

Aproximaciones teóricas y empíricas sobre formulación de buenas preguntas en la formación inicial del Profesorado de Ciencias

Theoretical and empirical approaches to formulating good questions in science teacher education

 Alejandra Rojas Conejera¹

 Roxana Jara Campos¹

¹Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, Chile. Autora correspondiente: romirojasc@ug.uchile.cl

Resumen: Este artículo presenta un estado del arte sobre la formulación de preguntas en la formación inicial del profesorado de ciencias, analizando 12 estudios publicados entre 2013 y 2023 en bases de datos como WoS, Scopus, Springer, Taylor & Francis y Google Scholar. El análisis aborda lo que se sabe teórica y empíricamente sobre esta temática y examina los enfoques e intervenciones que buscan mejorar la capacidad de formular preguntas en futuros profesores. Los resultados se organizan en dos secciones: en la primera, se describen los tipos de preguntas formuladas, el contenido científico y las demandas asociadas, además de las dificultades a la hora de formular preguntas; en la segunda, se analiza el tipo de investigación, el contexto y los participantes de los estudios, detallando intervenciones específicas o integradas en enfoques amplios como la investigación científica auténtica. Este trabajo busca contribuir a la mejora de la enseñanza de las ciencias mediante el desarrollo de competencias clave.

Palabras clave: Formación inicial del profesor; Pregunta; Técnicas de preguntas; Técnicas didácticas.

Abstract: This paper summarizes the state of the art of question formulation in introductory science teacher education by reviewing 12 studies published between 2013 and 2023 in databases such as Web of Science, Scopus, Springer, Taylor & Francis, and Google Scholar. Our analysis focuses on a theoretical and empirical understanding of how future science teachers formulate questions and evaluate strategies and interventions designed to improve this skill. The findings outline the types of questions formulated, their scientific content, and the challenges and demands future teachers face in developing these questions. In addition, we describe the types of research conducted, the contexts in which the studies took place, and the participants involved. We also describe different interventions and approaches for improving question formulation within specific science domains or through more general techniques, such as authentic science investigations and science practices.

Keywords: Initial teacher training; Question; Questioning techniques; Didactic techniques.

Recibido: 15/07/2024

Aprobado: 09/11/2024



Introducción

En el contexto actual, en el que las incertidumbres y las problemáticas relacionadas con el mundo natural son cada vez más evidentes, es fundamental poder debatir sobre qué esperamos de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y su papel en la formación de ciudadanas y ciudadanos alfabetizados científicamente para afrontar los desafíos del siglo XXI. Al mismo tiempo, reflexionar y argumentar cuál es el propósito de la enseñanza de las ciencias en la escuela es imprescindible para quienes investigamos en educación científica, pues se hace absolutamente necesario relegar el rol más tradicional de su enseñanza, que ha centrado su atención en el aprendizaje de conceptos científicos descontextualizados.

Por otra parte, incorporar el desarrollo de habilidades de pensamiento científico en la formación inicial es un desafío permanente para los formadores de profesores de ciencia, pues, es momento de concebir la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia como una manera de explicar el mundo natural en función de la toma de decisiones y la justicia social en una sociedad altamente penetrada por la ciencia y la tecnología.

En este sentido, el desarrollo de habilidades de pensamiento científico, como la formulación de buenas preguntas es fundamental para el profesorado (Joglar, 2015), ya que estas se presentan como posibles mediadoras para promover el desarrollo de pensamiento de orden superior en el estudiantado (Zohar, 2006). Esta perspectiva coincide con la de autoras como Izquierdo *et al.* (1999) y Roca (2005), quienes sostienen que las buenas preguntas jugarían un rol fundamental en la educación científica, permitiendo a los estudiantes expresarse, pensar y cuestionar la información con la que interactúan a diario. Formular buenas preguntas fomenta el cuestionamiento de las evidencias de teorías científicas y/o de las nociones científicas para la enseñanza y el aprendizaje, estimula la creatividad y la modelización de fenómenos científicos y se relaciona con la explicación científica (Joglar, 2015; Márquez; Roca, 2006; Rojas *et al.*, 2020). Todas estas son competencias que el profesorado en formación debería desarrollar durante su trayectoria académica universitaria.

Dada la relevancia de esta temática, es preciso revisar en detalle la literatura existente y conocer los antecedentes empíricos y teóricos de la investigación en esta área. A continuación, presentaremos el estado del arte acerca de la literatura disponible sobre la formulación de preguntas en el marco de la formación inicial docente del profesorado de ciencias. Desarrollaremos un breve marco teórico, en el que profundizaremos en la metodología empleada para llegar a las investigaciones analizadas en este artículo y, finalmente, presentaremos los resultados y perspectivas para futuras investigaciones.

Problema y Marco teórico

Formulación de buenas preguntas en el aula de ciencias

Distintos autores se han referido a la denominación de una buena pregunta para la clase de ciencias, definiéndola como aquella que posee grados de apertura, que permite vincular las teorías científicas con la explicación científica y las ideas que el estudiantado posee (Chin; Brown, 2002; Edelsztejn; Galagovsky, 2021; Márquez; Roca, 2006; Roca, 2005), y que estimule la creatividad (Joglar, 2015) y la metacognición (Chin; Chía, 2004). Asimismo, otras categorizaciones utilizan los niveles de la taxonomía de Bloom, estableciendo rangos

de orden inferior o superior de pensamiento, haciendo que las preguntas que inviten a la comprensión, aplicación, análisis, síntesis, evaluación o el establecimiento de conclusiones, promuevan niveles de pensamiento más profundo y reflexivo (Eliasson; Karlsson; Sorensen, 2017). Márquez y Roca (2006) por su parte, han relacionado las buenas preguntas con los distintos aspectos de la explicación científica, lo que llevaría a formular buenas preguntas para la descripción, la explicación causal, la generalización, las pruebas para la comprobación, la predicción, la gestión y la evaluación, desde un nivel más sencillo a un nivel más complejo de pensamiento (Roca; Márquez; Sanmartí, 2013) (**tabla 1**).

