciencias experimentales, su transferencia e impacto en el aula, vienen desafiando la formación inicial y continua del profesorado en las últimas tres décadas a partir de marcos teóricos y metodológicos emergentes y desafiantes (Quintanilla & Adúriz, 2022a). La transformación que se ha producido en lo que implica aprender ciencias y su propósito educativo, invita a reflexionar en los principios orientadores para implementar una educación científica renovada, con nuevos retos que promuevan profesionales críticos, reflexivos y con la capacidad de adecuarse progresivamente a las condiciones y desafíos de un contexto social y cultural, lleno de incertidumbre, y con disímiles escenarios de acción profesional (Marzabal et al., 2019; Raval & Quintanilla, 2012). Sin embargo, los esfuerzos e innovaciones desplegados hasta ahora, al parecer, no han impactado lo suficiente para las transformaciones requeridas que implica un escenario tecnológico altamente complejo en la era digital (Quintanilla & Vauras, 2019b). Algunos autores plantean que, la mayoría de los programas y modelos formativos, mantienen una visión tradicional de la enseñanza de las ciencias, centrada en el contenido más que en el desarrollo de habilidades y pensamiento crítico, y una comprensión descontextualizada de la actividad científica, alejada de la vida cotidiana y sin relación con los aspectos históricos, valóricos y sociales de la ciencia (Izquierdo, 2006; Quintanilla, 2019a; Jara, 2020). Al respecto, lo que se ha venido planteando hasta ahora, es el compromiso de identificar y promover actividades de aprendizaje y evaluación que dejen en evidencia el proceso de desarrollo de las habilidades cognitivo lingüísticas y/o competencias de pensamiento científico en las decisiones de diseño didáctico, y en la propia actividad discursiva escolar de la ciencia que promueva la

argumentación, la explicación, la justificación, la modelización, entre otras (Revel Chion, 2010; Iturra et al., 2021; Quintanilla & Mercado, 2022b), estimulando la creatividad, la convivencia social, los derechos humanos, la equidad, la justicia, promoviendo así la transformación de sus ideas en un proceso que no comienza ni termina con la cultura de los símbolos y las fórmulas de las teorías científicas (Quintanilla, 2019a).

Discusión productiva en la clase de ciencias

La discusión productiva, definida como una de las diecinueve prácticas generativas del modelo de la Universidad de Michigan (Ball & Forzani, 2009, citado en la UNESCO-OREALC, 2018), se caracteriza por incentivar el logro de metas de aprendizaje a través de la aproximación de tipo dialógica en el aula (Meneses, et. al 2016). Esta práctica basada en el diálogo entre individuos o grupos durante el proceso de enseñanza y aprendizaje, ha sido foco de interés de diversas investigaciones en Chile en el ámbito de las interacciones pedagógicas, ya que aquellas interacciones denominadas efectivas, específicamente las categorizadas “de elaboración” (a través de preguntas de razonamiento, indagación, postura personal, entre otras), invitan al estudiantado a participar y reflexionar en función de los contenidos de su asignatura, lo cual da cuenta de la intencionalidad dialógica y reflexiva desde el profesorado en el proceso de enseñanza- aprendizaje (Agencia de Calidad, 2018). En este sentido, desde la formación inicial durante el desarrollo de la práctica, se espera que las y los docentes desarrollen habilidades, seleccionando temáticas relevantes, las cuales a través de actividades problematizadoras, considerando el contexto, estimulen al estudiantado a construir conocimiento científico escolar con las teorías que se proponen, propiciando la interacción y la actividad discursiva en el aula.

Planos de desarrollo del pensamiento científico.

Los planos de desarrollo del pensamiento científico, enunciados por Labarrere y Quintanilla (2002) corresponde a una descripción desde la literatura especializada en didáctica, de los movimientos en los distintos planos de la actividad cognitiva cuando un sujeto se enfrenta, resuelve problemas y toma decisiones que dependen del pensamiento químico. Estos planos, diferenciables entre ellos a partir de las acciones que orientan la enseñanza y sus finalidades, son agrupados en tres tipos: instrumental – operativo (I-O), personal-significativo (P-S) y relacional- social (R-S), cuyo planteamiento teórico es sintetizado en la tabla 1. En cuanto a las categorizaciones, si bien estas se presentan de forma aislada solo por el énfasis e intencionalidad que guía los momentos formativos, se indica también por parte de los autores que todo proceso didáctico integral debería promover el tránsito por los tres planos de desarrollo, para que “los procedimientos alcancen significado y sentido, y el acceso al conocimiento sea realizado desde la interacción, superponiendo y complementando estos tres planos en función y estructura” (p.132). Por tanto, el diseño curricular que conjuga la selección de objetivos, contenidos, enfoques/estrategias didácticas de enseñanza y tareas sobre la que se basará la discusión productiva, vinculándolo con esta dimensión didáctica, busca conformar un esquema de análisis que permita identificar e interpretar las formas de intervención pedagógica que promueve el profesorado en formación de química, desde un marco teórico propio de la didáctica de las ciencias, ya que partir de las narrativas plasmadas en la planificación de clases, es posible identificar las creencias del profesorado (epistemológicas y socio científicas) acerca de la ciencia, su naturaleza, método y enseñanza (Quintanilla, 2019a).

