



Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de
las Ciencias
ISSN: 1697-011X
revista.eureka@uca.es
Universidad de Cádiz
España

Conocimiento didáctico del contenido sobre naturaleza de la ciencia y pensamiento crítico en la formación inicial de profesorado de Primaria

Cobo-Huesa, Cristina; Abril, Ana M.; Ariza, Marta R.

Conocimiento didáctico del contenido sobre naturaleza de la ciencia y pensamiento crítico en la formación inicial de profesorado de Primaria

Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, vol. 19, núm. 3, 2022

Universidad de Cádiz, España

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92070576005>

DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i3.3602

Conocimiento didáctico del contenido sobre naturaleza de la ciencia y pensamiento crítico en la formación inicial de profesorado de Primaria

Pedagogical content knowledge for teaching of nature of science and critical thinking in initial primary teacher education

Cristina Cobo-Huesa

Departamento de Didáctica de las Ciencias, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad de Jaén. Campus Las Lagunillas, Jaén, España
cchuesa@ujaen.es

 <https://orcid.org/0000-0002-8850-7636>

DOI: <https://doi.org/10.25267/>

Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i3.3602

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92070576005>

Ana M. Abril

Departamento de Didáctica de las Ciencias, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad de Jaén. Campus Las Lagunillas, Jaén, España
amabril@ujaen.es

 <https://orcid.org/0000-0002-9160-711X>

Marta R. Ariza

Departamento de Didáctica de las Ciencias, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad de Jaén. Campus Las Lagunillas, Jaén, España
mromero@ujaen.es

 <https://orcid.org/0000-0002-2930-4089>

Recepción: 28 Diciembre 2021

Revisado: 09 Marzo 2022

Aprobación: 29 Marzo 2022

RESUMEN:

Preparar a los futuros docentes para la alfabetización científica de la sociedad requiere trabajar, desde sus etapas más iniciales de formación, sus capacidades para enseñar sobre la naturaleza de la ciencia (NdC) y el pensamiento crítico (PC). En este trabajo, se analiza el conocimiento didáctico del contenido (CdC) sobre estos dos constructos en una muestra de estudiantes del Grado en Educación Primaria, tras recibir formación al respecto. Los datos se recogieron a través de la Representación del Contenido, y para su análisis, se diseñó una rúbrica que permitió caracterizar algunos aspectos del CdC. Los resultados muestran que la intervención contribuyó a desarrollar los conocimientos requeridos para implementar la NdC y el PC en el aula, en mayor medida para este último, así como a reconocer la importancia de abordar la planificación de la NdC y del PC en ciencias y a afrontar dicha planificación con seguridad. Tras la presentación detallada de los resultados, se discuten las aportaciones más relevantes y se señalan retos y recomendaciones para la formación docente en este ámbito.

PALABRAS CLAVE: Conocimiento didáctico del contenido, Creencias docentes, Formación docente, Naturaleza de la ciencia, Pensamiento crítico.

ABSTRACT:

Preparing future teachers to contribute to the scientific literacy of society requires working their capacities to teach the nature of science (NOS) and critical thinking (CT) from the earliest stages of training. This work presents the pedagogical content knowledge (PCK) for the teaching of these elements developed in a sample of pre-service primary teachers, after participating in an intervention. Data were collected through the Content Representation, and a rubric was designed to characterise some aspects of the PCK. Results show that the intervention contributed to acquire the knowledge required for integrating NOS and CT in

the classroom, especially for the latter one, recognise the importance to plan the NOS and CT in science and feel confident when planning teaching in this respect. The key results are discussed identifying challenges and drawing some recommendations for teacher professional development.

KEYWORDS: Pedagogical content knowledge, Teacher believes, Teacher training, Nature of science, Critical thinking.

INTRODUCCIÓN

La educación científica tiene por reto enseñar las características del conocimiento científico y de los procesos que conducen a su construcción, validación y difusión, aspectos englobados bajo el término de naturaleza de la ciencia (NdC) (Manassero-Mas y Vázquez-Alonso, 2019), siguiendo un enfoque competencial que promueva el pensamiento crítico (PC) (OCDE, 2019). No obstante, la literatura especializada muestra que el profesorado, tanto en formación inicial como en ejercicio, cuenta con un conocimiento escaso sobre la NdC, el PC y su enseñanza (Aliakbari y Sadeghdaghighi, 2013; Cofré *et al.*, 2019; García-Carmona *et al.*, 2011; García-Carmona y Acevedo-Díaz, 2016; Guisasola y Morentin, 2007; Serrallé-Marzoa *et al.*, 2021; Supprakob *et al.*, 2016; Zohar y Schwartz, 2005). Por ello, se hace necesario no solo mejorar la comprensión de estos contenidos, sino preparar también adecuadamente a los docentes para que sepan integrarlos en el aula de ciencias, a través de planificaciones y diseños didácticos bien fundamentados. Hacer frente a este importante reto, supone abordarlo desde las primeras etapas de formación profesional docente para garantizar la comprensión de la NdC y el desarrollo del PC en las aulas de ciencias.

A pesar de la existencia de trabajos que analizan el conocimiento didáctico del contenido (CdC) de docentes o futuros docentes sobre un contenido científico determinado (Hume y Berry, 2011; Loughran *et al.*, 2004; Nilsson y Loughran, 2012), la investigación en torno a la NdC y el PC es más reducida. Por ello, en este trabajo, se presenta el análisis del CdC sobre la NdC y al PC de una muestra de estudiantes del Grado en Educación Primaria, tras participar en una intervención didáctica que tenía como objetivo guiar la formación docente hacia la enseñanza de la NdC y del PC en ciencias.

CONSENSOS Y ÚLTIMAS TENDENCIAS SOBRE EL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO

Shulman (1987) introdujo el concepto de CdC como el conocimiento resultante de combinar la materia y la didáctica para organizar la enseñanza de un determinado contenido en torno a los conocimientos, habilidades e intereses del alumnado para facilitar su aprendizaje. Desde entonces, varios trabajos han mostrado los esfuerzos por definir el CdC (Acevedo, 2009a; Neumann *et al.*, 2018; Park y Oliver, 2008), destacando en la enseñanza de las ciencias la propuesta de Magnusson *et al.* (1999), que diferencia cinco componentes dentro del CdC, en forma de conocimientos y creencias sobre: (i) las orientaciones y propósitos de la enseñanza, (ii) el currículo, (iii) la evaluación, (iv) la comprensión de los contenidos por el alumnado y (v) las estrategias de enseñanza. Dominar y relacionar estos conocimientos conllevaría el éxito en la enseñanza de los contenidos (Demirdöğen *et al.*, 2016). De modo que, en busca de un modelo que aunara las investigaciones sobre el CdC hasta la fecha, en 2012, se celebró una cumbre (Gess-Newsome, 2015) de la que surgió el modelo profesional de conocimientos y habilidades docentes, también conocido como modelo de consenso del CdC (Figura 1).

