



# Conocimiento didáctico del contenido de formadores de profesores sobre didáctica de las ciencias

## Pedagogical Content Knowledge of Teacher Educators about Science Education

María Emilia Ottogalli, Gonzalo M. A. Bermúdez  
*Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.*  
*Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina*  
[emilia.ortogalli@unc.edu.ar](mailto:emilia.ortogalli@unc.edu.ar), [gbermudez@unc.edu.ar](mailto:gbermudez@unc.edu.ar)

**RESUMEN** • La didáctica de las ciencias experimentales es parte de los programas de formación docente de la educación primaria de la provincia de Córdoba, Argentina, en espacios curriculares que agrupan saberes pedagógicos-didácticos y disciplinares de las ciencias naturales (CN), como «CN y su Didáctica II». Para conocer qué saberes movilizan a los formadores de profesores de esta asignatura y cómo se relacionan e interactúan estos conocimientos, recurrimos al constructo de conocimiento didáctico del contenido (CDC), realizamos entrevistas semiestructuradas y adoptamos el enfoque del mapeo del CDC. Los resultados revelan una diversidad de integraciones entre los componentes del CDC, donde los componentes de conocimiento de la comprensión de los estudiantes y las orientaciones para la enseñanza obtuvieron las mayores integraciones; mientras que el conocimiento de la evaluación resultó ser el menos integrado.

**PALABRAS CLAVE:** Conocimiento didáctico del contenido; Formadores de profesores de enseñanza primaria; Enseñanza de la didáctica; Conocimiento declarativo; Evaluación de los aprendizajes.

**ABSTRACT** • Science education is part of the primary education teacher training programs of the province of Córdoba, in Argentina, particularly in curricular spaces that group together pedagogical-didactic and disciplinary knowledge of natural sciences (NS), such as «NS and its teaching methods». To find out what type of knowledge teacher educators set in motion in this subject, we used the pedagogical content knowledge (PCK) construct, conducted semi-structured interviews and used the PCK mapping approach to understand how this knowledge relates and interacts. The results reveal a diversity of integrations among the PCK components, where the component of knowledge of the students' understanding and orientations for teaching had the highest integrations, while knowledge about assessment was the least integrated.

**KEYWORDS:** Pedagogical content knowledge; Elementary education teacher trainers; Teaching science education; Declarative knowledge; Assessment of learning.

Recepción: diciembre 2023 • Aceptación: junio 2024 • Publicación: noviembre 2024

## INTRODUCCIÓN

### Didáctica general y didáctica de las ciencias experimentales

La pregunta de qué conocimientos moviliza un docente para enseñar ha sido respondida históricamente por la didáctica, disciplina que se ha constituido en torno al estudio e intervención en la tarea de enseñar y en la formación docente (Picco, 2022). Cabe destacar que aquí aludimos a didáctica como una didáctica general (DG), aun reconociendo que es un campo en el que conviven diversas posturas teórico-epistemológicas (Picco, 2022).

En la actualidad, la DG continúa con su agenda clásica de preocupaciones (Edelstein, 2007; Litwin, 1996), a la que se añaden también reflexiones teóricas, prácticas, epistemológicas y políticas sobre la enseñanza y la educación moderna (Picco, 2022). De la mano de esta idea, la didáctica tiene aún el desafío de asentarse en una perspectiva crítica y social (Picco, 2022), en coordenadas reales «en el territorio» (Bermudez et al., 2020, p. 8) y «desde el borde de lo explicitado o prescripto» (p. 9), apuntando a formar a profesionales capaces de superar visiones tradicionales de la enseñanza. Además, entre algunas de las principales tendencias que han caracterizado el campo didáctico en las últimas décadas, Cols (2016) destaca el predominio de nuevas visiones acerca del profesionalismo docente, entre las que se encuentra el aporte de L. Shulman sobre el conocimiento didáctico del contenido (CDC).

Por otro lado, el campo didáctico no es único, sino que está integrado por una DG y otras específicas (DE), entre las que se encuentran las que se circunscriben a ámbitos disciplinares (Camilloni, 2016a), como la didáctica de las ciencias experimentales (DCE). Debido a que los vínculos entre la DG y las DE son intrincados, con incomprendimientos y debates pendientes, no sería ajustado esquematizarlas a modo de un árbol, en el que las DE se desprenden de la DG como ramas (Camilloni, 2016a).

En lo particular, en cuanto a las articulaciones entre la DG y la DCE, la primera ha recuperado de la DC la teoría del cambio conceptual y las investigaciones realizadas en torno a docentes con o sin experiencia (Camilloni, 2016a; Picco y Cordero, 2021). En el sentido contrario, la DC ha tomado construcciones teóricas que tienen antecedentes en la DG, tales como la programación didáctica, la evaluación formativa de los aprendizajes y la resolución de problemas (Camilloni, 2016a). Esto podría interpretarse, como menciona Hoz (2016, citado en Picco y Cordero, 2021), desde un lugar en donde el campo de acción de las didácticas demanda un trabajo *codidáctico*; es decir, a partir de la colaboración de aportes de diferentes didácticas que buscan captar la complejidad del objeto. A su vez, un programa de investigación que ha generado conocimientos en el campo de la DCE refiere a la perspectiva de Shulman relativa al CDC, que ofrece una nueva base para dar identidad epistemológica a las DCE (Bolívar, 2005). Esto se debe al gran potencial que tiene el CDC para generar investigaciones y teorizaciones en el campo de la formación docente y la enseñanza (Picco y Cordero, 2021).

A partir de lo expuesto, coincidimos con Bolívar (2005) al considerar que un territorio que une la DG y la DCE es la formación y el desarrollo profesional del profesorado, como un cruce de caminos en una relación interdisciplinar.

### La formación docente en Argentina: los profesorados de educación primaria

En Argentina, al igual que en otros países, las instituciones educativas que cuentan con carreras de profesorado de educación primaria (PEP) se ofrecen en los institutos superiores de formación docente (ISFD) y presentan en su propuesta curricular asignaturas pedagógicas-didácticas (pedagogía, didáctica general, psicología y educación) y otras que combinan la formación en DCE con disciplinas científicas, como es el caso de Ciencias Naturales y su Didáctica II (CNyDII), que se desarrolla en el tercer año de la carrera.