Dimensiones teóricas/didácticas		Descriptor es estructurantes	Finalidades didácticas
Categorías			
I-O	Instrumental u operativo	Centrado en aspectos como el contenido, las soluciones posibles, las estrategias y procedimientos. Los instrumentos que posibilitan la solución esperada son las fórmulas, cálculos, gráficos, tabla de datos, entre otros.	Énfasis en la actividad (sin sujeto). Énfasis en objetos, acciones, materiales.
P-S	Personal o Significativo	Centrado en procesos y estados personales, adquiriendo sentido el por qué y para qué de la solución del problema. Se construyen los significados y representaciones vinculados a la experiencia y el contexto cotidiano de la solución del problema científico	Direccionada al sujeto que aprende (yo, tú, él/ella). Intención de abordar un problema.
R-S	Relacional o social	Centrado en la solución grupal de problemas, en la interacción colectiva y colaborativa a través de procesos comunicativos, de conocimiento y representación, donde los sujetos son conscientes de dichas interacciones.	Orientada al sujeto colectivo (nosotros, ellos). Intención de abordar un problema cooperativamente.

TABLA 1. Pauta de diseño y evaluación de los planos de desarrollo.

Nota. Adaptada de Labarrere y Quintanilla, 2002; Quintanilla, 2019a.

Objetivo de Investigación

Caracterizar la carga teórica por medio de la dimensión didáctica de los planos de desarrollo del pensamiento científico (PPC), en las preguntas/enunciados plasmados en la planificación, junto con el enfoque/estrategia desarrollada en la promoción de la práctica discusión productiva.

Metodología e instrumentos

El diseño metodológico se enmarcó en un estudio de casos colectivo de tipo descriptivo, caracterizado por el estudio intensivo de varios casos, que acentúa su adecuación y pertinencia al estudio de la realidad socioeducativa (Álvarez, C.; San Fabián, J., 2012). Las generalizaciones surgieron del examen de los mismos datos que corresponden a las planificaciones elaboradas con foco en la discusión productiva por 14 docentes en formación en química que cursaron durante el segundo semestre del 2021 su práctica profesional en distintos centros educativos de la Región Metropolitana (Chile), simultáneamente con el curso de didáctica de la química. Esta investigación realizada a partir de un enfoque cualitativo implicó una orientación interpretativa y naturalista hacia el objeto de estudio, es decir, analizar las producciones del profesorado en formación en función de los significados que le otorgaron los propios sujetos, en los contextos en los cuales se producían. No obstante, también se realizó desde una aproximación cuantitativa, el análisis de la frecuencia relativa y porcentual con la que se identificaron y definieron los significados de los sujetos (Rodríguez et al., 1999; Zambrano & Quintanilla, 2023).

Recogida de datos y descripción de la tarea

Cada uno de los docentes en formación durante su práctica profesional, planificó e implementó dos intervenciones con foco en la práctica discusión productiva para el logro de aprendizajes que tributaron a objetivos de aprendizaje (OA) del currículum nacional, donde solo dos docentes realizaron una clase debido al contexto pandemia, contando con un total 26 planificaciones para analizar. De las 26 planificaciones, 23 corresponden al formato proporcionado por la universidad, que incluye: nivel de enseñanza, objetivos, recursos, descripción de las actividades de cada uno de los momentos de la clase, destacando el momento de la discusión productiva, acciones del docente y del estudiantado, como guion conjetural, estrategias evaluativas e indicadores de logro; las tres restantes, dos presentaban un formato similar al descrito anteriormente, solo que no realiza el desglose de objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales, y la tercera, se presenta a modo de ruta o pasos a presentar al estudiante: objetivo, pregunta problemática, introducción al contenido, ejercitación. Estas planificaciones fueron codificadas con números para resguardar la identidad del profesorado participante.

FIGURA 1. Extracto de matriz de análisis de planificación 20.