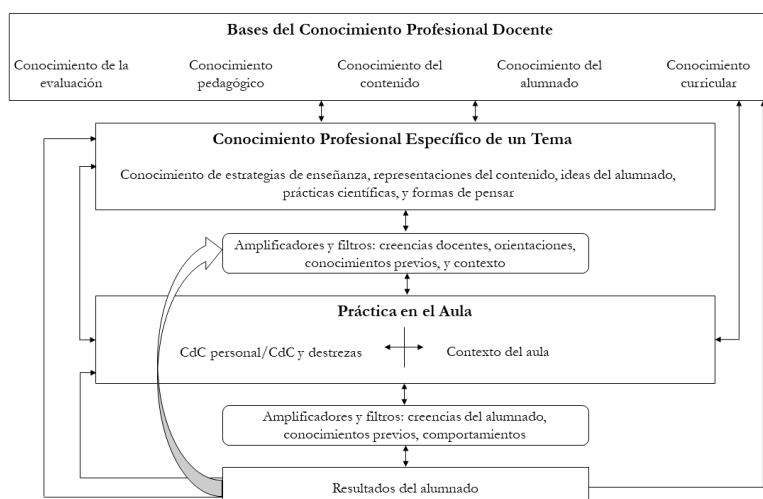


FIGURA 1

Modelo de consenso del CdC. Elaboración propia, traducido de Gess-Newsome (2015).

Este modelo diferencia tres niveles de conocimiento docente. En el superior, se encuentran las bases del conocimiento profesional, que integra conocimientos generales del proceso de enseñanza y aprendizaje. Este interacciona de manera recíproca con el conocimiento profesional específico del tema (CPET), equivalente a la definición de Shulman (1987) del CdC y, por tanto, resultado de aplicar las teorías pedagógicas generales de manera específica a la enseñanza de determinadas temáticas. Este conocimiento se procesa a través de amplificadores y filtros relacionados con las creencias y orientaciones docentes en un contexto particular, dando lugar al CdC que cada docente usa en el aula para enseñar a su alumnado. En este último se diferencia el conocimiento, razonamiento y planificación (CdC personal) y el acto de enseñar (CdC y destrezas). Finalmente, esta particular práctica en el aula se traduce en los resultados de aprendizaje de cada estudiante, en base a sus creencias, conocimientos y comportamientos. Así, el modelo de consenso combina dos perspectivas sobre el CdC: la transformadora, que lo concibe como un conocimiento nuevo (CPET), más probable de desarrollarse en la educación formal; y la integradora, que lo concibe como un conocimiento que incorpora las particularidades contextuales educativas de cada docente (CdC personal/CdC y destrezas), más probable de desarrollarse en la práctica (Neumann *et al.*, 2018; Park y Oliver, 2008).

Profundizando en su definición, una segunda cumbre celebrada en 2017 dio lugar al modelo de consenso refinado del CdC (Carlson y Daehler, 2019). Sin ser un reemplazo del anterior, en líneas generales, permitió identificar tres ámbitos en el CdC: el conocimiento profesional especializado que poseen múltiples docentes en un campo (CdC colectivo), el conocimiento profesional que posee cada docente en particular (CdC personal), y el subconjunto único de conocimientos que guían la planificación, enseñanza y reflexión de una materia en la práctica (CdC en acción) (Carlson y Daehler, 2019). Se trata de tres ámbitos con múltiples interacciones que reflejan cómo el CdC se desarrolla en el docente de forma dinámica a través de sus relaciones profesionales y las experiencias en el aula.

Podemos concluir que el CdC representa el conocimiento necesario para planificar y enseñar adecuadamente los contenidos de la materia, y que integra diversos elementos personales, profesionales y contextuales. Además, puede empezar a desarrollarse desde las primeras etapas de formación docente, mediante la planificación reflexiva del proceso de enseñanza y aprendizaje de contenidos concretos (CPET), y, posteriormente, enriquecerse en la práctica en el aula y la participación en programas de formación continua.

Una vez definido el CdC, nos interesa la forma en la que este se puede explicitar. El CdC se hace evidente cuando se recoge por escrito el conocimiento y las reflexiones sobre la acción docente. Un instrumento que

permite visualizarlo es el propuesto por Loughran *et al.* (2004), denominado Representación del Contenido (ReCo), que dirige la planificación de la enseñanza de determinadas ideas científicas en torno a preguntas reflexivas que atienden a aspectos clave del proceso de enseñanza y aprendizaje. En este sentido, Hume y Berry (2011) defendieron su uso para reflejar los componentes del CdC según Magnusson *et al.* (1999). Originariamente, la ReCo se desarrolló para hacer explícito el CdC de docentes experimentados. Sin embargo, posteriores contribuciones han mostrado su utilidad para guiar la construcción del CdC en sus etapas iniciales de formación (Hume y Berry, 2011; Nilsson y Loughran, 2012). Por otra parte, y dada la reconocida influencia de las creencias docentes en el CdC, Nilsson y Loughran (2012) refinaron la ReCo de Loughran *et al.* (2004) para evaluar las creencias sobre la importancia otorgada al proceso de la planificación didáctica y la seguridad en abordarlo eficazmente, esta última en alusión a las percepciones de autoeficacia. Así pues, la ReCo se presenta como un instrumento potente para visibilizar elementos cognitivos y afectivos del CdC en la formación inicial del profesorado.

CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO PARA LA ENSEÑANZA DE LA NdC Y DEL PC

Asumir que la NdC y el PC son contenidos que deben planificarse y enseñarse explícitamente supone reconocer que el profesorado necesita un CdC específico para su enseñanza (Acevedo, 2009a,b; Cañal *et al.*, 2016; Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2018) y, por tanto, atender a los distintos elementos que lo integran para promover su adecuado desarrollo (Figura 1).

En relación a la NdC, encontramos trabajos que recurren al modelo del CdC de Magnusson *et al.* (1999) para desarrollar intervenciones enfocadas a promover sus conocimientos integrantes y evaluar lecciones de aula (Demirdöğen *et al.*, 2016; Supprakob *et al.*, 2016). En cuanto a instrumentos de explicitación, la ReCo, en principio diseñada para el CdC sobre contenido disciplinar, ha sido empleada como guía para elaborar instrumentos similares con los que visibilizar el CdC sobre la NdC (Mesci, 2020). Los resultados presentados en estos trabajos sugieren la eficacia de estos marcos teóricos para describir y desarrollar los conocimientos implicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la NdC en materias científicas.

En cambio, existen mayores discrepancias para abordar la enseñanza del PC en la formación de docentes. En concreto, existen dos posiciones contrapuestas sobre si el desarrollo del PC está ligado a un determinado contexto o no. Así, Zohar y Schwartz (2005) defienden que la enseñanza de los procesos (meta)cognitivos no estaría ligada a una temática concreta, mientras que Bailin (2002) o Halpern (2014) defienden que el PC responde a situaciones concretas que requieren el uso de habilidades cognitivas efectivas. Siguiendo esta última postura, existen autores que defienden que el ejercicio del PC se ve condicionado por el contexto (Jiménez-Aleixandre y Puig, 2012) y por el conocimiento específico sobre el tema (Romero-Ariza, Quesada-Armenteros *et al.*, 2021), lo que sugiere abordar su enseñanza desde escenarios de aprendizaje concretos. Lo referido en estas últimas aportaciones, se refleja en el modelo del CdC sobre el PC de Kadir (2017), que indica que este surge de las interacciones entre diversos conocimientos, como el necesario para promover el PC en la materia a impartir. Así pues, promover habilidades para enseñar el PC en base al CdC y, por tanto, considerando el PC como un contenido más a desarrollar en el contexto de la materia en cuestión (en este caso, de ciencias), ayudaría a dirigir las actuaciones educativas durante la formación profesional docente.