Tabla 1 — Síntesis de las principales características de buenas preguntas según autores

Aspectos	Márquez; Roca (2006)	Roca; Márquez; Sanmartí (2013)	Joglar (2015)
Propósito	Las teorías interactúan con los fenómenos naturales y la formulación de respuestas.	Construcción de nuevos modelos, rechazos o ampliación de nuevas teorías.	Estimular la creatividad, la curiosidad y la capacidad de modelización de los fenómenos científicos.
Nivel cognitivo	Pueden refutar, sustituir o ampliar la explicación científica. Promover pensamiento de orden superior.	Preguntas, descripción, explicación causal, la generalización, las pruebas para la comprobación, la predicción, la gestión y la evaluación.	Desarrollo de opiniones sustentadas del mundo natural, científico y tecnológico.
Grado de apertura	Preguntas abiertas que permitan diversas posibilidades de respuestas.	Preguntas abiertas que aumentan el nivel cognitivo paulatinamente, desde la descripción hasta la evaluación.	Preguntas abiertas, que transitan en distintos niveles competenciales, del menor al mayor según el sujeto que las formule.

Fuente: elaboración de las autoras.

Distintas investigaciones reportan que el estudiantado del sistema escolar hace pocas preguntas en la clase de ciencias y, cuándo las hace, corresponden a bajos niveles cognitivos o son preguntas cerradas (Chin, 2007; Edelsztein; Galagovsky, 2021; Rojas; Joglar; Jara, 2020). Lo anterior podría explicarse por factores relativos al profesorado, pues este fomenta poco el cuestionamiento y la elaboración de preguntas (Joglar, 2015; Osborne; Dillon, 2008). En este mismo sentido, las investigaciones coinciden en que el énfasis de las preguntas que realiza el profesorado en sus clases está centrado en el contenido, y que pocas veces estimulan la problematización del conocimiento científico o el desarrollo de competencias (Blosser, 2000; Eliasson; Karlsson; Sorensen, 2017; Joglar, 2015).

Por esta razón, la formulación de buenas preguntas se convierte en una competencia fundamental que debe desarrollarse en el profesorado en formación y en ejercicio, ya que no hay antecedentes que sustenten que los profesores y futuros profesores reciban orientaciones teórico-prácticas, y se da por hecho que es una competencia que no requiere ninguna intencionalidad para su desarrollo (Joglar, 2015). Aún más, en relación con la ciencia escolar Márquez y Roca (2006) y Eliasson, Karlsson y Sorensen (2017) coinciden en que no todas las preguntas planteadas por el profesorado contribuyen de igual forma al aprendizaje, por lo que es necesario replantear la formulación de estas preguntas y la interacción en el aula. Sobre todo, porque es el profesorado quien debe promover aprendizajes en sus estudiantes a lo largo de toda su trayectoria escolar, lo que les permitiría superar los modelos tradicionales de la enseñanza de las ciencias que actualmente prevalecen en las aulas y que se centran en la transmisión de contenidos memorísticos (Jara Campos, 2012).

En el marco de esta temática, más concretamente, en lo que respecta a la formación inicial docente de ciencias, es necesario profundizar en las evidencias empíricas y teóricas de los últimos tiempos para poder contribuir a nuestros sistemas educativos, que se encuentran en constante tensión en los actuales escenarios sociales y políticos.

En esta revisión de la literatura, presentaremos las investigaciones más actualizadas sobre la formulación de preguntas en la formación inicial del profesorado de ciencias e intentaremos responder las siguientes preguntas:

1. Qué se sabe teórica y empíricamente sobre la formulación de preguntas en la formación inicial del profesorado de ciencias?
2. ¿Qué intervenciones y enfoques se utilizan para que el profesorado de ciencias en formación formule buenas preguntas?

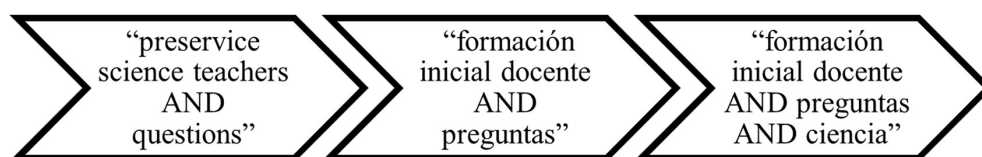
Metodología

Para este artículo se ha realizado una revisión bibliográfica sobre la formulación de preguntas en la formación inicial del profesorado de ciencias, entre los años 2013 y 2023. Dado que se trata de una temática específica, se decidió llevar a cabo el proceso de revisión de la literatura utilizando los criterios de inclusión y exclusión, que se detallan a continuación.

Revisión de la literatura

Para esta revisión, se realizaron búsquedas en las bases de datos Web of Science (WoS), Scopus, Google Scholar y Taylor & Francis, que incluían artículos revisados por pares, capítulos de libros y conferencias internacionales. Cada uno de estos debía hacer referencia a la formulación de preguntas en la formación inicial del profesorado de ciencias. Específicamente se utilizaron los criterios de búsqueda con las palabras clave y operadores booleanos que se muestran en la **figura 1**.

Figura 1 — Términos utilizados para búsqueda de literatura



Fuente: elaboración de las autoras.

Criterios de inclusión y exclusión

Con esta búsqueda se obtuvieron, específicamente, 185 ejemplares para Scopus, 110 para WoS, 85 para Taylor & Francis y 5 para Google Scholar. Posteriormente, fue necesario utilizar un gestor de referencias que, para efectos de esta revisión, fue el software Mendeley Desktop for Windows. Con este programa se importaron las referencias encontradas, se descartaron los ejemplares repetidos y, por último, se revisaron los

resúmenes. A continuación, se decidieran los siguientes criterios de exclusión: ejemplares duplicados e investigaciones en estudiantes de primaria o secundaria, análisis del discurso que no incluyera la temática de las preguntas e investigaciones en otras áreas del conocimiento. Como criterios de inclusión se utilizaron investigaciones didácticas realizadas al profesorado en formación de ciencias y/o primaria, investigaciones que utilizan metodologías cualitativas, cuantitativas o mixtas, revistas, conferencias o tesis de grado en todos los idiomas y publicaciones entre los años 2013 y 2023.