Objetivo curricular	OA 4: Explicar efectos del cambio climático sobre los ciclos biogeoquímicos y los equilibrios químicos que ocurren en los océanos, la atmósfera, las aguas dulces y los suelos, así como sus consecuencias sobre el bienestar de las personas y el desarrollo sustentable.			
Identificación de problemática que gatilla la discusión productiva (Planificación)	Estrategia didáctica bajo la cual sitúa la temática (marque con X)			
	NOS	CTS-A	HdQ	otro
Problema científico (concepto- idea-pregunta problematizadora)	Noticia sobre contaminación del agua en Valle Grande por altas concentraciones de arsénico en el año 2013. Se plantean las siguientes preguntas: <i>¿Escucharon o recuerdan esta situación?, Quiénes lo recuerdan ¿qué hicieron en sus casas para enfrentar esta situación?, ¿dejaron de beber agua? ¿Por qué?, ¿Qué efecto tiene el nivel excesivo de arsénico en el agua?, ¿Ustedes o sus padres corroboraron esta información?, ¿A qué creen que se debe este aumento de arsénico?, ¿Creen que existen formas de eliminar o disminuir el arsénico en el agua?, ¿Afectará a las plantas y animales? ¿afectará al ciclo del agua?</i>			
OA de la clase	Conceptual	• No aparece (formato de planificación)		
	Procedimental	• Construir, usar y comunicar argumentos científicos.		
	Actitudinal	<ul style="list-style-type: none"> • Participar activamente en las actividades que propone el profesor • Respeto hacia los compañeros y el profesor • Comunicación asertiva 		
Plano de desarrollo en el que está formulado el problema científico	Niveles (marque con una x el/los niveles que identifica).			Observaciones/Justificación de la clasificación:
	I-O	P-S	R-S	
	X	X	X	

Sistematización de los datos

Se llevó a cabo en primera instancia, la sistematización de las preguntas/enunciados destacada en las planificaciones como promotoras de la discusión productiva, utilizando la matriz de análisis elaborada para esta investigación (extracto en figura 1) a partir de la rúbrica de Quintanilla (2019a), la cual integro el OA curricular (de acuerdo al nivel de enseñanza), el objetivo de la clase (conceptual, procedimental y actitudinal), las estrategias/enfoques bajo el cual se desarrolló la discusión productiva (Naturaleza de la Ciencia NOS, Contextos CTSA, Historia de la Química HdQ, u otro que corresponde a contexto cotidiano) y el plano de desarrollo del pensamiento científico identificado. De aquellas en las que se identificó el enfoque/ estrategia HdQ, CTS-A y/o NOS, se realizó el análisis exhaustivo de la planificación completa utilizando el software atrás ti.

Analisis y evaluación de los resultados

Del total de planificaciones revisadas con la matriz, a modo de ejemplo para la planificación 20 (figura 1), se encontró que 3 se sitúan en algunas de las estrategias/enfoques didácticos específicos, identificando los planos de desarrollo del pensamiento en las preguntas promotoras de la discusión, como se muestra en tabla 2. De las 23 planificaciones restantes, categorizadas en “otro” de acuerdo con el enfoque didáctico (que apelan principalmente al contexto cotidiano), se identificó que en solo 5 desarrollaron únicamente el plano I-O.

Planificación	Enfoque didáctico	Planos del pensamiento	Tipos de objetivos presentes	Nivel
20	CTS-A	I-O, P-S y R-S	Procedimental y actitudinal	3° Medio electivo
21	NOS, CTSA y HdQ	I-O, P-S y R-S	Procedimental y actitudinal	3° Medio electivo
23	NOS y HdQ	P-S y R-S	Conceptual, procedimental, actitudinal	1° Medio

TABLA 2. Procesamiento de los datos.

Reducción de datos

Se caracterizaron 3 planificaciones (tabla 2) del profesorado de química en práctica profesional (en adelante PQPP), con énfasis en la promoción de la *práctica generativa discusión productiva* (PGDP), que desarrollo alguno de los enfoques específicos HdQ, CTSA o NOS. El análisis tuvo un enfoque en la teoría fundamentada, lo que implica que los hallazgos (teoría) fueron emergiendo a partir del análisis de los datos recolectados. El principal método de análisis corresponde al método comparativo constante (MCC), no es un proceso lineal, sino que sumamente iterativo, donde la comparación entre los datos, categorías de análisis y teoría se realiza durante todo el proceso (Hernández et al., 2014). El análisis se realizó en 4 etapas que han permitido ir avanzando en la comprensión de los enfoques didácticos y su relación con los planos del pensamiento científico (PPC), para promover PGDP. En la Tabla 3, se especifica cada una de las cuatro etapas, descritas con mayor detalle a continuación.

Etapas	Objetivo/ orientación metodológica
E1	Identificación y descripción de las categorías de primer nivel a través del método comparativo constante (MCC).
E2	Análisis de la frecuencia de las categorías de primer nivel que fueron expresadas por el profesorado.
E3	Agrupación de estas categorías de segundo nivel, que permitió una mejor comprensión de la planificación de la práctica de discusión productiva.
E4	Relaciones entre categorías identificadas en E1, E2 y E3.

TABLA 3. Niveles y técnicas de análisis de datos.