Dadas las razones expuestas, en el presente trabajo se ha adoptado la propuesta de Magnusson *et al.* (1999) y la ReCo para construir y explicitar el CdC sobre la NdC y el PC. La conceptualización del CdC según estos autores vendría a representar los conocimientos requeridos para planificar y desarrollar el proceso de enseñanza y aprendizaje, en relación con unos determinados contenidos. En el caso particular de nuestro estudio, centrado en la formación inicial de docentes de Educación Primaria, esta conceptualización se empleó para comenzar a construir el CdC a través de la reflexión sobre la planificación didáctica de contenidos sobre la NdC y el PC en ciencias, en alusión al CPET del modelo de consenso del CdC (Figura 1). Además, en línea con las últimas aportaciones sobre el concepto de CdC, en su construcción también

se consideró el conocimiento sobre los contenidos a impartir (en este caso, sobre la NdC y el PC) y las creencias docentes (Gess-Newsome, 2015), así como la reflexión compartida y personal sobre la planificación del proceso de enseñanza y aprendizaje (Carlson y Daehler, 2019). En la Figura 2, se presenta el modelo teórico del CdC sobre NdC y PC seguido en este trabajo para guiar la formación inicial de docentes para la enseñanza de la NdC y del PC.

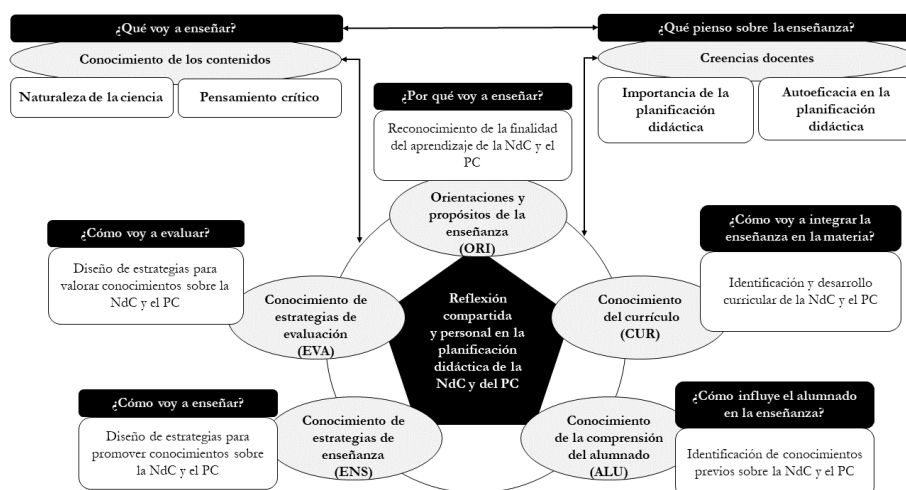


FIGURA 2
Modelo teórico del CdC sobre la NdC y el PC elaborado para
guiar el desarrollo profesional de docentes en formación inicial.

Elaboración propia

Este modelo representa distintos elementos interrelacionados del CdC, enmarcados en preguntas reflexivas que atienden a los elementos evaluables de la planificación didáctica, según la ReCo de Nilsson y Loughran (2012). Por un lado, considera el conocimiento sobre los contenidos y las creencias docentes como elementos que influyen en la planificación de la enseñanza de la NdC y del PC. Siguiendo las actuales demandas educativas, aboga por ofrecer una visión amplia de la ciencia y, por tanto, de su dimensión epistemológica (naturaleza empírica, tentativa...) y sociológica (características de los profesionales de la ciencia, influencia del contexto socio-histórico...) (Acevedo-Díaz y García-Carmona, 2016; Cañal *et al.*, 2016; Manassero-Mas y Vázquez-Alonso, 2019), así como una batería sintética de destrezas críticas, con reconocible aplicación en variados contextos, relacionadas con procesos científicos implicados en el planteamiento y la evaluación de estrategias, la conclusión en base a pruebas (indagar, modelizar, argumentar) y la toma de decisiones (Halpern, 2014; Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2018). Por otro lado, integra creencias relativas a la importancia y autoeficacia, respecto a la enseñanza de la NdC y del PC en ciencias, consideradas como esenciales para su buen abordaje (Aliakbaria y Sadeghdaghighi, 2013; Demirdöğen *et al.*, 2016).

En cuanto a la planificación didáctica, el modelo presenta cinco conocimientos requeridos para su desarrollo (Magnusson *et al.*, 1999) a modo de preguntas y acciones, estas últimas, comunes para la NdC y el PC. Estas similitudes en las acciones emanan de la propia naturaleza de ambos constructos, que evidencia su íntima relación: la NdC alude al conocimiento sobre cómo la ciencia desarrolla y justifica su conocimiento, procesos en los que entran en juego destrezas del pensamiento científico y, en consecuencia, el PC (Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2018). Por ello, proponemos que esta sinergia puede ser empleada para facilitar al futuro profesorado la integración conjunta de la NdC y del PC en contextos científicos, mostrando que su enseñanza comparte objetivos curriculares dirigidos a la alfabetización científica y, por tanto, requiere conocer estrategias didácticas comunes, basadas en la indagación y discusión en escenarios auténticos,

explícitos y reflexivos (Acevedo, 2009b; Acevedo-Díaz y García-Carmona, 2016; Bailin, 2002; Cofré *et al.*, 2019; Halpern, 2014).

En consecuencia, con el fin de arrojar luz sobre cómo enfocar la formación inicial de docentes para enseñar la NdC y el PC, en este trabajo se presenta la caracterización del CdC sobre ambos constructos, a partir de las ReCo construidas por estudiantes del Grado en Educación Primaria, tras desarrollar una intervención diseñada bajo el modelo teórico del CdC sobre la NdC y el PC presentado en la Figura 2. La pregunta que guio la investigación fue: ¿Qué CdC sobre la NdC y el PC presenta una muestra de docentes en formación inicial tras participar en una intervención diseñada para mejorarlo?

METODOLOGÍA

Muestra y contexto del estudio

Para promover el CdC sobre la NdC y el PC en docentes en formación inicial, se utilizó una intervención que fue construida siguiendo la investigación basada en el diseño, en la que se desarrollaron dos ciclos iterativos de desarrollo y pilotaje para su refinamiento (Cobo-Huesa *et al.*, 2021). En el presente trabajo, se muestran los resultados del CdC en el último ciclo de implementación, obtenidos en una muestra de 56 estudiantes de tercer curso del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Jaén (32 mujeres y 24 hombres) siendo la media de edad de 22 años. De acuerdo a su formación preuniversitaria, el 71,43% no cursó el Bachillerato de formación científica y ninguno recibió una enseñanza explícita previa universitaria sobre NdC, PC o CdC. La intervención fue implementada entre los meses de febrero y abril de 2019 por las autoras de este trabajo, en las sesiones prácticas de la asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I.