Con estas exclusiones e inclusiones, se procedía a realizar una cuidadosa lectura de los resúmenes. Si el resumen no era explícito en cuanto a la temática, se continuaba con la lectura de la metodología y los resultados para elegir las publicaciones según los criterios previamente mencionados. Como resultado, se identificó una brecha de conocimiento para investigaciones sobre formulación de preguntas en la formación inicial del profesorado de ciencias, para lo cual se ubicaron por separado ($n = 12$) artículos sobre formulación de preguntas en dicha formación.

Análisis de datos

En síntesis, el análisis reveló que hay una falta de artículos en la literatura, acerca de la formulación de preguntas sobre la formación inicial del profesorado de ciencias, pues de este tema en particular encontramos 12 ejemplares. A continuación, se muestra una tabla resumen de estos 12 ejemplares (**tabla 2**).

Tabla 2 — Principales aspectos de ejemplares de la literatura analizados acerca de formulación de preguntas en la FID del profesorado de ciencias

Apellido autor(a), año	Título	Diseño investigación	Preguntas/objetivo de investigación
Cruz-Guzmán; García-Carmona; Criado (2017)	An analysis of the questions proposed by elementary pre-service teachers when designing experimental activities as inquiry.	Investigación cualitativa interpretativa.	– ¿Qué tipo de preguntas formulan los Profesores de primaria en formación cuando diseñan una actividad experimental de indagación? – ¿Qué contenidos o temas de ciencias escolares eligen los profesores de primaria en formación al formular sus preguntas de indagación con las que diseñan las actividades experimentales?
Granados; Collazo (2017)	La comprensión y distinción de enfoques interdisciplinarios a partir de la formulación de preguntas en educación ambiental para la sostenibilidad.	Investigación cualitativa de tipo interpretativo.	– Identificar las dificultades y confusiones que experimenta el alumnado cuando formula preguntas-problema interdisciplinarios. – Analizar las preguntas que formula el alumnado para conocer sus aprendizajes con relación a la comprensión y distinción de los enfoques interdisciplinarios.
French; Burrows (2018)	Evidence of science and engineering practices in preservice secondary science teachers' instructional planning.	Se menciona aplicación de pre y post test	Cambia el enfoque que tienen sobre ASI (indagación científica autentica) de los futuros maestros, para sus futuros estudiantes de K-12 a partir de la intervención en el curso de métodos?

Apellido autor(a), año	Título	Diseño investigación	Preguntas/objetivo de investigación
Khan; Krell (2019)	Scientific reasoning competencies: A case of pre-service teacher education.	Investigación cuantitativa, mencionan aplicación de pre y post test	Analizar las competencias de razonamiento científico de profesores de ciencias en formación de una muestra canadiense al principio y al final de un curso de métodos de formación de profesores de ciencias.
Rojas; Joglar (2019)	Small research and asking questions. A study case in Initial teacher training in elementary education.	Investigación cualitativa, estudio de caso	Caracterizar la formulación de preguntas explicativas de 65 estudiantes en Comprensión del Medio Natural I y III en su tercer y quinto semestre de la Carrera de Pedagogía Básica de una universidad estatal chilena, a partir de la implementación de pequeñas investigaciones.
Cruz-Guzmán; García-Carmona; Criado (2020)	Proposing questions for scientific Inquiry and the selection of science content in initial elementary education teacher training.	Investigación cualitativa	Analizar la efectividad de la instrucción dirigida a formar a los futuros profesores de primera durante una asignatura optativa, en la formulación de preguntas investigables al diseñar una actividad experimental, utilizando como contexto diferentes temas de contenidos científicos escolares.
Ramos; Domínguez; Stipich (2020)	Habilidades lingüísticas identificadas en los discursos argumentativos de estudiantes que se forman para ser profesores de física.	Investigación cualitativa, estudio de caso	Identificar habilidades lingüísticas y recursos argumentativos en las intervenciones discursivas del profesorado de física en formación.
Bicak; Borchert; Höner (2021)	Measuring and fostering preservice chemistry teachers' scientific reasoning competency.	Investigación cuantitativa	Medir un aumento potencial en la competencia de razonamiento científico mediante la implementación de una pequeña cantidad de experimentos de resolución de problemas y videos explicativos en un curso de laboratorio de química.
Bismak; Davis; Palincsar (2022)	Science practice-readiness: Novice elementary teachers' developing knowledge of science practices.	Investigación cualitativa, estudios de caso	¿Qué saben los profesores novatos de primaria sobre las prácticas científicas, en términos de cuáles son y cómo involucrar a los estudiantes en estas prácticas?
Haslekas; Kittilsen (2022)	Lærerstuderenter i elevrollen møter utforskende arbeidsmåter i naturfag.	Investigación cualitativa	Examinar las reflexiones de ocho futuros docentes sobre formas exploratorias de trabajo después de haber desempeñado el papel de estudiantes en un programa de enseñanza exploratoria en ciencias.
Leasa; Abednego; Rafafy (2023)	Problem-based Learning (PBL) with Reading Questioning and Answering (RQA) of preservice elementary school teachers	Investigación cuasiexperimental	Investigar el impacto del modelo de aprendizaje ABP con RQA en las habilidades de pensamiento crítico de futuros profesores de escuela primaria con mención en ciencias naturales.
Seung <i>et al.</i> (2023)	Elementary preservice teachers' understandings and task values of the science practices advocated in the NGSS in the US.	Investigación métodos mixtos	Examinar qué valor atribuyen los futuros docentes a las prácticas científicas que eligen como más importantes.

Fuente: elaboración de las autoras.

Resultados

A partir de esta revisión de literatura, podemos indicar a modo de resultado general, la constatación de la existencia de una brecha de conocimiento en la investigación empírica respecto a la formulación de preguntas en el profesorado en formación inicial de ciencias. A continuación, presentamos las siguientes ideas clave que emergen del proceso de revisión filtrada y analizada.

Idea clave 1: Aspectos teóricos y empíricos sobre la formulación de preguntas en la FID del profesorado de ciencias

Con relación a los tipos de preguntas formuladas por el profesorado en formación de primaria en la investigación de Cruz-Guzmán, García-Carmona y Criado (2017) fueron, en su mayoría, preguntas de calidad que establecen relaciones entre variables para iniciar una actividad experimental. En contraposición, Rojas y Joglar (2019) indican que el profesorado en formación tendría dificultades para formular preguntas investigables, aunque esto mejoraría cuando intentan incluir relaciones, variables e intencionalidades del conocimiento científico.