En el marco del currículum explícito para CNYDII, el diseño curricular de PEP (Ministerio de Educación de la provincia de Córdoba, 2015) sugiere que se privilegie la construcción de un cuerpo teórico-práctico de conocimientos sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales en la escuela, integrando visiones de un modelo constructivista (Ministerio de Educación de la provincia de Córdoba, 2015). Además, presenta ejes de contenidos que interpelan a formadores de profesores a hacer frente a un doble campo formativo: enseñar DCE y enseñar ciencias naturales en la misma asignatura, situación que complejiza la configuración del tradicional triángulo didáctico (Bermúdez, 2022).

Ahora bien, ¿qué sucede con los saberes docentes en estas asignaturas cuando la DCE es también objeto de enseñanza en la formación del profesorado? ¿Qué saberes movilizan y transforman a los docentes de estos espacios curriculares que agrupan tanto conocimientos didácticos como disciplinares de las ciencias naturales? Para responder a estos interrogantes y acceder a las configuraciones de los saberes docentes, recurrimos al constructo del CDC, reconocido por su potencialidad para generar investigaciones sobre la formación del profesorado (Bolívar, 2005).

### El conocimiento didáctico del contenido sobre la didáctica de las ciencias experimentales

En primer lugar, adscribimos a una perspectiva disciplinar para la traducción de la versión original *pedagogical content knowledge* (PCK) de Shulman como *conocimiento didáctico del contenido* (CDC), donde la «P» de pedagogía es sustituida por la «D» de didáctica. Esto se debe a que, como hemos fundamentado, la que tiene por objeto de estudio a la enseñanza es la didáctica (Camilloni, 2016b). Desde su origen en 1986, el programa de investigación del CDC ha permitido rediseñar la formación del profesorado y, a la vez, ha ofrecido un nuevo marco para la investigación en DCE (Bolívar, 2005).

Si bien el constructo del CDC fue redefiniéndose desde su surgimiento, es reconocido como el conocimiento y las habilidades profesionales de enseñanza que posee un docente para ayudar a un grupo de estudiantes a comprender un concepto específico, una colección de conceptos o un aspecto particular de la disciplina (Carlson et al., 2019). El CDC se caracteriza por ser de naturaleza idiosincrática, adquirir formas declarativas (saber docente) o dinámicas (acción docente) y estar compuesto por componentes discretos que se integran y combinan durante la enseñanza (Alonzo y Kim, 2016; Aydin et al., 2015; Park y Chen, 2012).

Para investigar cómo el profesorado transforma el contenido que se ha de enseñar, resulta útil identificar los conocimientos o componentes centrales del CDC y luego describir su integración (Park y Chen, 2012; Reynolds y Park, 2021). En esta línea, adoptamos el modelo pentagonal del CDC (Park y Oliver, 2008) (figura 1), que está conformado por los siguientes componentes: orientaciones para la enseñanza de la ciencia (OE); conocimiento de la comprensión de los estudiantes de la ciencia (CCE); conocimiento acerca del currículum de ciencias (CC); conocimiento sobre estrategias para enseñar ciencias (CE); conocimiento sobre evaluación del aprendizaje de las ciencias (CEv).

Con relación a la integración de los componentes del CDC, Park y Chen (2012) argumentan que las investigaciones deben enfocarse en cómo interactúan entre sí los componentes, evitando descomponer el CDC en sus elementos constituyentes. Ello guarda relación con el supuesto de que el profesorado puede integrar los componentes del CDC de forma coherente en el momento de enseñar. En esa línea, Dueñas (2016) señala que investigar las interacciones entre los componentes permite tanto la caracterización del CDC como la planificación de acciones que contribuyan a la mejora de la enseñanza de un determinado contenido, a partir de las relaciones que resulten escasas o ausentes, tal y como suele suceder con la de los componentes CC (Park y Chen, 2012; Reynolds y Park, 2021) y CEv (Aydin y Boz, 2013; Park y Suh, 2019).