Intervención didáctica

El desarrollo y diseño de la intervención se encuentran detallados en Cobo-Huesa *et al.* (2021). A grandes rasgos, se destaca que presentaba dos partes, dirigidas a trabajar diferentes aspectos del CdC sobre la NdC y el PC.

La primera parte (12 horas) se enfocó a mejorar los conocimientos sobre la NdC y destrezas del PC, a través de secuencias de enseñanza y aprendizaje (SEAs) basadas en la indagación en contextos auténticos históricos y cotidianos, siguiendo un enfoque explícito y reflexivo.

En la segunda parte (8 horas), se incidió en la planificación de la enseñanza de la NdC y del PC. Para ello, se promovió la reflexión sobre los conocimientos requeridos para tal acción docente, guiada por las cuestiones de la ReCo, primero de manera grupal, en relación a un conjunto de SEAs que ejemplificaban la integración de la NdC y del PC en las Ciencias de la Naturaleza y, después, individualmente, en torno a SEAs diseñadas por cada estudiante. Para el diseño de dicha SEA, debían seleccionar, al menos, un contenido científico del currículo vigente de Educación Primaria, una idea sobre la NdC y una destreza del PC (estas dos últimas de las presentes en la Tabla 1 del anexo, elaborada según Cañal *et al.* (2016) y Halpern (2014)). Así pues, la primera tarea grupal perseguía familiarizar al futuro profesorado con el reconocimiento curricular de la NdC y del PC en ciencias y con el diseño de propuestas educativas para su enseñanza y aprendizaje, a fin de contribuir positivamente en sus creencias de importancia y autoeficacia; la segunda tarea, pretendía enfrentarles a sus propias capacidades docentes, tras trabajar cooperativamente con sus iguales, en línea con la naturaleza colectiva y personal del CdC (Carlson y Daehler, 2019).

Instrumento de recogida de datos

La información sobre el CdC se obtuvo de la ReCo desarrollada por cada estudiante en la última tarea y que, por tanto, mostraba la reflexión de la planificación didáctica subyacente al diseño de su SEA. Esta ReCo fue adaptada de la propuesta por Nilsson y Loughran (2012) para solicitar la reflexión explícita sobre la enseñanza de ideas sobre la NdC y de destrezas del PC (Tabla 2 del anexo).

Instrumento de evaluación y proceso de análisis

La ReCo de cada estudiante fue analizada con tres finalidades: i) conocer las ideas sobre la NdC y las destrezas del PC seleccionadas para el diseño de las SEAs; ii) valorar los conocimientos para planificar la enseñanza de la NdC y del PC en contextos científicos; iii) valorar las creencias sobre la importancia otorgada y la seguridad experimentada en relación a dicha planificación.

En primer lugar, se identificaron las ideas y destrezas seleccionadas por cada estudiante para completar su ReCo; los resultados se presentan mediante un análisis de frecuencias. En segundo lugar, para el análisis de las preguntas que vertebran la ReCo, se diseñó una rúbrica (Tabla 3 del anexo), con cuatro niveles de logro (deficiente, pobre, bueno, excelente), a los que se asoció una puntuación en la escala de 1 (deficiente) a 4 (excelente). Posteriormente, se definieron sus correspondientes indicadores, en consonancia con la muestra a la que iba dirigida, caracterizada por una escasa o nula experiencia docente y que, nunca antes, había reflexionado sobre la NdC ni el PC. A modo de ejemplo, la Tabla 1 muestra los resultados de aplicar la rúbrica en algunas respuestas a la pregunta 2 de la ReCo.

TABLA 1
Ejemplificación de la aplicación de la rúbrica. Entre paréntesis se indica la categorización de las ideas sobre la NdC y de las destrezas del PC (Tabla 1 del anexo).

	Excelente (4)	Bueno (3)	Pobre (2)	Deficiente (1)
2. ¿Por qué es importante para el alumnado aprender estos contenidos? (Idea sobre la NdC)	«Para comprender cómo se tratan los problemas en ciencias, cuál es el trabajo de un científico y crear un entusiasmo por la investigación, porque, quién sabe, quizás haya algún futuro científico en el aula.» (Finalidad de la ciencia)	«Para que los alumnos, aparte de saber, por ejemplo, características de los seres vivos, sepan también cómo los científicos obtienen esa información y los procesos que se han llevado a cabo.» (Procesos científicos)	«Porque conllevará un progreso en la integración de diferentes conceptos relacionados con otros ámbitos de la etapa educativa.» (Relaciones CTS)	«Que los estudiantes creen esquemas de clasificación es fundamental para una buena estructuración de los contenidos y facilitar el aprendizaje y la estructura a la hora de expresarlos.» (Procesos científicos)
2. ¿Por qué es importante para el alumnado aprender estos contenidos? (Destreza del PC)	«Conviene que, desde los primeros años, el alumnado aprenda a justificar sus ideas o creencias. Así, se fomenta una actitud crítica y de razonamiento.» (Argumentación)	«Será más fácil para el alumnado comprender procesos complicados o abstractos.» (Modelización)	«Para tener un aprendizaje ordenado.» (Categorización)	«Deben saber relacionar peculiaridades similares para establecer una categoría concreta.» (Categorización)

Así pues, al nivel de logro *deficiente* se le asoció un indicador de respuesta errónea o ausente. Particularmente, en relación a la NdC, se incluyeron respuestas que reflejaban la confusión entre enseñar las

características del conocimiento y los procesos científicos (NdC) y enseñar a dominar los propios procesos científicos (indagar, modelizar, argumentar...). Atendiendo al ejemplo de la Tabla 1, esta confusión se estableció entre promover la comprensión de la fundamentación epistémica del proceso de categorización (p.ej. reconocer el papel de los esquemas de clasificación de la ciencia para entender la complejidad del mundo natural) y la elaboración de esquemas de clasificación. Por otra parte, en el nivel de logro *pobre*, para ambos contenidos, se valoraron los intentos de respuesta que ofrecían una descripción vaga, e incluían estrategias basadas en la metodología transmisiva tradicional y sin una evaluación concreta. En los niveles *bueno* y *excelente*, se englobaron respuestas que indicaban claramente algún aspecto clave o varios de ellos, respectivamente, en relación a la enseñanza de la NdC y del PC (p.ej. sobre su contribución a la alfabetización científica), adoptaban estrategias de enseñanza basadas en la argumentación, la modelización o la indagación en contextos auténticos, históricos y/o sobre controversias socio-científicas, y especificaban los instrumentos y contenidos de la evaluación.

Los indicadores de la rúbrica fueron seleccionados por las tres autoras de este estudio, según el desarrollo de la intervención. Una vez diseñada, la rúbrica fue aplicada y refinada en tres rondas de análisis, lo que aseguró una evaluación consensuada. Asimismo, para corresponder la evaluación de la ReCo con los conocimientos requeridos para la planificación didáctica de la NdC y del PC, se relacionaron las preguntas de la ReCo con los componentes del CdC propuestos por Magnusson *et al.* (1999) (Tabla 2).

TABLA 2
Relación entre las preguntas de la ReCo y los componentes del CdC según Magnusson *et al.* (1999).