Etapas 1: Emergencia de categorías iniciales (E1). Su objetivo fue identificar el enfoque/ estrategia didáctica y su relación con los PPC con el que se aborda el problema científico escolar; utilizado como base la promoción de PGDP, asimismo, elementos que guardan relación con este enfoque/estrategia, interacción verbal, diálogos, competencias del pensamiento científico, argumentación, explicación, entre otros. A través de la identificación de fragmentos en las producciones docentes y posterior definición e interpretación de sus significados, emergieron 11 categorías de primer nivel codificadas en la Tabla 4.

TABLA 4. Notación científica utilizada para el procesamiento de los datos.

Categoría	Descriptor	Código
C1	Plano del pensamiento científico instrumental operativo	I-O
C2	Plano del pensamiento científico: personal significativo	P-S
C3	Plano del pensamiento científico: relacional social	R-S
C4	Naturaleza de las Ciencias	NOS
C5	Historia de las ciencias	HdC
C6	Problemáticas socio científicas	CTS-A
C7	Socialización como gestión de aula	SGA
C8	Explicación científica	EC
C9	Habilidades cognitivo-lingüísticas	HCL
C10	Problemas que promueven la discusión productiva	PPDP
C11	Discusión Productiva del Profesorado de Química	DPPQ

Algunos ejemplos para las categorías C1, C2 y C3, descritas previamente de acuerdo a los planos de desarrollo del pensamiento científico de Labarrere y Quintanilla (2002), extraídos de las planificaciones, fueron: C1 (I-O) P20 “¿Qué ciclo biogeoquímico es tan importante que da lugar a todos los otros ciclos?”; C2 (P-S) P21 “¿Creen que sus experiencias y conocimientos afectaron de algún modo su explicación?”; C3 (R-S) P21 “¿Qué información les entregan los relatos? ¿tienen algo en común?”. En la tabla 5, se define y describen gran parte de las categorías identificadas, entregando ejemplos de fragmentos extraídos de las planificaciones del profesorado de química en formación (PPQF) (las categorías faltantes se encuentran en el anexo).

Descripción de la categoría	Ejemplo en planificación
C4 (NOS): Agrupan enunciados que hacen referencia a este enfoque didáctico con el que se aborda un problema científico escolar; a través de actividades o preguntas que hacen mención a “las características del conocimiento científico que se relacionan directamente con la forma que se produce” (Cofré, 2012, p.13).	P23: “¿Creen que sus experiencias y conocimientos afectaron de algún modo su explicación? ¿La experiencia recién vivida se asemeja a la de los científicos?”
C5 (HdC) Enunciados en los que el profesorado hace referencia a este enfoque didáctico, a través de actividades o preguntas que hacen mención a la resolución de problemas científicos que involucren procesos pasados: ¿qué hizo la comunidad científica en otros tiempos?, ¿cuáles fueron sus intereses y problemas? ¿cómo trataron de resolverlos?, o bien procesos históricos: ¿cómo han cambiado las ideas, preguntas y técnicas en la historia de la ciencia? (Quintanilla, 2020; Quintanilla et al. 2022c), el cual se relaciona con NOS.	P21: “La profesora narra y presenta mediante imágenes, los distintos avances que ha tenido la potabilización del agua, desde los egipcios que filtraban y trataban el agua, pasando por diversos descubrimientos, a esto se suma la presentación de las localidades donde se generan estos descubrimientos, para que los alumnos logren notar que el conocimiento no es aislado, sino que es el resultado del trabajo colaborativo”.

TABLA 5. Descripción las categorías emergentes de las narrativas extraídas de PPFQ.

C6 (CTSA) Incluye fragmentos de las producciones docentes que hacen referencia a controversias vinculadas al uso de fuentes de energía, el medioambiente, la salud, entre otros (Ziedler, 2009), donde se incluye la dimensión ética de la ciencia, la sensibilidad moral y emocional en la que involucra al estudiante.

C9 (HC-L) Se incluyen en esta categoría fragmentos, preguntas, enunciados o actividades de las planificaciones docentes que tiene énfasis en el desarrollo de diferentes habilidades cognitivo-lingüísticas del estudiantado.

P20: “La profesora, apoyada de su PPT presenta la noticia ocurrida en el año 2013, acerca de la contaminación de las aguas de Valle grande, donde se detectaron altos niveles de arsénico en el agua”.

P21: “Explíqueme a las familias de los protagonistas del relato la o las causas de sus síntomas”.