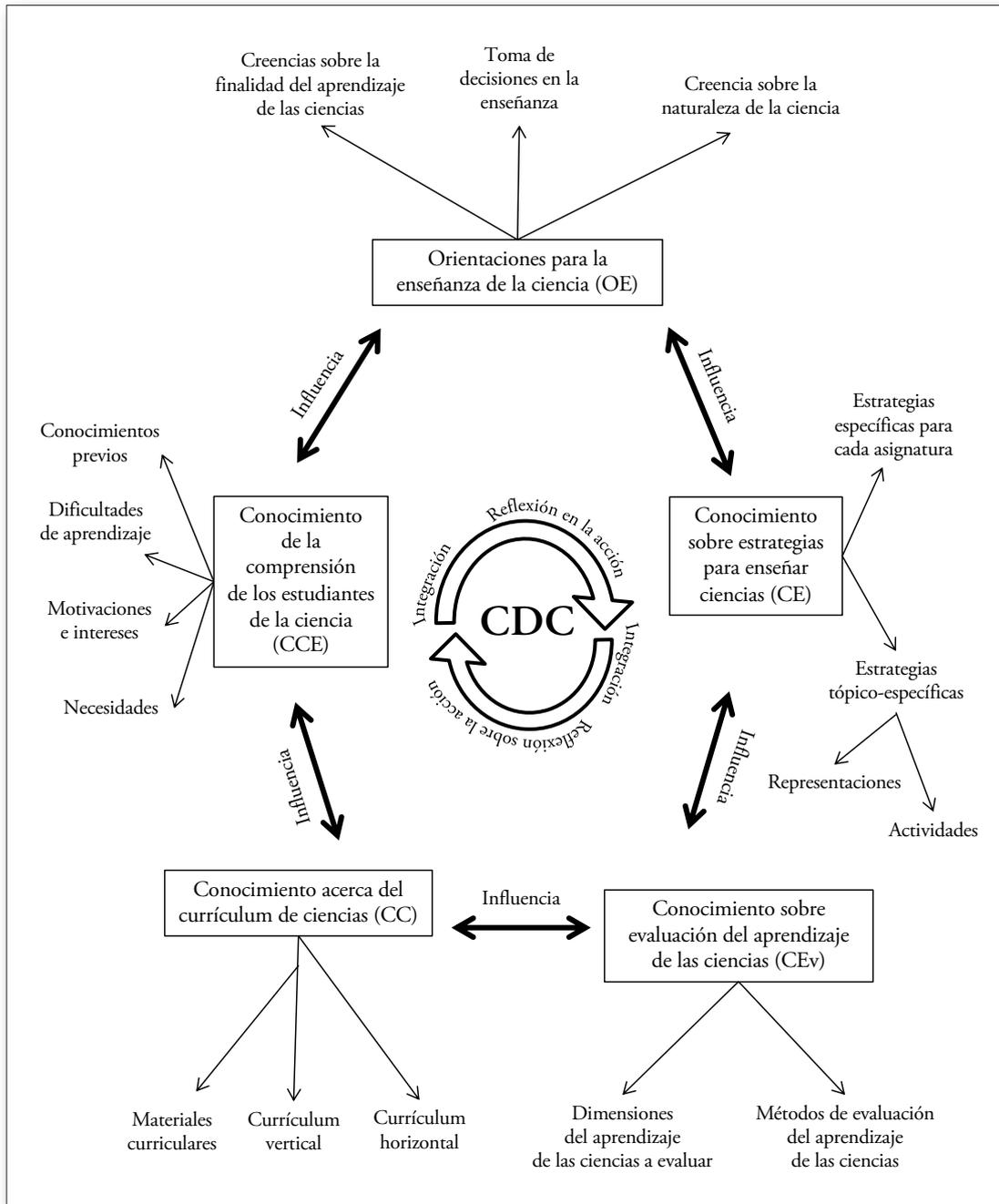


Fig. 1. Modelo pentagonal de CDC adaptado de Park y Oliver (2008). En este modelo, el CDC se ubica en el centro del polígono y en interacción con los cinco componentes de sus vértices.

En esta línea, los estudios del CDC han reconocido que las interacciones más simples se dan entre dos componentes, mientras que las más complejas incluyen tres o más (Aydin y Boz, 2013). A su vez, aunque algunas investigaciones señalan que los componentes del CDC se encuentran más integrados en docentes experimentados que en novatos (Stender et al., 2017), esta integración también es particular de cada profesor y tópico de enseñanza (Aydin y Boz, 2013; Park y Chen, 2012; Ravalan Moreno y López-Cortés, 2016).

Debido a que la alta producción de investigaciones redundó en una diversidad de modelos de CDC (Chan, 2022), se llevó a cabo una primera cumbre de investigadores en 2012, de la cual surgió el modelo consenso (MC) de CDC. Este MC identifica el papel primordial del conocimiento profesional para la enseñanza y sitúa el CDC dentro del modelo (Gess-Newsome, 2015). Tras una segunda cumbre, Carlson et al. (2019) narraron el proceso de desarrollo de lo que desde entonces se ha denominado modelo de consenso refinado del CDC (MCR), que, aunque no sustituye al MC, incorpora ideas innovadoras que abordan algunas inconsistencias de este último. El MCR logra describir las capas de conocimientos y experiencias que conforman e informan la práctica docente a lo largo de una trayectoria profesional (Carlson et al., 2019). En ese sentido, en el MCR se reconocen tres dimensiones de concreción del CDC (*colectivo* –CDCc–, *personal* –CDCp– y *en acción* –CDCe–) que sitúan los saberes docentes en diferentes escenarios. Estos niveles se retroalimentan generando un flujo de información de unos a otros. Además, el MCR considera diferentes granulometrías de CDC (disciplina, tema o concepto específico). Por esta razón, cuando estudiamos el CDC de docentes en el presente trabajo, optamos por circunscribirlo a un tema en particular, que en este caso es la DCE.

Por otra parte, Park (2019) considera que el CDC consta de dos dimensiones para su análisis (*comprensión* y *acción*), donde el CDCe del MCR se corresponde conceptualmente con la dimensión *en acción* en el modelo pentagonal, y el CDCp, con la dimensión de comprensión. La distinción radica en que, en el MCR la *acción* (CDCe) es entendida como un subconjunto del CDC de un docente, mientras que en el modelo pentagonal estas dimensiones (*comprensión* y *acción*) «se describen como dos aspectos complementarios del CDC de un docente» (Park, 2019, p. 121). Por lo tanto, en el presente trabajo adoptamos el modelo pentagonal de CDC para realizar un análisis de la integración de los componentes del CDCp de los formadores de profesores sobre DCE.

A partir de una revisión bibliográfica, hemos detectado publicaciones que consideran la integración (mapeo) de componentes del CDC de docentes relativos a tópicos concretos de las ciencias naturales como reacciones redox (Aydin y Boz, 2013), selección natural (Gao et al., 2021), alimentación y nutrición humana (Dueñas, 2019). Sin embargo, no detectamos investigaciones sobre la integración de componentes del CDC que se desarrollen con docentes formadores de formadores (profesorados de inicial, primaria o secundaria). A su vez, según lo revelado hasta la fecha por nuestro grupo, ningún estudio del CDC ha sido realizado sobre las disciplinas didácticas (DG o DCE) como objetos de enseñanza. Es decir, según nuestro conocimiento, el presente trabajo constituye la primera investigación del CDC, que coloca a la DCE en el mismo foco que los contenidos de las disciplinas científicas. En ese sentido, a diferencia de los estudios realizados hasta el momento, donde cada componente del CDC se asocia con la enseñanza de un tópico específico (por ejemplo, OE de las reacciones redox o selección natural), en nuestro trabajo los componentes del CDC están asociados a los contenidos de DCE; es decir, OE de la DCE, CCE sobre DCE, y así sucesivamente.