Componente del CdC (código)	Preguntas de la ReCo
Orientaciones y propósitos de la enseñanza (ORI)	1. ¿Qué pretendes que aprenda el alumnado sobre estos contenidos? 2. ¿Por qué es importante para el alumnado aprender estos contenidos?
Conocimiento del currículo (CUR)	3. ¿Qué más debería saber el docente sobre estos contenidos (pero que no pretende que el alumnado conozca aún)? 4. ¿Cuáles son las dificultades/limitaciones de enseñar estos contenidos?
Conocimiento de la comprensión del alumnado (ALU)	5. ¿Cuál es mi conocimiento de las ideas previas o habilidades del alumnado que pueden influir en la enseñanza de estos contenidos?
Conocimiento de estrategias de enseñanza (ENS)	6. ¿Cuáles son los métodos de enseñanza y la justificación de su empleo para enseñar estos contenidos?
Conocimiento de estrategias de evaluación (EVA)	7. ¿Cuáles son los métodos para evaluar la comprensión y el desarrollo de estos contenidos?

Como muestra la Tabla 2, se consideró que las preguntas 1 y 2 permitían conocer las orientaciones y los propósitos de la enseñanza (ORI). Relacionadas con el conocimiento del currículo (CUR), se incluyeron las preguntas 3 y 4: la pregunta 3, ligada al conocimiento sobre el currículo para realizar una adecuada transposición y secuenciación didácticas; y la pregunta 4, sobre las dificultades de la enseñanza ligadas al desarrollo curricular. La pregunta 5 se categorizó en el conocimiento del alumnado (ALU), al solicitar información expresa sobre la influencia de sus ideas y habilidades previas en la planificación de la enseñanza. Por último, las preguntas 6 y 7 se clasificaron en el conocimiento sobre los métodos de enseñanza (ENS) y evaluación (EVA), respectivamente, dada su directa alusión a los mismos.

Finalmente, se analizaron las puntuaciones sobre la importancia concedida y la seguridad experimentada en relación a la ReCo (Tabla 2 del anexo), que, junto a la identificación de las ideas sobre la NdC y de las destrezas del PC seleccionadas por la muestra de estudiantes para su desarrollo (Tabla 1 del anexo), permitieron conocer sobre las creencias docentes.

RESULTADOS

Ideas sobre la NdC y destrezas del PC seleccionadas

En la Figura 3 se presentan por categorías las ideas sobre la NdC y las destrezas del PC (Tabla 1 del anexo) más frecuentemente elegidas por los docentes en formación inicial para diseñar sus SEAs y desarrollar las ReCo. Aunque en la ReCo se pidió incluir explícitamente el contenido científico a trabajar en su propuesta (Tabla 2 del anexo), en el presente trabajo nos centramos en aquellos contenidos directamente relacionados con la NdC y el PC.

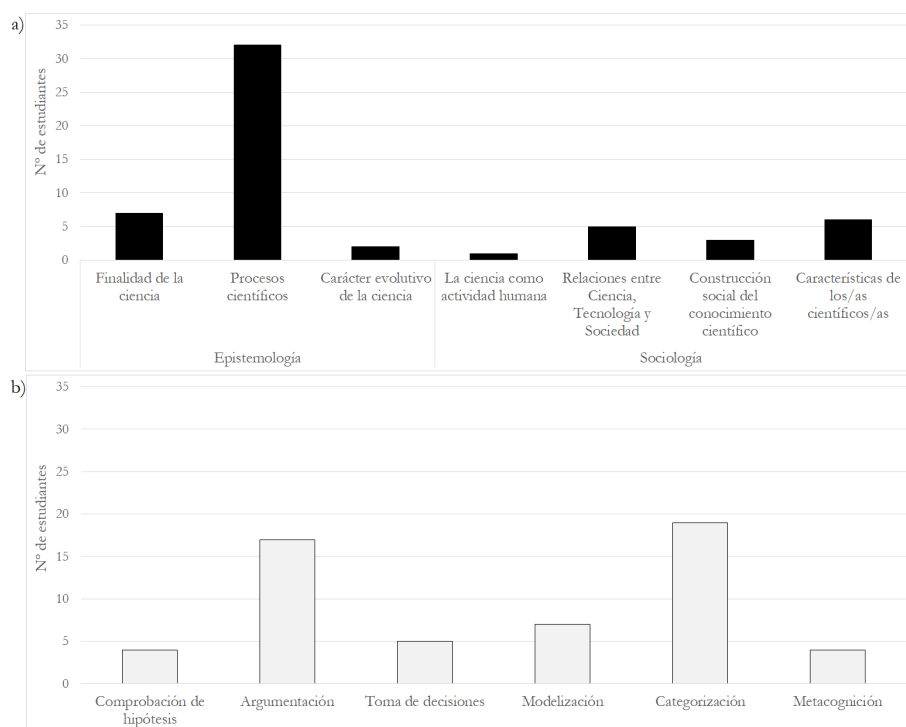


FIGURA 3

Frecuencia de aparición de las ideas sobre la NdC (a) y destrezas del PC (b) en las ReCo.

En la Figura 3a se observa que las ideas epistemológicas de la NdC sobre los procesos científicos fueron las más seleccionadas (32/56 estudiantes), al igual que las destrezas críticas referentes a la categorización (19/56) y la argumentación (17/56) que destacaron sobre el resto (Figura 3b).

Análisis del CdC para la enseñanza de la NdC y del PC

La elaboración de la ReCo y su análisis mediante la rúbrica diseñada (Tabla 3 del anexo) permitió caracterizar distintos aspectos del CdC del profesorado en formación inicial tras la intervención.

En primer lugar, se detalla la evaluación realizada tras aplicar la rúbrica en cada una de las 56 ReCo entregadas, lo que nos permitió obtener una visión general sobre el conocimiento docente del grupo de estudiantes para planificar la enseñanza de la NdC y del PC. La Figura 4 muestra la distribución de las puntuaciones de las ReCo en relación a la NdC y al PC. Dicha puntuación resulta de la valoración de las 7 preguntas del instrumento entre 1 y 4 puntos, siendo, por tanto, el intervalo de puntuación global de 7 a 28 puntos. La puntuación media obtenida para la NdC fue de 11,36 puntos (SD=3,52), y para el PC, de 13,88 puntos (SD=2,12).

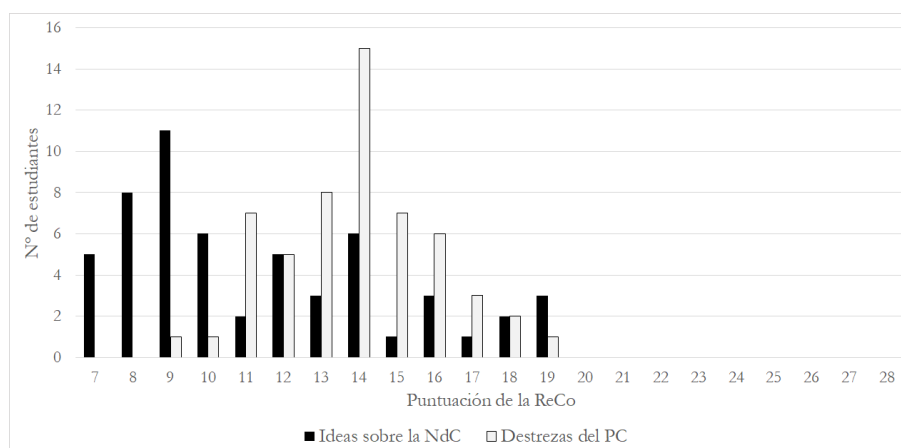


FIGURA 4

Distribución de las puntuaciones de la ReCo respecto a la NdC y al PC.