Por su parte, Cruz-Guzmán, García-Carmona y Criado (2017) mencionan que los profesores en formación elaboraron algunas preguntas de predicción o de explicación causal, lo que no permitiría el inicio de una investigación, lo que coincide con Rojas y Joglar (2019). Estos autores indican que el tipo de preguntas formuladas por sus profesores en formación, fueron mayoritariamente de generalización (76,25%), pero también hicieron preguntas que implicaban predicciones (18,64%) y preguntas descriptivas (5,11%), mientras que las preguntas sobre gestión y evaluación estuvieron ausentes.

Granados y Collazo (2017) mencionan que, en un contexto de interdisciplinariedad, los tipos de preguntas formuladas por los profesores en formación corresponden mayoritariamente a preguntas dirigidas a la gestión del aula, en menor medida a preguntas que promuevan niveles cognitivos bajos y en mucho menor proporción a niveles cognitivos medio-alto. Con relación a los resultados de la investigación de Cruz-Guzmán, García-Carmona y Criado (2020), estos describen que los profesores en formación plantean preguntas que son interesantes, pero que estas no siempre conducen a iniciar alguna investigación científica en clase. Dentro del conjunto de preguntas de indagación de alto orden (variables relacionadas), se encontró que las preguntas orientadas a hacer predicciones presentaban las mayores dificultades en su formulación. Este resultado refleja la dificultad que entraña formular preguntas de investigación que incluyan variables y que conduzcan a un trabajo investigativo.

Algunas de las publicaciones de esta revisión describen lo relacionado con el contenido científico de las preguntas formuladas. En ellas se concluye que las nociones relativas a la física fueron más frecuentes en preguntas de nivel superior y escasas en las relacionadas con biología, aunque también de alto nivel cognitivo. No se consideran contenidos disciplinares de química, ciencias ambientales o ciencias de la salud (Cruz-Guzmán; García-Carmona; Criado, 2017). Los propios autores ofrecen una posible explicación: esas temáticas científicas no ofrecían oportunidades interesantes que pudieran abordarse a partir de actividades experimentales, lo que coincide con lo mencionado en el párrafo

anterior sobre la dificultad que tendría el profesorado en formación para formular preguntas investigables. En cuanto a otra investigación publicada en el año 2020, los mismos autores mencionan que el contenido seleccionado por los futuros profesores de primaria para formular preguntas cubrió una amplia variedad de temas o fenómenos relacionados con la física, la química, la biología y la astronomía. Las preguntas de mayor calidad que se formularan en mayor número fueron las relacionadas con los temas de Cambios de Estado y Plantas. Asimismo, todas las preguntas formuladas sobre fenómenos relacionados con la Flotación, el Magnetismo y la Gravedad fueron de alto orden, mientras que las preguntas de peor calidad (que no podían investigarse científicamente) estaban relacionadas con el estudio de las Máquinas (Cruz-Guzmán; García-Carmona; Criado, 2020). Este resultado no coincide con lo planteado por Rojas y Joglar (2019), quienes describen que en su investigación el profesorado en formación tendería a elegir mayoritariamente nociones científicas de biología para elaborar sus preguntas investigables, quedando atrás las disciplinas de química y prácticamente ausentes las de física. Los resultados dispares de ambas investigaciones respecto al contenido científico escogido para formular preguntas de investigación son esperables, ya que solo se describen tres investigaciones debido a la poca cantidad de artículos publicados sobre esta temática, lo que nos invita a realizar más investigaciones al respecto para profundizar y desarrollar este fenómeno.

Por su parte, el resto de los artículos incluidos en esta revisión (**tabla 2**) no menciona resultados respecto a los tipos de preguntas y su contenido científico, ya que el enfoque de las investigaciones no estaba puesto allí, sino en otros elementos relacionados con la formulación de preguntas en la formación inicial del profesorado de ciencias, que se detallarán a continuación.

Respecto a los niveles de confianza y dificultad para algunas habilidades de investigación científica, específicamente sobre la elaboración de preguntas, Bicak, Borchert y Höner (2021) mencionan en sus resultados, que los profesores en formación tienen menos confianza y un peor desempeño a la hora de formular preguntas y generar hipótesis. Respecto a otras habilidades de investigación, luego de realizar una intervención para promover el razonamiento científico, lo que coincide con los resultados de Khan y Krell (2019), quienes describen que los futuros profesores fueron altamente competentes en la planificación de investigaciones y modelización, a diferencia de la formulación de preguntas y la generación de hipótesis, que consideraron particularmente difíciles. Esto último refuerza la idea de diseñar e implementar instancias de aprendizaje específicas para la formulación de preguntas del profesorado de ciencias, teniendo en cuenta que las dos últimas publicaciones descritas investigaron un conjunto de habilidades científicas.

Con relación a las percepciones de los futuros profesores sobre la formulación de preguntas, Seung *et al.* (2023) señalan en su análisis que hacer preguntas es la práctica científica más importante. Algunos participantes de esta investigación declararon que hacer preguntas promovía y apoyaba el aprendizaje de las ciencias de los estudiantes, al estimular su curiosidad e involucrarlos directamente en situaciones de aprendizaje. Resultados similares describe la investigación de Haslekas y Kittilsen (2022), en la que se trabaja con metodologías exploratorias para la enseñanza de las ciencias y en la que los futuros profesores debían reflexionar posteriormente a la intervención. En este sentido, destacan el trabajo práctico y la construcción de preguntas como elementos

centrales de dichas metodologías. Durante la intervención, formularon preguntas para las que querían respuestas, dividieron sus preguntas en más pequeñas y consultaron la teoría para obtener respuestas, además de considerar que los métodos exploratorios son educativos en tanto permiten a los estudiantes pensar por sí mismos, hacer preguntas y buscar respuestas, lo que contribuye a aumentar el interés y el aprendizaje en general. En particular, estos resultados refuerzan la idea de la importancia de mejorar la calidad y la cantidad de investigaciones sobre cómo enseñar y aprender a formular buenas preguntas en la formación del profesorado de ciencias.