Dado que es importante llenar este vacío, nos propusimos los siguientes objetivos: *i*) describir e interpretar el CDCp declarativo de diez formadores de profesores de PEP responsables de la asignatura CNyDII sobre los tópicos de DCE, y la forma en que los saberes que componen el CDC se relacionan e integran, y *ii*) realizar aportes a la formación docente, particularmente la Educación Primaria.

## METODOLOGÍA

### Tipo de estudio

Este trabajo adopta una metodología mixta, ya que el análisis presenta una vinculación de datos cuantitativos y cualitativos, pero con mayor énfasis en el enfoque cualitativo (Hernandez Sampieri et al., 2010). Desde allí, diseñamos un estudio de tipo exploratorio y descriptivo (Patton, 2014). El muestreo

fue de tipo no probabilístico y su elección tuvo en cuenta las causas relacionadas con las características de la investigación y no de la probabilidad (Hernandez Sampieri et al., 2010).

## Contexto del estudio

La investigación se sitúa en los PEP de la provincia de Córdoba, Argentina, en la asignatura CNyDII, para la que el diseño curricular del PEP (Ministerio de Educación de la provincia de Córdoba, 2015) propone tres ejes: *i*) «Las ciencias naturales y los obstáculos en su enseñanza»; *ii*) educación para la salud; y *iii*) biodiversidad y ambiente. Los ejes *ii* y *iii* hacen referencia a contenidos disciplinares de las ciencias naturales, mientras que el eje *i*, objeto de este trabajo, contempla contenidos de la DCE (por ejemplo, enfoques constructivistas y teoría del cambio conceptual, ideas alternativas o concepciones previas de los alumnos sobre fenómenos naturales, estrategias metodológicas y recursos en las ciencias naturales, y evaluación en ciencias naturales).

## Participantes

Dado que el discurso didáctico habla y se dirige al profesorado (Camilloni, 2016c), los participantes de este trabajo fueron diez formadores de profesores en activo de PEP a cargo de la asignatura CNyDII, quienes contaban con diferentes titulaciones y años de experiencia (tabla 2).

## Instrumentos y métodos de análisis de datos

En primer lugar, realizamos una metodología cualitativa de naturaleza descriptiva al diseñar y aplicar individualmente a cada docente una entrevista semiestructurada (entre 2019 y 2020), integrada por las preguntas de la herramienta de representación del contenido (ReCo, del inglés *content representation –CoRe–*) (Loughran et al., 2004). Este instrumento permitió acceder al conocimiento de los docentes y representar su CDC. Una vez transcritas sus expresiones, las codificamos teniendo en cuenta los componentes del modelo pentagonal (Park y Oliver, 2008) y las categorías emergidas de los datos (análisis inductivo-deductivo). Este proceso se realizó con el *software* de análisis de datos cualitativos Atlas.ti® versión 7.5.18.

En segundo lugar, se llevó a cabo el mapeo de CDC siguiendo a Park y Chen (2012). Este método, capaz de cuantificar y visualizar la integración de los componentes del CDC (Reynolds y Park, 2021), fue realizado a través de los siguientes pasos: 1) identificamos los componentes del CDC para cada docente al enseñar DCE en un segmento de enseñanza específico (*episodio de CDC*), que se refiere a la integración de dos o más componentes del CDC; 2) los componentes identificados y sus integraciones se indicaron usando el modelo pentagonal como dispositivo analítico, elaborando una figura poliédrica de cinco vértices que constituye el mapa del CDC (Park y Suh, 2019). Las integraciones entre los componentes se determinaron, según Park y Chen (2012), sobre la base de dos supuestos: debe haber al menos una integración entre dos componentes y cada integración tiene la misma fuerza. Así, para cada episodio de CDC, se elaboró un mapa de CDC. Un ejemplo de este procedimiento puede observarse en la figura 2.

A continuación, se sumaron para cada docente los mapas parciales de cada episodio de CDC en un *mapa integrador*. En ese mapa final, la frecuencia de integración entre los componentes se representó con un número de color negro ubicado al lado de líneas que varían en su grosor, según la fortaleza de las relaciones: cuanto más gruesa sea la línea, mayor es la frecuencia de integración entre dos componentes (Park y Chen, 2012). Además, se colocó un número en color naranja, cercano a cada componente, que representa el número total de integraciones que cada componente tiene con el resto.

Expresiones docentes (componentes del CDC identificado)	Mapa del episodio	Número total de integraciones que ese componente hace con otros  Frecuencia de integración entre dos componentes (CC y CE)
Docente A: «Tienen muchas materias pedagógicas en el plan de estudio (CC), ahí estudian mucho teórico y no lo bajan, entonces yo les digo bueno, a ver, pero si ustedes leyeron Freire, Bourdieu, a ver, cómo lo llevan a esta planificación (CE). Hay chicos que terminan queriendo copiar las actividades del manual (CCE), y entonces les digo que acá está el desafío porque entre no saber el contenido, tener esta teoría disociada y no conocer la realidad».		
Docente D: «Bueno, por ejemplo, para hacer salidas educativas a espacios de educación no formal hacemos salidas al museo, lo visitamos (CE) y después tienen que pensar una actividad a partir de eso. Por ejemplo, la instancia evolutiva final integradora (CEv) de este año; nosotros hicimos un viaje a la plaza Cielo y Tierra y un tema que hablamos fue el juego con posibilidad de aprendizaje (CC), entonces ellos tuvieron que diseñar y elaborar un juego didáctico, pero pensando en un espacio de la plaza Cielo y Tierra».		

Fig. 2. Ejemplo de los componentes identificados en episodios de CDC que conforman el mapa parcial del CDC de los docentes A y D. Referencia de componentes en la figura 1.