Este análisis mostró que, para ambos contenidos (NdC y PC), ningún estudiante alcanzó una calificación de 20 puntos o superior. En concreto, respecto a las ideas sobre la NdC, se detectó que más de la mitad de las ReCo (32 de 56) presentaban entre 7-11 puntos, mientras que, en relación a las destrezas del PC, 42 ReCo se identificaron en el intervalo de 11-15 puntos.

Con el fin de mostrar una imagen más detallada del CdC sobre la NdC y el PC, en la Figura 5 se representan las puntuaciones medias obtenidas en sus cinco componentes (Magnusson *et al.*, 1999), tras reducir la escala al valor máximo de 1 punto para facilitar su interpretación. Para ello, se agruparon las puntuaciones medias obtenidas en cada pregunta de la ReCo (Tabla 2); posteriormente, se dividieron entre la puntuación máxima a alcanzar en cada componente. Así, por ejemplo, para valorar las orientaciones y los propósitos del aprendizaje (ORI), tras sumar las puntuaciones medias de las preguntas 1 y 2, el valor resultante se dividió entre 8 puntos; mientras que, para valorar el conocimiento sobre el alumnado (ALU), la puntuación media de la pregunta 5 se dividió entre 4 puntos.

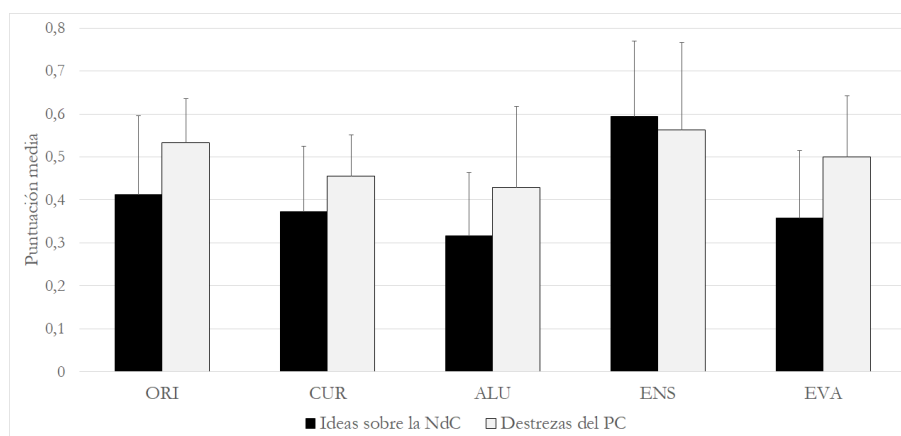


FIGURA 5

Puntuación media de cada componente del CdC sobre la NdC y el PC.

Este análisis por componentes reflejó un desarrollo bajo-moderado en cada conocimiento del CdC, aunque, en su mayoría, superiores en relación al PC que a la NdC. Sin embargo, estos resultados permitieron identificar que, para ambos contenidos, los conocimientos sobre los métodos de enseñanza (ENS) y sus orientaciones y propósitos (ORI), fueron los más desarrollados; y el referente al alumnado (ALU), el más limitado.

Por último, la Figura 6 presenta las puntuaciones medias de las creencias docentes, de nuevo sobre la puntuación máxima de un 1 punto, representadas por la importancia otorgada a cada componente del CdC para planificar SEAs que integran la enseñanza de contenidos científicos, ideas sobre la NdC y destrezas del PC, y por la seguridad en responder a cada uno.

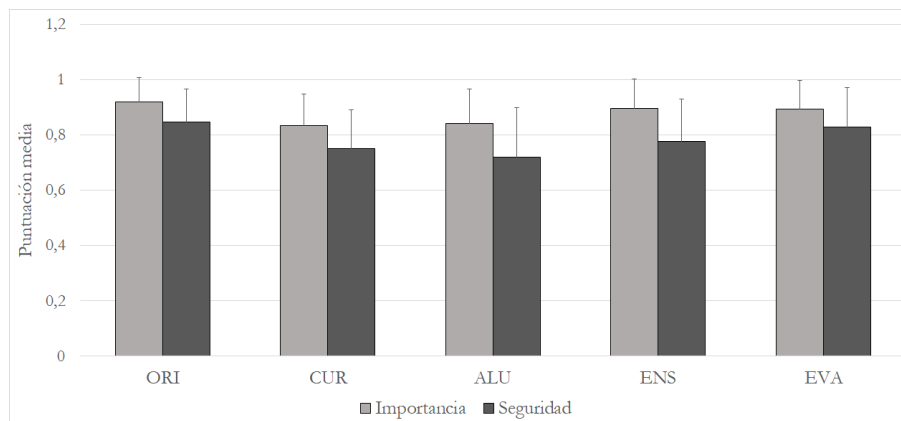


FIGURA 6

Puntuación media de importancia y seguridad otorgada a reflexionar sobre cada componente del CdC.

Para cada conocimiento, se observaron unas puntuaciones altas en cada constructo analizado, aunque siempre superiores para el de importancia. En líneas generales, los conocimientos mejor valorados se correspondían con aquellos para los que el futuro profesorado creía tener también una mayor seguridad en abordar, y viceversa.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Este trabajo aborda la caracterización del conocimiento didáctico del contenido (CdC) sobre la naturaleza de la ciencia (NdC) y el pensamiento crítico (PC) de una muestra de futuro profesorado de Educación Primaria tras participar en una intervención didáctica enfocada a su promoción. Para ello, se desarrolló e implementó una ReCo sobre la planificación de la enseñanza de la NdC y del PC en contextos científicos, la cual fue analizada a través de una rúbrica. Los resultados obtenidos sugieren que la unión de la ReCo y la rúbrica se presenta como una valiosa estrategia para conocer y comenzar a construir el CdC sobre la NdC y el PC en las etapas iniciales de formación del profesorado (Hume y Berry, 2011), así como para simplificar la caracterización del CdC de muestras de considerable tamaño.