Etapa 2: frecuencia en las planificaciones docentes (E2) Las categorías previamente definidas (etapa 1), no fueron reconocidas con la misma frecuencia en las PPQF. Por esta razón, esta etapa tiene por objetivo describir la frecuencia con la que se identificaron: (a) la estrategia didáctica; (b) los planos del desarrollo pensamiento científico (carga teórica) con el que se aborda el problema científico escolar; y (c) elementos que guardan relación con las anteriores: interacción verbal, diálogos, competencias del pensamiento científico, argumentación, explicación, entre otros. En la Figura 2, se grafica la frecuencia con la que fueron identificadas estas categorías, observando que las tres primeras, que tienen relación con los planos del pensamiento científico (PPC), son las que más se repiten; en ellas se agrupan el 59% de todos los fragmentos identificados, con un total de 142 enunciados. A partir de ahí, la frecuencia de las categorías disminuye, aunque C7 *sociabilización como gestión de aula*, es la que más se repite dentro de las planificaciones docentes, con 17 fragmentos. Le sigue C9 *habilidades cognitivo lingüística* con 15 fragmentos; las demás categorías representan una pequeña parte de todos los enunciados agrupados, en un total 26% para C4, C5, C6, C8, C10 y C11.

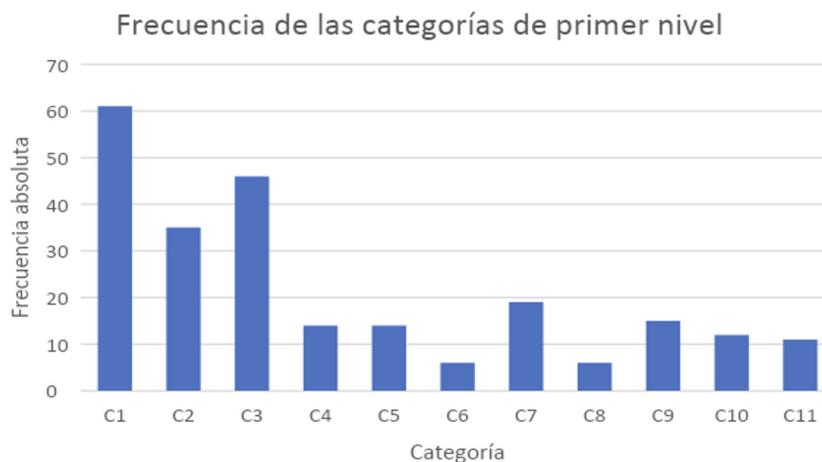


FIGURA 2. Frecuencia de las categorías de primer nivel.

La mayor frecuencia descrita para algunas categorías respecto a otras, se explica por la naturaleza de cada una de las categorías agrupadas. Por ejemplo, C1, C2 y C3 indican la

carga teórica con la que el profesorado planificó preguntas, actividades del profesor y del estudiantado, así como los tipos de evaluación y sus indicadores, por lo que en una pregunta es posible identificar la carga teórica en I-O (C1), P-S (C2) y R-S (C3), por separado o las tres juntas. Mientras que, en C11, que incluye parte de las planificaciones docentes que hacen referencia a la discusión como un momento de la PGDP, se describen actividades de larga duración y que relacionan los diferentes apartados de las planificaciones, en los que es posible integrar varias categorías dentro de ellas.

Etapa 3: Agrupación de categorías (E3) En la etapa anterior, se han revelado de manera implícita algunas relaciones que emergen entre las categorías de primer nivel, por lo que el objetivo de esta etapa es agruparlas de acuerdo a los temas, significados, naturaleza, características y relaciones que tiene cada una de ella. Lo anterior implica la comparación entre las categorías conforme a las similitudes y diferencias que presentaban, no solo en su significado, sino también en los ejemplos originales de las producciones docentes.

C	Categorías de primer nivel	Categorías de segundo nivel
C1	I-O	
C2	P-S	Planos del pensamiento científico
C3	R-S	
C4	NOS	
C5	HdQ	Enfoques didácticos
C6	CTS-a	
C7	Sociabilización	Estrategias didácticas docente
C8	Explicación	
C9	HC-L	CPC a desarrollar en el estudiantado
C10	Problema que promueve la discusión	Discusión productiva
C11	Discusión	

TABLA 6. Agrupación de categorías de primer nivel en categorías de segundo nivel.

Etapa 4: Relaciones entre categorías (E4). Tiene por objetivo establecer las relaciones que se dan entre las diferentes categorías, en relación a la **co-ocurrencia** entre ellas. Esto quiere decir, las veces que dos categorías se superponen unas con otras.

En la tabla 7, se muestra la tabla de co-ocurrencia: se indica la frecuencia absoluta (FA) y el coeficiente C (C); en azul (zona sombreada) los códigos que tienen una mayor correlación entre ellos. A partir de lo anterior, se observa la fuerte relación que se da entre las categorías C11: *Discusión* y C9: *Habilidad Cognitivo-Lingüística*: coocurren 15 veces y el coeficiente C es 1,36. Cada vez que fue reconocida la C9, estuvo dentro de la *discusión*. En la tabla 8, se muestra la relación entre estas dos categorías, donde la explicación, comparación, debates y entre otros, tienen relevancia dentro de la actividad planificada. La C11, también es una de las categorías que más relaciones tiene con otras, específicamente con: C9: *Habilidades cognitivo lingüísticas*; C7: *Sociabilización*, C3: *PPC_Relacional-Social*; C2: *PPC_Personal Significativo*; y C1: *PPC_Instrumental-Operativo*.