Otros elementos teóricos mencionados en la literatura seleccionada corresponden al papel que juegan las preguntas dentro de procesos relacionados con la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, específicamente respecto a las prácticas científicas, habilidades lingüísticas e indagación científica. En este sentido, Bismack, Davis y Palincsar (2022) plantean que hacer preguntas es considerado como una práctica científica y los hallazgos declarados en su investigación, indican que hubo pocos momentos en que los futuros profesores involucraran a sus estudiantes en la formulación de preguntas científicas y que, cuando lo hicieron, demostraron una comprensión mínima de esta práctica científica y de cómo apoyar a los estudiantes en esta tarea. De manera similar, no hubo evidencia de que los futuros profesores comprendieran las diferencias entre preguntas científicas y no científicas o cómo ayudar a los estudiantes a identificar estas diferencias.

En el caso de la investigación de Ramos, Domínguez y Stipcich (2020), que no se centraba en las preguntas sino en el desarrollo de las habilidades lingüísticas del profesorado de física en formación, se descubrió que las preguntas forman parte de los discursos argumentativos y se utilizan principalmente para describir fenómenos científicos. En este sentido, los autores mencionan que las preguntas podrían promover el desarrollo de habilidades lingüísticas en el discurso argumentativo de los futuros profesorado de física en formación, poniendo de relieve la importancia de las preguntas como elementos mediadores en su discurso.

Asimismo, en otra investigación se describe cómo una intervención didáctica impartida a profesores de ciencias en formación durante dos semestres, cuyo propósito era mejorar la calidad de las preguntas, generó un gran impacto en los resultados y se destacó que la fase de evaluación por pares, como elemento de metacognición, fue la más significativa (Cruz-Guzmán; García-Carmona; Criado, 2017). Por su parte French y Burrows (2018), tras investigar el desarrollo de habilidades en el marco de la Investigación Científica Auténtica (ASI), concluyeron que el profesorado en formación es competente en lo que respecta al diseño de actividades de indagación para sus futuros estudiantes; sin embargo, requiere de apoyo específico durante su trayectoria formativa para mejorar el diseño de actividades para la formulación de preguntas comprobables y preguntas de investigación. Este último planteamiento es fundamental para revelar el sentido que deben tener las futuras investigaciones para indagar sobre estrategias de enseñanza específicas con las que los futuros profesores de ciencias aprendan a formular buenas preguntas y consigan hacerlo en su trayectoria profesional y promoverlo con sus estudiantes.

En definitiva, los antecedentes desarrollados en este apartado sugieren que existe poca evidencia empírica sobre los tipos de preguntas que formula el profesorado en formación de ciencias, las nociones científicas que contienen estas preguntas y el rol específico que desempeñan en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias en la formación inicial del profesorado. En este sentido, el desarrollo teórico de esta temática está en pleno crecimiento y debería considerar explorar con mayor profundidad las instancias formativas para los futuros profesores de ciencias y así lograr describir ciertos principios comunes a la hora de enseñar esta temática en los programas de formación docente a partir de intervenciones didácticas. Por ello, en el siguiente apartado presentaremos qué tipo de intervención y/o enfoques se utilizan para tal propósito.

Idea clave 2: Los tipos de intervenciones y enfoques que se utilizan para que el profesorado en formación de ciencias pueda formular buenas preguntas

Con relación a las características de los enfoques y tipos de intervenciones que describían la mayoría de las investigaciones exploradas en esta revisión, podemos mencionar que utilizaban la metodología de observación y/o videograbación de clases para analizar las preguntas o interacciones que realizaban los profesores en formación de ciencias. En menor medida, las investigaciones mencionaban la intervención en espacios de formación docente con enfoques específicos para la formulación de buenas preguntas, en menor o mayor detalle en cada uno de los artículos examinados. Por otra parte, algunos artículos no detallaban las intervenciones o enfoques didácticos utilizados para promover el aprendizaje sobre la formulación de mejores preguntas en los futuros profesores de ciencias o de primaria con mención en ciencias. De acuerdo con esto, a continuación, queremos mencionar las ideas más relevantes obtenidas en esta revisión bibliográfica.

En el caso de la investigación de Cruz-Guzmán, García-Carmona y Criado (2017), los autores describen la utilización de un modelo de intervención didáctico para promover mejoras en la formulación de preguntas del profesorado en formación de primaria con mención en ciencias. Para ello, diseñaron e implementaron seis sesiones en total y trabajaron con 29 grupos de futuros profesores. Estas sesiones comenzaron con un taller en el que cada grupo debía formular una pregunta de investigación para una actividad experimental y, a lo largo de las seis sesiones, se revisarían tanto las preguntas, como los tipos de variables y las relaciones entre estas. Como materiales de apoyo, utilizaron ejemplos de la literatura y del currículum escolar, hasta llegar a las sesiones finales, en las que se realizó una revisión por parte de pares, es decir, una instancia de coevaluación en la que los colegas daban sugerencias sobre las preguntas de investigación formuladas, para que finalmente los grupos pudieran reformular las preguntas iniciales según las sugerencias de la evaluación par. De todas las investigaciones analizadas en esta revisión, esta, junto con otra de los mismos autores, fueron las únicas que incorporaron una instancia de trabajo metacognitivo y de coevaluación en su intervención, lo que, en nuestra opinión, enriquece mucho la investigación y entrega directrices que pueden utilizarse en futuras investigaciones.

De la misma manera, French y Burrows (2018), examinan cómo los futuros profesores de ciencias de una universidad pública de EE. UU. aprenden a incorporar en sus lecciones diez prácticas científicas que desarrollan durante dos semestres consecutivos en cursos de metodologías de enseñanza en los que utilizan la metodología de Investigación Científica Auténtica (ASI). En términos generales, los resultados que describen los autores revelan que las prácticas científicas que más desarrollan los profesores de ciencias en formación y en las que serían más competentes corresponden a la planificación de clases utilizando la indagación científica, en las que incorporaron oportunidades para que sus futuros estudiantes colaboren, usen instrumental científico y recopilen y analicen datos. Sin embargo, requieren apoyo adicional para diseñar actividades que promuevan la creación de preguntas comprobables, diseños metodológicos, instancias de coevaluación entre pares y la comunicación de los resultados de sus investigaciones. En particular, y en lo que a nuestro análisis respecta, dentro de las prácticas científicas examinadas se incluía la formulación de preguntas tras el diseño de secuencias de enseñanza y aprendizaje por parte de los futuros profesores en los cursos mencionados anteriormente. Así, los autores evaluaron si existían oportunidades de desarrollar o perfeccionar las preguntas que impulsan las actividades de investigación y/o formular nuevas preguntas que surgieron en el transcurso del trabajo. Este indicador fue el que menos cambios positivos obtuvo tras la intervención, lo que sugiere que en el ámbito del aprendizaje de los propios profesores en formación acerca de cómo formular mejores preguntas y sobre cómo incorporar actividades que promuevan la creación de preguntas y su mejora por parte de sus futuros estudiantes, se requiere un apoyo específico, es decir, una intervención que centre el foco en dichos propósitos.