Para acercarnos a la validez de los datos analizados, establecimos algunas instancias de triangulación. En primer lugar, la codificación de las entrevistas fue llevada a cabo por la primera autora. Luego, en seminarios con dos investigadores del grupo, triangulamos la pertinencia de cada código (correspondientes a dos entrevistas completas y fragmentos de interés de las ocho restantes, durante aproximadamente 25 horas de reuniones). Las discrepancias fueron resueltas por consenso hasta alcanzar el acuerdo en todos los casos. Posteriormente, dos investigadores externos con trayectoria en el estudio del CDC revisaron los métodos usados y validaron un subconjunto de las codificaciones, incluyendo las que habían causado discrepancias en el grupo.

En tercer lugar, realizamos un análisis de correlación de Pearson con el programa de análisis estadístico IBM SPSS Statistics 23 para conocer si existía alguna relación entre los años de servicio, los años de experiencia en la enseñanza de CNYDII y la integración de los componentes de CDC. Para ello, las unidades de análisis (variables cuantitativas) fueron: número total de integraciones en el mapa final de CDC (de 1 a n); número de componentes integrados en el mapa final de CDC (1 a 5); cantidad de componentes con el mayor número de integraciones (1 a 5); componentes con las integraciones más diversas (1 a 5); años de experiencia docente (de 1 a n); y años de experiencia en CNYDII (de 1 a n). El grado de correlación se expresó en porcentajes y se indicó que el valor p de la significancia bilateral debía ser menor o igual ( $\leq$ ) a 0,05.

## RESULTADOS

La primera sección de resultados hace referencia a los puntos destacados para cada componente del CDC, obtenidos a partir de las entrevistas con los formadores de profesores, seguido de un análisis de la integración de los componentes revelados por los mapas del CDC. Luego se revisan los pares de componentes que destacaron por sus integraciones en los mapas de CDC y, por último, se analiza la influencia de los años de experiencia docente en la integración de los componentes del CDC.

## Puntos destacados para cada componente del CDC de la DCE

Presentamos los puntos destacados para cada componente de CDC, extraídos durante las entrevistas con los formadores de docente sobre la DCE (tabla 1).

Tabla 1.  
Categorías (componentes del CDC), subcategorías  
y puntos destacados del CDC sobre DCE de diez formadores de profesores

<i>Componentes del CDC sobre la DCE</i>	<i>Subcategorías</i>	<i>Puntos destacados obtenidos de las entrevistas</i>
Orientaciones para la enseñanza de la DCE	Decisiones sobre la enseñanza	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Conocimientos e intereses de los estudiantes.</li> <li>– Trabajo multidisciplinar (por ejemplo, desarrollar planificaciones que se aplicarán en la asignatura durante la práctica docente).</li> <li>– Propósitos de la enseñanza (por ejemplo, desarrollo de juicio crítico, formar a docentes constructores del conocimiento).</li> <li>– Organización y secuenciación de contenidos (por ejemplo, decidir enseñar primero contenidos de DCE o de las ciencias naturales, o ambos a la vez).</li> </ul>
	Naturaleza de la ciencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Forma en que se construye el conocimiento científico.</li> <li>– Capacidades asociadas al aprendizaje de la ciencia (generar preguntas, hipotetizar).</li> <li>– Características del trabajo de las personas de ciencia y su rol en la sociedad.</li> </ul>
	Enfoques sobre la enseñanza y el aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Enseñanza desde un modelo constructivista.</li> <li>– Docente como posibilitador del conocimiento.</li> <li>– Aprendizaje como proceso.</li> </ul>
Conocimiento de la comprensión de los estudiantes de DCE	Características personales de los estudiantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Conocimiento sobre su desempeño individual o grupal.</li> <li>– Conocimiento sobre su vida personal (embarazos, violencia de género, etc.).</li> </ul>
	Obstáculos para el aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Estudiantes posicionados desde un modelo tradicional de la enseñanza y el aprendizaje.</li> <li>– Aprendizaje memorístico.</li> <li>– Dificultad para planificar un contenido de las ciencias naturales que desconocen.</li> <li>– Planificación de secuencias que no contemplan un gradiente de complejidad en los aprendizajes de los contenidos.</li> <li>– Heterogeneidad de trayectorias escolares y niveles socioeconómicos, lo que genera una gran diversidad en las producciones elaboradas.</li> </ul>
Conocimiento acerca del currículum de DCE	Materiales curriculares	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Contenidos enseñados: elaboración de planificaciones de clases, unidades didácticas y proyectos, estrategias de enseñanza de las CN (como la indagación), transposición didáctica, modelos didácticos, evaluación, obstáculos para la enseñanza de contenidos de las CN, competencias científicas y naturaleza de la ciencia.</li> <li>– Articulación horizontal (por ejemplo, desarrollo de planificaciones junto a práctica de la enseñanza).</li> <li>– Articulación vertical (por ejemplo, acuerdos de contenidos que se han de desarrollar entre docentes CNyDI de segundo año, y CNyDII de tercer año).</li> <li>– Conocimiento del diseño curricular de la Educación Primaria.</li> </ul>

<i>Componentes del CDC sobre la DCE</i>	<i>Subcategorías</i>	<i>Puntos destacados obtenidos de las entrevistas</i>
Conocimiento sobre estrategias para enseñar DCE	Estrategias específicas de la asignatura	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Lectura de textos específicos del campo.</li> <li>– Clases expositivas.</li> <li>– Dinámicas lúdicas sobre modelos didácticos.</li> <li>– Empleo de recursos TIC (documentos colaborativos, pizarras digitales e infografías).</li> <li>– Problematización a partir de preguntas.</li> </ul>
	Estrategias tópico- específicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Desarrollo de salidas a espacios de educación no formal (como museos o plazas) para luego planificar una clase que involucre una salida educativa.</li> <li>– Elaboración de planificaciones.</li> <li>– Redacción de objetivos de aprendizaje.</li> <li>– Diseño de actividades para el nivel primario.</li> <li>– Análisis de manuales escolares, libros de texto de primaria y planificaciones para detectar errores conceptuales, modelos de enseñanza y visión de ciencia.</li> </ul>
Conocimiento sobre evaluación del aprendizaje de DCE	Tipos de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Diagnóstica, sumativa y de seguimiento.</li> </ul>
	Métodos para evaluar	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Elaboración de planificaciones para salidas educativas a espacios de educación no formal.</li> <li>– Elaboración de proyectos (por ejemplo, reciclaje).</li> <li>– Elaboración de dispositivos para la evaluación formativa.</li> <li>– Redacción de objetivos de aprendizaje.</li> <li>– Realización de esquemas conceptuales.</li> </ul>