		C1 Gr=61	C2 Gr=35	C3 Gr=46	C4 Gr=14	C5 Gr=14	C6 Gr=6	C7 Gr=19	C8 Gr=6	C9 Gr=15	C10 Gr=12	C11 Gr=11
C1 Gr=61	FA	0	16	16	4	7	6	5	8	6	10	20
	C	0,00	0,20	0,18	0,06	0,10	0,10	0,07	0,14	0,09	0,16	0,38
C2 Gr=35	FA	16	0	11	10	7	2	9	1	6	8	14
	C	0,20	0,00	0,16	0,26	0,17	0,05	0,20	0,03	0,14	0,21	0,44
C3 Gr=46	FA	16	11	0	8	14	9	15	1	8	19	18
	C	0,18	0,16	0,00	0,15	0,30	0,21	0,30	0,02	0,15	0,49	0,46
C4 Gr=14	FA	4	10	8	0	5	1	2	1	1	7	5
	C	0,06	0,26	0,15	0,00	0,22	0,05	0,06	0,05	0,04	0,37	0,25
C5 Gr=14	FA	7	7	14	5	0	4	2	1	1	9	4
	C	0,10	0,17	0,30	0,22	0,00	0,25	0,06	0,05	0,04	0,53	0,19
C6 Gr=6	FA	6	2	9	1	4	0	1	0	0	5	1
	C	0,10	0,05	0,21	0,05	0,25	0,00	0,04	0,00	0,00	0,38	0,06
C7 Gr=19	FA	5	9	15	2	2	1	0	0	7	1	11
	C	0,07	0,20	0,30	0,06	0,06	0,04	0,00	0,00	0,26	0,03	0,58
C8 Gr=6	FA	8	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
	C	0,14	0,03	0,02	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00
C9 Gr=15	FA	6	6	8	1	1	0	7	0	0	1	15
	C	0,09	0,14	0,15	0,04	0,04	0,00	0,26	0,00	0,00	0,04	1,36
C10 Gr=12	FA	10	8	19	7	9	5	1	1	1	0	1
	C	0,16	0,21	0,49	0,37	0,53	0,38	0,03	0,06	0,04	0,00	0,05
C11 Gr=11	FA	20	14	18	5	4	1	11	0	15	1	0
	C	0,38	0,44	0,46	0,25	0,19	0,06	0,58	0,00	1,36	0,05	0,00

TABLA 7. Relaciones entre categorías: co-ocurrencia de códigos.

Nota. Gr: cantidad de fragmentos que son parte del código. FA: frecuencia absoluta de la co-ocurrencia. C: Coef C.

TABLA 8. Ejemplo de planificación que relaciona la PGDP con las HCL.

PPQF	Ejemplo extraído de las planificaciones.
P2	Los alumnos comparten el trabajo realizado colaborativamente, discuten y explican sus puntos de vista y comparan y debaten en base a las explicaciones de sus compañeros.

Conclusiones

Es posible reconocer el impacto de la didáctica específica del futuro profesorado de química caracterizado en este estudio, que bajo un objetivo de aprendizaje asociado a una temática disciplinar del eje de química del currículo nacional, plasmado en la planificación, contextualiza la enseñanza, abordando más de un plano de desarrollo al momento de preparar la práctica de discusión productiva. Esto se condice con la literatura, que si bien categoriza los planos del pensamiento de forma aislada, señala que todo proceso didáctico integral debería promover el tránsito por los tres planos, para que los procedimientos alcancen significado y sentido, y el acceso al conocimiento sea realizado desde la interacción, superponiendo y complementando estos tres planos en función y estructura. No es menor el hecho que la condición de PGPD se promovió en condiciones de Pandemia, cuya condición y ambiente educativo además tensionó la ejecución del trabajo docente.

De lo evidenciado, si bien se presenta un importante avance respecto a los propósitos de la educación científica actual, teniendo solo 5 planificaciones que abordan sólo el plano I-O, asociado a una visión tradicional de ciencia de tipo instrumental, es importante hacer hincapié en la implementación de estrategias/enfoques como NOS, HdQ y CTS, ya que fue posible identificar como se promueve el tránsito por los tres planos de desarrollo, lo que es deseable desde la preparación de la clase, fomentando oportunidades de aprendizaje en el aula bajo la dinámica de interacción de la práctica discusión productiva. A partir de

los datos de **co-ocurrencia** obtenidos de atlas ti de la clase completa, se pudo sustentar la fuerte relación entre la PGDP con la sociabilización, las habilidades de pensamiento científico como la explicación, y los planos de pensamiento científico, lo que provee, de evidencia empírica, además de una matriz de análisis que potencia y orienta tanto la implementación de la discusión productiva, como las instancias de reflexión en los talleres de práctica profesional. Se trata de un estudio exploratorio inicial en el que seguiremos avanzando para profundizar los marcos teóricos y relevar nueva evidencia empírica.