El análisis de las ReCo evidenció que el futuro profesorado propuso, fundamentalmente, contenidos de la NdC relacionados con la epistemología de los procesos científicos, mientras que, para promover el PC en sus clases, recurrió a las destrezas de categorización y argumentación. La selección de estos contenidos podría deberse a un mayor dominio conceptual sobre los mismos, como revelaron Demirdöğen *et al.* (2016) y Mesci (2020) en relación a la NdC, por lo que creemos que sería interesante seguir indagando sobre este aspecto. Por otra parte, la escasa presencia de ideas sobre la dimensión sociológica de la NdC, así como sobre el carácter evolutivo de la ciencia, sugiere reforzar la enseñanza de estas ideas en la formación docente. Para ello, se hace necesario mostrar la visión humana de la ciencia a través de contextos que reflejen la provisionalidad del conocimiento científico a la luz de nuevos descubrimientos, en ocasiones, supeditados a poderes externos a la comunidad científica y a la propia competencia profesional dentro de ella. Del mismo modo, en cuanto al PC, se detectó una reducida alusión a destrezas relacionadas con la comprobación de hipótesis o con la modelización, en línea con lo publicado en Abril *et al.* (2014). Estos autores visibilizaron las dificultades de docentes en formación inicial y en ejercicio para planificar y desarrollar estrategias basadas en la indagación,

y, por tanto, orientadas al desarrollo de dichas destrezas críticas. Al respecto, incidieron en incluir en su formación profesional estrategias y recursos que permitan afrontar un cambio en las prácticas de aula hacia la mejora de las competencias científicas.

La aplicación de la rúbrica en las ReCo reveló algunos aspectos interesantes del CdC de los participantes. El conocimiento sobre los métodos de enseñanza fue el más desarrollado para ambos constructos, seguido del referido a las orientaciones y propósitos de la enseñanza. Esto resulta esperanzador pues, aunque no garantice una implementación eficaz hacia la alfabetización científica, supone un primer paso para considerar metodologías orientadas al desarrollo competencial para abordar la NdC y el PC en ciencias. Por otra parte, las puntuaciones reflejaron carencias en otros conocimientos, sobre todo en relación a las ideas previas del alumnado de Primaria sobre la NdC y el PC; un hecho razonable en docentes noveles según algunos autores (Hume y Berry, 2011). Estos resultados sugieren profundizar en las concepciones previas y su origen durante la intervención. Asimismo, la baja puntuación en el conocimiento sobre el currículo parece evidenciar dificultades para identificar en el mismo, contenidos sobre la NdC y el PC, donde muchas veces aparecen, pero de manera implícita (Acevedo-Díaz y García-Carmona, 2016; Vieira *et al.*, 2011). En cuanto al conocimiento sobre los métodos de evaluación, este también destacó por su limitado desarrollo, sobre todo, en relación a la NdC, lo que reclama dirigir mayores esfuerzos para ayudar al profesorado a identificar qué aspectos de la NdC son objeto de evaluación (Hanuscin *et al.*, 2011). Así pues, la aplicación de la rúbrica en las ReCo permitió caracterizar el nivel de desarrollo del CdC en el profesorado en formación inicial tras la intervención y su preparación para afrontar de manera adecuada la planificación de su enseñanza. En este punto, cabe destacar que, responder al reto de desarrollar las ReCo por parte de los futuros docentes, debe entenderse como un primer paso relevante teniendo en cuenta la complejidad asociada a la comprensión y enseñanza de la NdC y del PC, y su falta de experiencia en el aula (Cobo-Huesa *et al.*, 2021).

El análisis de los resultados también evidenció que los conocimientos más limitados hacían referencia a las ideas sobre la NdC, en cuya planificación se identificó la confusión entre enseñar rasgos de la ciencia y enseñar habilidades científicas. Este hecho se presenta como uno de los principales obstáculos en la comprensión y enseñanza de la NdC (Acevedo, 2009b; Lederman *et al.*, 2014), y estaría impidiendo reflexionar sobre las cuestiones de la ReCo de manera adecuada. Para solventar esta problemática, incidimos en guiar la enseñanza de la NdC mediante actividades que estimulen el razonamiento hacia la comprensión conceptual y epistémica de la ciencia y su discusión explícita para diferenciar sus objetivos didácticos (aprender sobre ciencia) de los asociados al dominio de los procesos científicos (aprender a hacer ciencia) (OCDE, 2019).

Sobre las creencias docentes, entendidas como moduladores afectivos del CdC (Gess-Newsome, 2015), en general, el futuro profesorado se mostró positivo a reflexionar sobre los conocimientos aludidos en la ReCo y seguro para planificar la enseñanza de la NdC y del PC en ciencias. Este último aspecto contrasta con su menor desarrollo del CdC, lo que pone de manifiesto las complejas relaciones entre las creencias y prácticas docentes (Romero-Ariza, Quesada *et al.*, 2021). Además, cabe mencionar que los menores niveles de seguridad también se detectaron en los conocimientos más limitados (sobre el alumnado y el currículo), lo que sugiere, en cierto modo, una consciencia sobre las mayores limitaciones para planificar la enseñanza en torno a la NdC y al PC. En esta línea, recordamos que los contenidos más seleccionados sobre la NdC (fundamentación epistémica de los procesos científicos) y el PC (categorización, argumentación), nos podrían estar mostrando aquellos contenidos sobre los que el profesorado en formación inicial se siente más capacitado para enseñar (Demirdöğen *et al.*, 2016; Mesci, 2020). Esto podría dirigir futuras investigaciones orientadas a conocer más sobre sus percepciones de autoeficacia (Park y Oliver, 2008).

Los instrumentos desarrollados y los resultados presentados en este trabajo pretenden mostrar estrategias que guíen eficazmente el diseño de intervenciones para preparar a docentes en sus etapas más iniciales de formación hacia la integración de contenidos sobre la NdC y el PC en la enseñanza de las ciencias. El modelo de consenso del CdC (Gess-Newsome, 2015) avala la intervención diseñada para fomentar el CdC sobre la NdC y el PC mediante la ReCo en el profesorado en formación inicial. Esto se justifica al presentar al

CdC como un conocimiento profesional específico sobre un tema, que puede empezar a construirse a través de la planificación reflexiva del proceso de enseñanza y aprendizaje de contenidos concretos. En base a la investigación desarrollada, creemos en la importancia de ofrecer una formación docente en el marco del CdC para ayudar al futuro profesorado a reconocer la contribución curricular de la NdC y del PC en ciencias, así como a planificar estrategias de aula propias que le permitan abordar su enseñanza conjunta.

MATERIALES SUPLEMENTARIOS

Anexo I (pdf)

AGRADECIMIENTOS

Proyecto de investigación «Educación de las Competencias Científica, Tecnológica y Pensamiento Crítico Mediante la Enseñanza de Temas de Naturaleza de Ciencia y Tecnología» (EDU2015-64642-R) (MINECO/FEDER), financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad de España y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional.

Ayuda predoctoral para la Formación de Personal Investigador, con cargo a la acción 4 del Plan de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Jaén 2017-2019 (R5/04/2017).