En el caso de la investigación de Rojas y Joglar (2019), estudio de carácter cualitativo y tipo estudio de caso, las autoras describen el uso de una intervención enmarcada en dos cursos consecutivos de formación inicial de tercer y quinto semestre del plan de estudios de 65 futuros profesores de primaria de una universidad pública chilena. Los futuros profesores tuvieron que diseñar e implementar pequeñas investigaciones en equipos de trabajo, relacionadas con las áreas disciplinares de biología, química o física, y que debían ser nociones científicas de interés para ellos. Para la construcción de estas pequeñas investigaciones se utilizó un diagrama heurístico, cuyo propósito fue orientar la selección y formulación del problema, el planteamiento de la pregunta de investigación, la formulación de hipótesis y la selección de variables de investigación. Al inicio de la intervención, las formadoras de profesores dedicaron tres sesiones a orientar la selección y formulación del problema de investigación, el planteamiento de la pregunta de investigación y sus respectivas variables e hipótesis, y el resto de los elementos que debían completarse en el diagrama heurístico. Los futuros profesores actuaron de forma autónoma. Al ser esta una investigación de carácter cualitativo, para el análisis de datos se utilizó la codificación de acuerdo con los criterios de Chamizo del diagrama heurístico, en específico para las preguntas explicativas. Respecto al contenido y la demanda de éstas, se trabajó con el software *Atlas Ti 8*. Tal como se menciona en el apartado anterior, los resultados obtenidos durante y después de la intervención muestran que los futuros profesores tienen dificultades para incorporar relaciones entre variables y conocimiento científico a sus preguntas, y que el contenido de éstas está relacionado con fenómenos

científicos observados en el contexto social y cotidiano, con mayor preponderancia de los modelos biológicos. Respecto a la demanda de las preguntas, se observa que hay dificultades a la hora de plantear preguntas que contemplen predicciones. Como plantean las autoras de esta investigación, es necesario discutir las implicaciones de generar un currículum escolar y un plan de formación docente que priorice los aprendizajes sobre la formulación de preguntas, ya sean investigables o destinadas a la explicación científica o la evaluación.

En la investigación de Granados y Collazo (2017), el enfoque fue la metodología cuantitativa y los datos se obtuvieron a partir de los documentos producidos durante las actividades formativas de la intervención, en las que se fomentó la formulación de preguntas con un enfoque interdisciplinario, así como la realización de reflexiones por escrito una vez concluidas las sesiones. Los participantes fueron 160 futuros profesores de primaria de un curso denominado *Diversidad y Conexiones entre Áreas Curriculares* en una universidad española. La intervención constó de tres sesiones de trabajo intencionadas en la formulación de buenas preguntas. Las sesiones incorporaron los elementos que se muestran en la **tabla 3**.

Tabla 3 — Sesiones de trabajo intencionadas en la formulación de buenas preguntas

Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3
La explicación de enfoques teóricos de tipologías de preguntas de buena calidad descritas en la literatura, la importancia de las buenas preguntas en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.	Se les presenta un estudio de caso con una situación problemática de índole socioambiental y se les entrega una pregunta-problema para que los profesores en formación discutan y se posicionen al respecto, para luego resolverlo con el apoyo de la literatura científica disponible.	Formular una pregunta-problema interdisciplinar en grupo, más compleja que la anterior, para luego compartirla con su clase y reformularla en conjunto. Al finalizar se realiza una actividad de reflexión personal respecto de los aprendizajes y dificultades vividas en estas sesiones de trabajo.

Fuente: adaptado de Granados y Collazo (2017).

Al igual que en los resultados de las investigaciones descritas anteriormente, posterior a la intervención, se concluye que el profesorado en formación tiene dificultades para formular preguntas multidisciplinarias e interdisciplinarias, aunque distingue con facilidad los cuatro enfoques interdisciplinarios y su capacidad para promover mayores aprendizajes. Otro resultado interesante de considerar es que los futuros profesores no están acostumbrados a plantear preguntas y que, en general, comienzan con preguntas cerradas que van evolucionando durante y al finalizar la intervención hacia la construcción de preguntas más complejas.

En otra intervención descrita en la investigación de Leasa, Abednego e Rafafy (2023), realizada en una universidad de Indonesia, con 95 profesores en formación como participantes, estos fueron divididos en tres clases tras un muestreo aleatorio según el enfoque cuasiexperimental declarado en la publicación. En este estudio, se utilizó la estrategia del aprendizaje de preguntas y respuestas de lectura (RQA) para enseñar a formular preguntas luego de una lectura de un texto científico. Los futuros profesores redactan preguntas a partir de los temas asignados en las lecturas, cuyo propósito es promover la curiosidad y también, el pensamiento crítico y la metacognición de los

estudiantes, además de que comprendan el discurso científico. El procedimiento consiste en que el formador de profesores se dirige a los futuros profesores para pedirles que formulen preguntas después de la lectura, para que luego, durante la etapa de investigación, puedan responderlas como parte del Aprendizaje Basado en Problemas con el uso de la estrategia de RQA. En concreto, en la etapa de formulación de preguntas, los estudiantes plantean una serie de cuestiones que van más allá de la mera información y les invitan a pensar de manera más abstracta.