Referencias

- Agencia de la Calidad de la Educación. (2018a). Estudio de las interacciones pedagógicas dentro del aula. Agencia de la Calidad de la Educación. Disponible en: http://archivos.agenciaeducacion.cl/Estudio_de_las_interacciones_pedagogicas_FINAL.pdf
- Álvarez, C.; San Fabián, J. (2012). La elección del estudio de caso en investigación educativa. *Gazeta de Antropología*, 28(1) artículo 14. En: <http://hdl.handle.net/10481/20644>
- Ball, L. D., Forzani, F. M. (2009) The work of teaching and the challenge for teacher education. *Journal of teacher education*, 60(5), 497-511
- Candela, A. (1999). Prácticas discursivas en el aula y calidad educativa. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 4 (8), 273-298.
- Cofré, H. (2012). La enseñanza de la naturaleza de la ciencia en Chile: del currículo a la sala de clases. *Revista chilena de educación científica*. 11(1), 12-21
- Galagovsky, L., Bekerman, D., Giacomo, M., Alí, S. (2014). Algunas reflexiones sobre la distancia entre “hablar de química” y “comprender química”. *Ciênc. Educ.*, Bauru, 2 (4), p. 785-799. <https://doi.org/10.1590/1516-73132014000400002>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*: Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado y Pilar Baptista Lucio (6a. ed.). México D.F.: McGraw-Hill.
- Iturra, M., Mallea, J., Quintanilla, M., Chen, Y. y Herrera-Melin, A. (2021). Explicaciones escolares respecto al concepto reactivo limitante. *Educación Química*, 32(4). <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.5.78128>
- Izquierdo, M., Sanmartí, N. (2000). Enseñar y leer textos en Ciencias de la Naturaleza, en *Hablar y escribir para aprender. Uso de la lengua en situaciones de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares* (pp. 181-193). Jorba, J.; Gómez, I. y Pratt, A. (comps), Madrid, Síntesis UAB.
- Izquierdo, M. (2006). Por una enseñanza de las ciencias fundamentadas en valores humanos. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, Vol. 11, Núm. 30, pp. 867- 882.
- Jara, R. (2020). El desempeño de los profesores noveles de ciencias: las competencias profesionales que desarrollan durante los primeros años de ejercicio profesional. *Pensamiento Educativo. Revista de Investigación Educativa Latinoamericana*, 57(1), 1-18.

- Labarrere, A.; Quintanilla, M. (2002). La solución de problemas científicos en el aula. Reflexiones desde los planos de análisis y desarrollo. *Pensamiento Educativo. Revista de Investigación Educativa Latinoamericana*, 30(1), 121-137.
- Marzabal, A., Merino, C., Moreira, P., Delgado, V. (2019). Assessing science reaching explanations in initial teacher education: how is this teaching practice transferred across different chemistry topics? *Research in Science Education*, 49, 1107-1123. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-9855-7>
- Meneses A, A., Müller A, M., Hugo R, E., & García M, A. (2016). Discusión productiva para la comprensión de textos: habilidades y conocimientos específicos en la formación inicial de profesores. *Estudios Pedagógicos*, 42(4), 87-106.
- Molina, A., Niño, Ch. y Sánchez, J. (2014). Enseñanza de las ciencias y cultura: múltiples aproximaciones. En: Molina, A. (ed.), *Enseñanza de las ciencias y cultura: Múltiples aproximaciones* (pp. 19-38). Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Mortimer, E.F., Scott, P.H. (2000). Analysing discourse in the science classroom. In Leach, J., Millar, R. and Osborne, J. (Eds), *Improving Science Education: the contribution of research*. Milton Keynes: Open University Press.
- Quintanilla, M., (2019a). El lenguaje como problema y oportunidad de desarrollo del pensamiento científico. Aprender a leer el mundo a través de la ciencia, en: Cabrera, G. *Promoción y desarrollo de habilidades cognitivo-lingüísticas*. Programa Editorial de la Universidad del Valle. Colombia. Cap. 2, 49-74.
- Quintanilla, M., Vauras, M. (2019b). *Inclusión digital y Enseñanza de las Ciencias. Aprendizaje de competencias del futuro para promover el desarrollo de pensamiento científico*. Santiago, Chile. Bella Terra
- Quintanilla, M. (2020). The History and Philosophy of Chemistry (HPC) in Teaching and in the Professional, in *Science Education Research in Latin America*. Leiden, The Netherlands: Brill. Cap.7, 457-480.
- Quintanilla, M., Adúriz Bravo, A. (2022a). *Enseñanza de las ciencias para una nueva cultura docente. Desafíos y oportunidades*. Santiago, Chile. Colección Educación UC.
- Quintanilla, M., Mercado, M. (2022b). Caracterización sobre explicaciones de docentes en servicio, acerca de la noción científica de disolución. *Educación Química*, 33(3). <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2022.3.81475>
- Quintanilla, M., Cabrera, H., Zambrano, J. (2022c). La historia y la filosofía de la química en la formación inicial del profesorado de química. *Educación Química*, 33(4). <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2022.4.0.81572>
- Ravanel, E., Quintanilla, M. (2012). Creencias del profesorado de Educación Básica en formación sobre la enseñanza de la ciencia escolar: Análisis desde un debate de grupo. *Estudios Pedagógicos*, 38 (2), 187-200.
- Revel Chion, A. (2010). Hablar y Escribir ciencias, en *Educación en Ciencias* (pp. 163-186). Buenos Aires, Paidós