Como se puede observar, la tabla 1 muestra que los formadores de profesores expresaron conocimientos sobre la DCE dentro de los cinco componentes del CDC. Respecto a OE, las expresiones manifiestan que los docentes toman decisiones para la enseñanza de la DCE basadas en la organización y secuenciación de los contenidos y el trabajo multidisciplinar, y reflejan los modelos de enseñanza y de aprendizaje a los que se adhieren y sus posicionamientos sobre la naturaleza de la ciencia. En cuanto a CCE, los docentes reconocen ciertas características personales del estudiantado y obstáculos que dificultan el aprendizaje de la DCE. Las expresiones vinculadas al componente CC comprendieron la enseñanza de contenidos específicos de la DCE, el trabajo con docentes de otras asignaturas –ya sea del mismo año o de años anteriores– y un conocimiento del diseño curricular de la Educación Primaria. Con relación al componente CE, se evidencia la elección de estrategias específicas para la enseñanza de la DCE, así como otras más generales que podrían aplicarse a otros contenidos o asignaturas. Para el componente CEv fue posible identificar expresiones referidas a los tipos y métodos para evaluar los aprendizajes sobre la DCE.

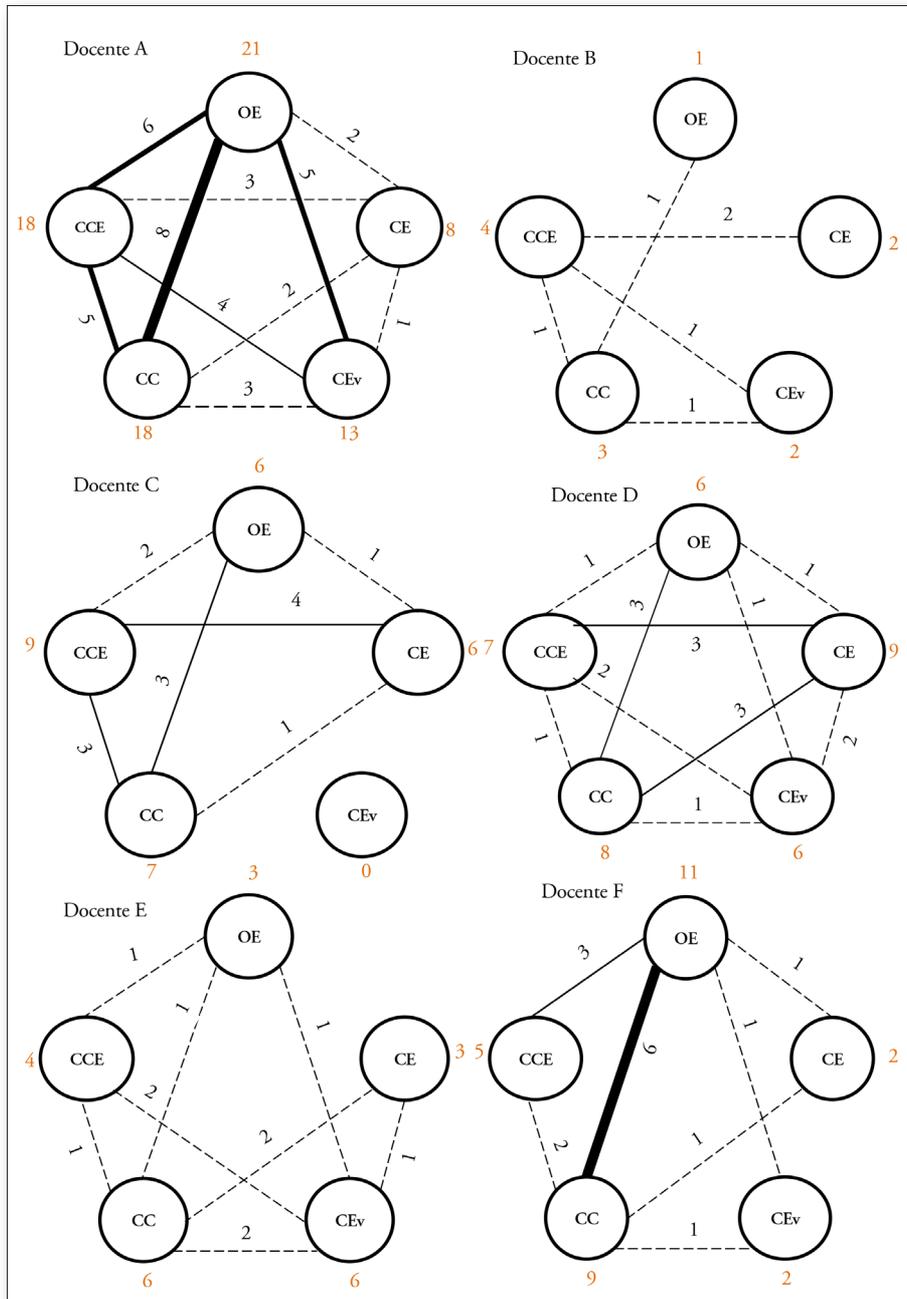
A partir de este análisis, identificamos conocimientos docentes que exceden los componentes del modelo pentagonal de CDC de Park y Oliver (2008), por ejemplo, cuando los formadores de profesores mencionan la heterogeneidad de trayectorias escolares y niveles socioeconómicos como generadores de una gran diversidad en las producciones elaboradas por los estudiantes. El siguiente fragmento de entrevista permite ilustrar la situación:

Dentro de cada grupo hay mucha heterogeneidad de trayectorias escolares, hay estudiantes que tienen un nivel socioeconómico alto y cuando plantean una pregunta o una reflexión de un texto, lo que escriben tiene mucha más profundidad que sus compañeros, manejan más vocabulario (docente H).