Así también, Cruz-Guzmán, García-Carmona y Criado (2020) llevaron a cabo su estudio con enfoque cualitativo — sin ofrecer más detalles del diseño de la investigación — durante un curso optativo del último semestre de la licenciatura de Educación Primaria en una universidad española, en el que participaron 67 futuros profesores agrupados en dúos o tríos durante el desarrollo de la intervención. En esta investigación, se implementa una intervención con futuros profesores de primaria con mención en ciencias, que tenían que plantear preguntas investigables al momento de diseñar una actividad experimental con distintos contenidos científicos escolares. En la primera fase de esta intervención se abordaron los aspectos teóricos mencionados en la literatura sobre preguntas de indagación y se les mostraron ejemplos. En la segunda fase, se trabajó en actividades que promovieran la formulación de preguntas de indagación, teniendo en cuenta los criterios discutidos en las sesiones anteriores sobre los requisitos para formular preguntas de indagación científica de alto nivel, es decir, preguntas que sean comprensibles, que relacionen variables y que puedan experimentarse en la educación primaria. En la tercera fase, las preguntas eran devueltas a sus autores para que pudieran reformularlas o dejarlas como estaban. Finalmente, el proceso concluye con una reflexión intergrupal basada en el diálogo y el intercambio de opiniones, con el fin de sintetizar y ejemplificar los errores más comunes que habían cometido los futuros profesores de primaria al formular preguntas. Al igual que en el estudio de los mismos autores del año 2017, se incorpora una instancia de trabajo metacognitivo y de evaluaciones entre pares para promover la mejora de las preguntas formuladas durante las sesiones destinadas a este propósito.

En este apartado, no se incluyeron los otros artículos escogidos para esta revisión (**tabla 2**), ya que no aportaban antecedentes sobre los tipos de enfoques o intervenciones para la enseñanza y el aprendizaje de la formulación de preguntas en futuros profesores de ciencias.

Conclusiones

Respecto a nuestra primera pregunta de investigación, en la que queremos describir qué se sabe teórica y empíricamente sobre la formulación de preguntas en la Formación Inicial del profesorado de ciencias, podemos concluir en primer lugar, que existen brechas de conocimiento a nivel internacional, más marcadas en Latinoamérica, en cuanto a publicaciones que se refieran a la formulación de preguntas en los futuros profesores de ciencias. Lo anterior, en cierta medida, limita nuestros resultados, ya que el número de publicaciones analizadas es muy reducido para describir tendencias teóricas o empíricas en este ámbito de investigación. Por cierto, y de acuerdo con la investigación realizada con estudiantes de primaria y secundaria, así como con profesores en servicio, los antecedentes que sugieren la importancia de que tanto estudiantes como profesores, puedan formular

mejores preguntas son enormes, pues esto influye en mejores aprendizajes científicos escolares y, por tanto, nos invitan a seguir investigando en la formación inicial docente, ya que es ahí donde encontramos esta brecha de conocimiento debido a la escasez de literatura disponible.

Sin embargo, dentro de nuestro análisis podemos mencionar que la evidencia empírica recabada en esta revisión de la literatura señala que, en general, el profesorado en formación tiende a formular preguntas cerradas, que posee dificultades para incorporar variables en las preguntas investigables, que el contenido de estas preguntas no es concluyente, pues en algunas investigaciones hay más tendencia a modelos biológicos y en otras a modelos físicos y/o de otras ciencias, y que los fenómenos científicos se cuestionan desde una perspectiva cotidiana. Asimismo, las investigaciones plantean que las dificultades que poseen los futuros profesores para formular preguntas e incorporarlas en la planificación de sus clases, persisten aún después de las intervenciones realizadas, aunque esto sería más marcado en las intervenciones no intencionadas específicamente para este fin, sino que consideran en su intervención el desarrollo de un conjunto de habilidades de indagación o prácticas científicas según el estudio descrito en este artículo.

A pesar de lo anterior, y respecto a nuestra segunda pregunta de investigación referida a los tipos de intervenciones o enfoques descritos en la literatura para el aprendizaje sobre formulación de preguntas en los futuros profesores de ciencias, esta revisión también muestra que el profesorado que cuenta con acompañamiento o puede participar en instancias de formación específica para el desarrollo de habilidades lingüísticas, de pensamiento científico, de indagación científica escolar y otros enfoques didácticos, puede mejorar sus preguntas y ampliar su repertorio, generar interacciones de calidad en sus clases, promover diálogos productivos con sus estudiantes y por ende, posibilitar que estos no sólo aprendan contenido científico, sino que también lo problematicen y desarrollen habilidades de pensamiento de orden superior.

Otro elemento importante por destacar sobre el tipo de intervenciones o enfoques específicos para desarrollar competencias docentes en la formación inicial con el fin de mejorar la elaboración de preguntas por parte del profesorado son los talleres de reflexión docente, investigación científica auténtica, indagación basada en argumentos y pequeñas investigaciones científicas en la formación inicial. Estos aportes son importantes si queremos seguir profundizando en la comprensión de un modelo de enseñanza y aprendizaje sobre esta temática durante la formación de los futuros profesores de ciencias e incorporarlos a los planes de estudios respectivos, cuestión que aún tenemos pendiente.

Finalmente, a la luz de nuestros resultados, creemos que es fundamental seguir profundizando en la comprensión de los procesos formativos destinados a que los futuros profesores de ciencias puedan aprender y mejorar la calidad de las preguntas formuladas, lo que incluye investigar qué se debe enseñar, cómo se debe enseñar y qué competencias deben poseer los formadores de profesores a la hora de implementar intervenciones para este propósito. Asimismo, es importante comprender qué dinámicas promueven el desarrollo de la competencia de formular preguntas en los futuros profesores de ciencias y cómo ocurre el proceso de construir preguntas en el discurso escrito e incorporarlas en el diseño e implementación de secuencias didácticas en su práctica docente, tanto en el discurso escrito como oral.