- Rodríguez, G., Gil, J., García, E. (1999). *Metodología de la Investigación Cualitativa*. (2da ed.) Aljibe.
- UNESCO-OREALC. (2018). *Formación Inicial Docente en Competencias para el Siglo XXI y Pedagogías para la Inclusión en América Latina: Análisis comparativo de siete casos nacionales*. Documento de trabajo. Chile: OREALC.
- Vygotsky, L. S. (1996). *Pensamiento y Lenguaje*. Quinto Sol, México.
- Zambrano, J., Quintanilla, M. (2023). Modelos Científicos Escolares en estudiantado de secundaria ¿Cómo explican la evolución adaptativa? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 20 (2). https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i2.2102
- Zeidler, D.L., Nichols B. H. (2009). Socioscientific Issues: Theory and Practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21 (2), pp. 49-58.

ANEXO. Material Suplementario

Descripción de la categoría	Ejemplo en planificación
<p>C7 (SGA) Se han agrupado enunciados que hacen referencia a una estrategia o gestión de clase, donde se muestran y comparten los resultados de las actividades grupales o individuales realizadas por el estudiantado. En comparación con la C3 (R-S), esta no hace referencia a la carga teórica de una pregunta/ enunciado, sino a un procedimiento o acciones organizadas para contribuir al logro de los aprendizajes</p>	<p>P20: “La docente además comenta, que deberán elegir un líder para socializar sus respuestas”; P3: “Seleccionan y comunican las ideas que consideraron relevantes dentro de la clase”.</p>
<p>C8 (EC) Se han agrupado enunciados o fragmentos de las planificaciones, en donde utiliza como estrategia didáctica la explicación docente. Esta explicación puede ser variada como los contenidos científicos o sobre la historia de la ciencia.</p>	<p>P23: “Recuerda a los estudiantes sobre el mol e introduce los conceptos de masa atómica y masa molar, pero desde la perspectiva de 2 científicos de la actualidad, para finalmente distinguir que a pesar de que los científicos llegan a consensos, pueden tener ligeras diferencias en la manera que expresan sus ideas”.</p>
<p>C9 (HC-L) Se incluyen fragmentos, preguntas, enunciados o actividades de las planificaciones docentes que tiene énfasis en el desarrollo de diferentes habilidades cognitivo-lingüísticas del estudiantado.</p>	<p>P21: “Explíqueme a las familias de los protagonistas del relato la o las causas de sus síntomas”.</p>
<p>C10 (PPDP) Se agruparon enunciados, preguntas, actividades del profesorado, del estudiante e indicadores de evaluación (en conjunto) que hacen referencia al problema que promueve la discusión productiva en el aula por parte del estudiantado. Estos fragmentos son más extensos que los anteriores.</p>	<p>P20: “Luego se narra acerca de la ciudad de Londres del siglo XIX. Donde comienzan a existir diversos casos muy confusos sobre enfermedades extrañas y masivas. Se presenta a los estudiantes una pintura de la época que era utilizada para comunicar a la gente de escasos recursos lo que estaba ocurriendo. En base a esta imagen, se pide a los estudiantes expresar qué emociones les evoca esta pintura”.</p>
<p>C11 (DPPQ) Se incluyen enunciados, preguntas, enunciados, indicadores de evaluación, actividades que ha realizar por el profesorado y estudiantado, de las planificaciones docentes que hacen referencia a la discusión como un elemento clave de la generación de discusión productiva. Al igual que la anterior, los fragmentos agrupados dentro de esta categoría tienen una mayor extensión que los anteriores.</p>	<p>P23: “Emiten sus opiniones y describen sus ideas inicialmente y luego analizan la segunda pregunta para fundamentar su opinión final y llegar a un consenso como grupo. Preguntas problematizadoras: ¿Cuáles crees que serán los motivos de que existan varios modelos atómicos? ¿Qué te parece que el conocimiento científico sea provisorio?”</p>