Si bien inicialmente categorizamos esta expresión como CCE (tabla 1), creemos que podría tratarse de un conocimiento diferente a los cinco componentes del modelo pentagonal de CDC, y que influye directamente en la enseñanza y el aprendizaje de la DCE, como es el conocimiento del contexto sociocultural y económico.

### Tendencias en la integración de componentes del CDC sobre la DCE reveladas por los mapas de CDC

En la figura 3, los mapas integrados del CDC declarativo sobre la enseñanza de la DCE para cada docente reflejaron diversidad en la cantidad y el tipo de integraciones entre los componentes del modelo pentagonal. En lo particular, destacaron CCE (docentes B, C e I) y OE (docentes A, F y G), por ser los componentes con el mayor número de integraciones (tabla 2, columna 8), y CEv, por haber presentado el menor número de integraciones, siendo incluso nulas en el mapa de CDC de los docentes C y G (figura 3).



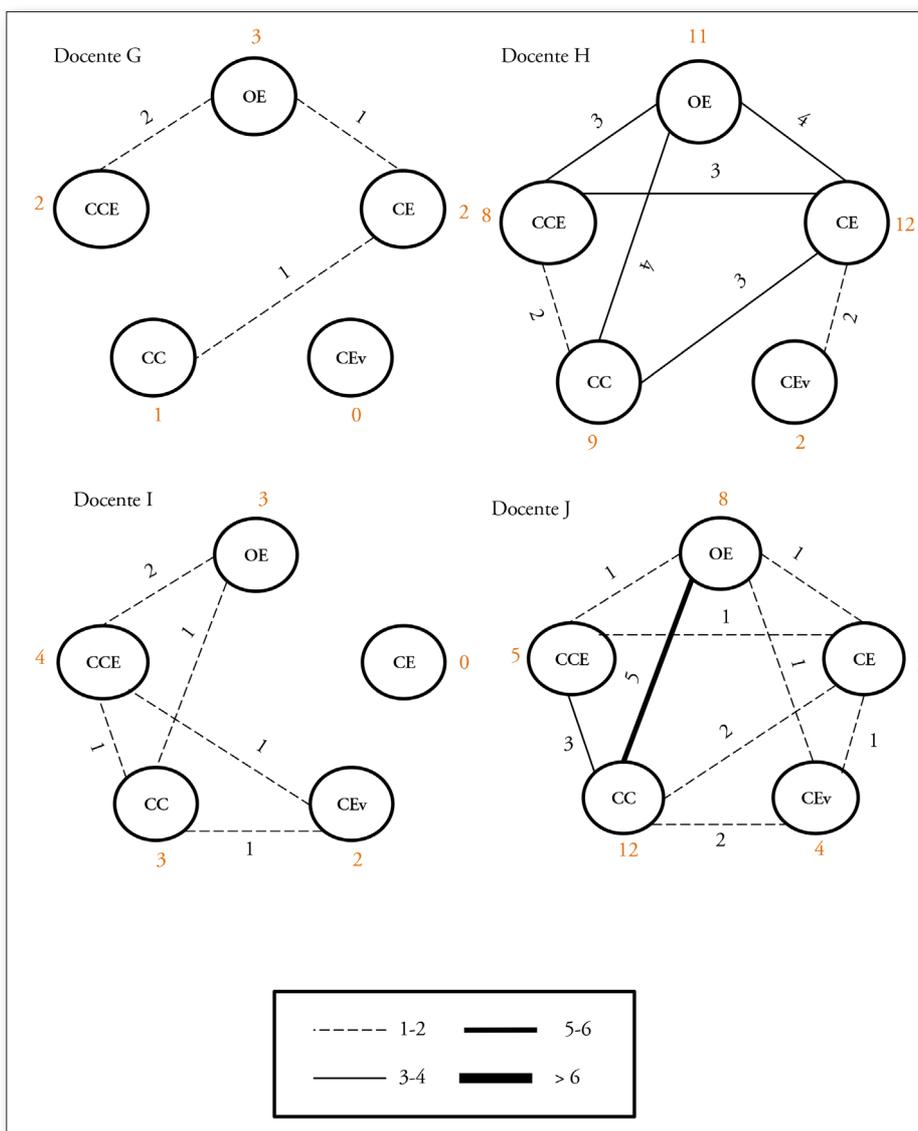


Fig. 3. Mapas integrados del CDC declarativo sobre la enseñanza de la DCE para cada docente (A-J). Las líneas punteadas indican integraciones débiles (1 y 2); las continuas y delgadas, integraciones moderadas (3 y 4); las continuas, pero de más grosor, integraciones más fuertes (5 y 6); y las líneas continuas más gruesas, integraciones aún más fuertes (mayores de 6). La referencia de los componentes se encuentra en la figura 1.

En la figura 3, podemos identificar dos grupos de mapas de CDC según la cantidad de componentes relacionados. En el primer grupo, se encuentran los que presentaron los cinco componentes integrados (tabla 2, columna 6), ya sea todos entre sí (docentes A, D y J) o solo algunos (docentes B, E, F y H) (figura 3). En el segundo grupo, quedan circunscritos los mapas de CDC, conformados por cuatro componentes y con un menor número total de integraciones entre sí (tabla 2, columna 7). Por ejemplo, en los mapas de CDC de los docentes C, G e I, los componentes CEv o CE no se integraron en el resto de los componentes (figura 3). Estos resultados no deben interpretarse como la ausencia de conocimientos docentes sobre CEv y CE de la DCE, sino que las expresiones referidas a estos componentes no se relacionaron explícitamente con otros componentes del CDC y, por lo tanto, no con-

formaron un episodio de CDC. En lo particular, advertimos en el docente I la ausencia de titulación específica para la enseñanza (tabla 2, columna 3).