Referencias

- BICAK, B. E.; BORCHERT, C. E.; HÖNER, K. Measuring and fostering preservice chemistry teachers' scientific reasoning competency. *Education Sciences*, Basel, Switzerland, v. 11, n. 9, p. 496, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci11090496>.
- BISMACK, A.; DAVIS, E.; PALINCSAR, A. Science practice-readiness: Novice elementary teachers' developing knowledge of science practices. *Science Education*, Hoboken, US, v. 106, n. 2, p. 364-384, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1002/sce.21698>.
- BLOSSER, P. E. *How to ask the right questions*. Arlington: National Science Teachers Association, 2000.
- CHIN, C. Teacher questioning in science classrooms: Approaches that stimulate productive thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, Hoboken, US, v. 44, n. 6, p. 815-843, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1002/tea.20171>.
- CHIN, C.; BROWN, D. Student-generated questions: a meaningful aspect of learning in science. *International Journal of Science Education*, Oxon, UK, v. 24, n. 5, p. 521-549, 2002. Short DOI: <https://doi.org/fwbjhz>.
- CHIN, C.; CHIA, L. Problem-based learning: Using students' questions to drive knowledge construction. *Science Education*, Hoboken, US, v. 88, n. 5, p. 707-727, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1002/sce.10144>.
- CRUZ-GUZMÁN, M.; GARCÍA-CARMONA, A.; CRIADO, A. An analysis of the questions proposed by elementary pre-service teachers when designing experimental activities as inquiry. *International Journal of Science Education*, Oxon, UK, v. 39, n. 13, p. 1755-1774, 2017. DOI: <https://doi.org/n7nw>.
- CRUZ-GUZMAN, M.; GARCÍA-CARMONA, A.; CRIADO, A. Proposing questions for scientific inquiry and the selection of science content in initial elementary education teacher training. *Research in Science Education*, Dordrecht, Netherlands, v. 50, p. 1689-1711, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9749-0>.
- EDELSZTEIN, V.; GALAGOVSKY, L. Identificar y responder preguntas resolubles mediante un diseño experimental: una experiencia con docentes de escuela primaria. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 27, e21037, 2021. Short DOI: <https://doi.org/n7nx>.
- ELIASSON, N.; KARLSSON, K.; SORENSEN, H. The role of questions in the science classroom: how girls and boys respond to teachers' questions. *International Journal of Science Education*, Oxon, UK, v. 39, n. 4, p. 433-452, 2017. DOI: <https://doi.org/f94c4k>.
- FRENCH, D.; BURROWS, A. Evidence of science and engineering practices in preservice secondary science teachers' instructional planning. *Journal of Science Education and Technology*, Oxon, UK, v. 27, n. 6, p. 536-549, 2018. Short DOI: <https://doi.org/gfj66v>.
- GRANADOS, J.; COLLAZO, L. La comprensión y distinción de enfoques interdisciplinarios a partir de la formulación de preguntas en educación ambiental para la sostenibilidad. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, n. ext., p. 3125-3130, 2017.
- HASLEKAS, C.; KITTELSEN, S. Teacher students' experiences with an inquiry-based learning sequence made for primary school science education. *Acta Didactica Norden*, Oslo, v. 16, n. 3, 2022. DOI: <https://doi.org/10.5617/adno.8569>.
- IZQUIERDO, M.; ESPINET, M.; GARCÍA, M.; PUJOL, R.; SANMARTÍ, N. Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, ed. ext., p. 79-91, 1999.

JARA CAMPOS, R. A. *Modelos didácticos de profesores de química en formación inicial: un modelo de intervención para la enseñanza del enlace químico y la promoción de competencias de pensamiento científico a través de narrativas*. 2012. Tesis (Doctorado en Ciencias de la Educación) – Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile, 2012.

JOGLAR, C. L. Elaboración de preguntas científicas escolares en clases de biología: aportes a la discusión sobre las competencias de pensamiento científico desde un estudio de caso. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 33, n. 3, p. 205-206, 2015. Short DOI: <https://doi.org/n7n3>.

KHAN, S.; KRELL, M. Scientific reasoning competencies: A case of preservice teacher education. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, Heidelberg, v. 19, n. 4, p. 446-464, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42330-019-00063-9>.

LEASA, M.; ABEDNEGO, A.; RAFAFY, J. Problem-based learning (PBL) with reading questioning and answering (RQA) of preservice elementary school teachers. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, Port Louis, Mauritius, v. 22, n. 6, p. 245-261, 2023. DOI: <https://doi.org/10.26803/ijlter.22.6.14>.

MÁRQUEZ, C; ROCA, M. Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencias. *Revista Educación y Pedagogía*, Colombia, v. 18, n. 45, p. 61-71, 2006.

OSBORNE, J.; DILLON, J. *Science education in Europe: Critical reflections, a report to the Nuffield Foundation*. London: Nuffield Foundation, 2008. Recuperado el 29 nov. 2024 de: <https://tinyurl.com/y35r2uf2>.

RAMOS, W.; DOMÍNGUEZ, M.; STIPCICH, S. Habilidades lingüísticas identificadas en los discursos argumentativos de estudiantes que ser forman para ser profesores de Física. *Avances en la Enseñanza de la Física*, Montevideo, Uruguay, v. 2, n. 1, p. 9-21, 2020. DOI: <https://doi.org/10.36411/aef.2.1.15>.

ROCA, M. Las preguntas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Educar*, Guadalajara, Mexico, v. 33, n. 2, p. 73-80, 2005.

ROCA, M.; MÁRQUEZ, C.; SANMARTÍ, N. Las preguntas de los alumnos: una propuesta de análisis. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 31, n. 1, p. 95-114, 2013. Recuperado el 29 nov. 2024 de: <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/285706>.

ROJAS, S.; JOGLAR, C. Small research and asking questions. a study case in initial teacher training in elementary education. In: INTERNATIONAL TECHNOLOGY, EDUCATION AND DEVELOPMENT CONFERENCE, 13., 2019, Valencia, Espanha. *Proceedings* [...]. Valencia: Iated Digital Library, 2019. v. 1, p. 8884-8889. DOI: <https://doi.org/10.21125/inted.2019.2214>.

ROJAS, A.; JOGLAR, C.; JARA, R. Promoviendo la formulación de buenas preguntas en la clase de biología en secundaria: una propuesta didáctica a partir de situaciones problema. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 26, p. 1-17, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320200034>.

SEUNG, E.; PARK, S.; KITE, V.; CHOI, A. Elementary preservice teachers' understandings and task values of the science practices advocated in the NGSS in the US. *Education Sciences*, Basel, Switzerland, v. 13, n. 4, p. 371, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci13040371>.

ZOHAR, A. El pensamiento de orden superior en las clases de ciencias: objetivos, medios y resultados de investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 24, n. 2, p. 157-172, 2006. Recuperado el 29 nov. 2024 de: <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/75823>.