REFERENCIAS

- Abril, A. M., Ariza, M. R., Quesada, A. y García, F. J. (2014). Creencias del profesorado en ejercicio y en formación sobre el aprendizaje por investigación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(1), 22-33. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2014.v11.i1.04
- Acevedo, J. A. (2009a). Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (I): el marco teórico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(1), 21-46. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3715/3299>
- Acevedo, J. A. (2009b). Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (II): una perspectiva. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(2), 164-189. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3698/3286>
- Acevedo-Díaz, J. A. y García-Carmona, A. (2016). «Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado». Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 3-19. <http://hdl.handle.net/10498/18010>
- Aliakbari, M. y Sadeghdaghighi, A. (2013). Teachers' Perception of the Barriers to Critical Thinking. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 70, 1-5. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.01.031>
- Bailin, S. (2002). Critical Thinking and Science Education. *Science & Education*, 11, 361-375.
- Cañal, P., García-Carmona, A. y Cruz-Guzmán, M. (2016). *Didáctica de las Ciencias Experimentales en Educación Primaria*. Ediciones Paraninfo, S. A.
- Carlson, J. y Daehler, K. R. (2019). The Refined Consensus Model of Pedagogical Content Knowledge in Science Education. En A. Hume, R. Cooper, A. Borowski (Eds.), *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science* (pp. 77-92). Springer.
- Cobo-Huesa, C., Abril, A. M. y Ariza, M. R. (2021). Investigación basada en el diseño en la formación inicial de docentes para una enseñanza integrada de la naturaleza de la ciencia y el pensamiento crítico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(3), 3801. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3801

- Cofré, H., Núñez, P., Santibáñez, D., Pavez, J. M., Valencia, M. y Vergara, C. (2019). A Critical Review of Students' and Teachers' Understandings of Nature of Science. *Science & Education*, 28, 205-248. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00051-3>
- Demirdöğen, B., Hanuscin, D. L., Uzuntiryaki-Kondakci, E. y Köseoglu, F. (2016). Development and Nature of Preservice Chemistry Teachers' Pedagogical Content Knowledge for Nature of Science. *Research in Science Education*, 46, 575-612.
- García-Carmona, A. y Acevedo Díaz, J. A. (2016). Concepciones de estudiantes de profesorado de Educación Primaria sobre la naturaleza de la ciencia: Una evaluación diagnóstica a partir de reflexiones en equipo. *Revista mexicana de investigación educativa*, 21(69), 583-610. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14045395010>
- García-Carmona, A., Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2011). Estado actual y perspectivas de la enseñanza de la naturaleza de la ciencia: Una revisión de las creencias y obstáculos del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(3), 403-412. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/247899>
- Gess-Newsome, J. (2015). A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: Results of the thinking from the PCK summit. En A. Berry, P. Friedrichsen, J. Loughran (Eds.), *Re-examining pedagogical content knowledge in science education* (pp. 28-42). Routledge Press.
- Guisasola, J. y Morentin, M. (2007). ¿Comprenden la naturaleza de la ciencia los futuros maestros y maestras de Educación Primaria? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 246-262. http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART2_Vol6_N2.pdf
- Halpern, D. F. (2014). *Thought and Knowledge. An introduction to Critical Thinking*. Psychology Press.
- Hanuscin, D. L., Lee, M. H. y Akerson, V. L. (2011). Elementary Teachers' Pedagogical Content Knowledge for Teaching the Nature of Science. *Science Education*, 95(1), 145-167. <https://doi.org/10.1002/sc.20404>
- Hume, A. y Berry, A. (2011). Constructing CoRes-a Strategy for Building PCK in Pre-service Science Teacher Education. *Research in Science Education*, 41, 341-355.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. y Puig, B. (2012). Argumentation, Evidence, Evaluation and Critical Thinking. En J. Fraser, K. Tobin, C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (pp. 1001-1015). Springer.
- Kadir, M. A. A. (2017). What Teacher Knowledge Matters in Effectively Developing Critical Thinkers in the 21st Century Curriculum? *Thinking Skills and Creativity*, 23, 79-90.
- Lederman, N. G., Antink, A. y Bartos, S. (2014). Nature of Science, Scientific Inquiry, and Socio-Scientific Issues Arising from Genetics: A Pathway to Developing a Scientifically Literate Citizenry. *Science & Education*, 23, 285-302.
- Loughran, J., Mulhall, P. y Berry, A. (2004). In Search of Pedagogical Content Knowledge in Science: Developing Ways of Articulating and Documenting Professional Practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 370-391.
- Magnusson, S., Krajcik, J. y Borko, H. (1999). Nature, sources and development of pedagogical content knowledge. En J. Gess-Newsome, N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge. Science & Technology Education Library* (pp. 95-132). Springer.
- Manassero-Mas, M. A. y Vázquez-Alonso, A. (2019). Conceptualización y taxonomía para estructurar los conocimientos acerca de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(3), 3104. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i3.3104
- Mesci, G. (2020). The Influence of PCK-Based NOS Teaching on Pre-service Science Teachers' NOS Views. *Science & Education*, 29, 743-769.
- Neumann, K., Kind, V. y Harms, U. (2018). Probing the amalgam: the relationship between science teachers' content, pedagogical and pedagogical content knowledge. *International Journal of Science Education*, 41(7), 847-861. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1497217>
- Nilsson, P. y Loughran, J. (2012). Exploring the Development of Pre-Service Science Elementary Teachers' Pedagogical Content Knowledge. *Journal of Science Teacher Education*, 23(7), 699-721.
- OCDE (2019). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. PISA OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>

- Park, S. y Oliver, J. S. (2008). Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals. *Research in Science Education*, 38, 261-284.
- Romero-Ariza, M., Quesada, A., Abril, A. M. y Cobo, C. (2021). Changing teachers' self-efficacy, beliefs and practices through STEAM teacher professional development (Cambios en la autoeficacia, creencias y prácticas docentes en la formación STEAM de profesorado). *Journal for the Study of Education and Development*, 44(4), 942-969. <https://doi.org/10.1080/02103702.2021.1926164>
- Romero-Ariza, M., Quesada-Armenteros, A. y Estepa-Castro, A. (2021). Promoting critical thinking through mathematics and science teacher education: the case of argumentation and graphs interpretation about climate change. *European Journal of Teacher Education*, 1-19. <https://doi.org/10.1080/02619768.2021.1961736>
- Serrallé-Marzoa, J. F., Rodríguez, U. P., Rial, M. A. L. y Lires, M. M. Á. (2021). Concepciones sobre la naturaleza de la ciencia en el profesorado en formación inicial. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(3), 113-133. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3063>
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundation of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.
- Supprakob, S., Faikhamta, C. y Suwanruji, P. (2016). Using the lens of pedagogical content knowledge for teaching the nature of science to portray novice chemistry teachers' transforming NOS in early years of teaching profession. *Chemistry Education Research and Practice*, 17, 1067-1080. <https://doi.org/10.1039/C6RP00158K>
- Vázquez-Alonso, A. y Manassero-Mas, M. A. (2018). Más allá de la comprensión científica: educación científica para desarrollar el pensamiento. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 309-336. http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen17/REEC_17_2_02_ex1065.pdf
- Vieira, R. M., Tenreiro-Vieira, C. y Martins, I. P. (2011). Critical thinking: Conceptual clarification and its importance in science education. *Science Education International*, 22(1), 43-54. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ941655.pdf>
- Zohar, A. y Schwartz, N. (2005). Assessing Teachers' Pedagogical Knowledge in the Context of Teaching Higher - order Thinking. *International Journal of Science Education*, 27(13), 1595-1620.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Para citar este artículo: Cobo-Huesa, C., Abril, A. M. y Ariza, M. R. (2022) Conocimiento didáctico del contenido sobre naturaleza de la ciencia y pensamiento crítico en la formación inicial de profesorado de Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 19(3), 3602. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i3.3602