Por otro lado, los mapas de CDC demostraron que un alto número total de integraciones en el mapa final de CDC (tabla 2, columna 7) no fue indicador de poseer integraciones más diversas (tabla 2, columna 9). Por ejemplo, el docente D integra los 5 componentes del CDC, posee un número total de integraciones en el mapa final de CDC de 36 (tabla 2, columna 7) y todos sus componentes conectan entre sí por igual (tabla 2, columna 9). En cambio, el docente H, quien también integra los 5 componentes, arrojó un número total de integraciones (42) mayor que el docente D, pero no integró todos sus componentes por igual y obtuvo una menor diversidad de componentes integrados (tabla 2, columna 9).

Tabla 2.

Perfil académico general de los formadores de profesores participantes en este estudio junto al análisis descriptivo del CDC sobre la DCE revelado por los mapas de CDC

<i>Docente</i>	<i>Edad</i>	<i>Formación académica</i>	<i>Años de experiencia docente</i>	<i>Años de experiencia en CNyDII</i>	<i>Número de componentes integrados en el mapa final de CDC</i>	<i>Número total de integraciones en el mapa final de CDC</i>	<i>Componente(s) con el mayor número de integraciones (n)</i>	<i>Componente(s) con las integraciones más diversas (n)</i>
A	57	Profesora en ciencias biológicas, bióloga, especialista en docencia universitaria	32	20	5	78	OE (21)	OE, CE, CEv, CC y CCE (5)
B	57	Profesora para la enseñanza primaria, ingeniera agrónoma y especialista en recursos fitogenéticos	37	16	5	12	CCE (4)	CCE, CC (3)
C	31	Licenciada en gestión ambiental, trayecto de formación pedagógica y diplomatura en neurociencia y su aprendizaje	5	2	4	28	CCE (9)	OE, CC y CCE (3)
D	55	Profesora en ciencias biológicas	22	19	5	36	CE (9)	OE, CE, CEv, CC y CCE (5)
E	41	Biólogo y profesor en ciencias biológicas, maestría en ambiente	5	3	5	22	CEv y CC (6)	CC y CEv (4)

<i>Docente</i>	<i>Edad</i>	<i>Formación académica</i>	<i>Años de experiencia docente</i>	<i>Años de experiencia en CNYDII</i>	<i>Número de componentes integrados en el mapa final de CDC</i>	<i>Número total de integraciones en el mapa final de CDC</i>	<i>Componente(s) con el mayor número de integraciones (n)</i>	<i>Componente(s) con las integraciones más diversas (n)</i>
F	42	Profesora elemental de educación primaria, profesora de biología y estudiante de la carrera de Biología	13	8	5	29	OE (11)	OE (4)
G	54	Bióloga, profesora de Biología y especialista en ingeniería ambiental	28	25	4	8	OE (3)	OE, CE y CCE (2)
H	45	Licenciada en Nutrición, trayecto de formación docente	4	1	5	42	CE (12)	CE (4)
I	48	Bióloga	16	16	4	12	CCE (4)	CCE y CC (3)
J	No menciona	Profesora de biología, licenciada en enseñanza de la ciencia, cursa maestría en Pedagogía	12	10	5	34	CC (12)	OE, CE y CCE (4)

### Pares de integraciones de los componentes del CDC sobre la DCE más frecuentes

Analizamos los pares de componentes integrados con mayor frecuencia en los mapas de CDC sobre la DCE, y encontramos en primer lugar el par OE-CC (8, 6, 4 y 5 para los docentes A, F, H y J, respectivamente) (figura 3). Esto indica que los formadores de profesores de este estudio toman decisiones para la enseñanza de la DCE basándose en los materiales curriculares. Esto se refleja en el siguiente fragmento de la entrevista: «Decido hacer hincapié (OE) en algunos contenidos como transposición didáctica, ciencia escolar y ciencia erudita, también las hago reflexionar que tenemos que generar un conflicto en el niño para que él pueda hacer un cambio conceptual (CC)» (docente H).

El segundo par de componentes más integrados fue CCE-CE (3, 2, 4 para los docentes D, B y C, respectivamente) (figura 3). Este hallazgo indica que los formadores de profesores desarrollan estrategias de enseñanza considerando los conocimientos de sus estudiantes, tal como se aprecia en el siguiente fragmento de la entrevista:

Aparece mucho el modelo tradicional o a lo sumo el tecnológico, actividades como completar, unir con flechas o verdadero y falso (CCE). Entonces empiezo con la problematización, y les pregunto ¿cuál es otra forma de enseñanza?, ¿a qué apunta este tipo de actividades?, ¿me sirve para construir conocimiento?, también trabajamos analizando planificaciones (CE) (docente A).

### Integración de componentes del CDC sobre la DCE con relación a los años de experiencia en la enseñanza

Con relación a los años de servicio o años de experiencia en la enseñanza de CNYDII, evidenciamos que, por un lado, el mapa del docente C obtuvo un alto número total de integraciones (28, columna 7, tabla 2), siendo sus años de servicio y enseñando CNYDII (5 y 2, respectivamente, columnas 3 y 4, tabla 2) menores que los del docente G, cuyo mapa contó con un menor número total de integraciones (8, tabla 2), pero sus años de servicio y enseñando CNYDII son mayores (28 y 25, respectivamente, tabla 2). Esta interpretación cualitativa está en línea con el análisis de correlación (tabla 3), cuyos resultados reflejan la inexistencia de una relación significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre los años de experiencia docente y los de experiencia en CNYDII con la integración de componentes del CDC sobre la DCE.

Tabla 3.

Resultados del análisis de correlación de Pearson sobre la incidencia de los años de servicio y de experiencia en CNYDII en la integración de los componentes del CDC sobre la DCE

	<i>Años de experiencia docente</i>		<i>Años de experiencia en CNYDII</i>	
	<i>Coefficiente de correlación</i>	<i>Significancia bilateral</i>	<i>Coefficiente de correlación</i>	<i>Significancia bilateral</i>
Número total de integraciones en el mapa final de CDC	0,050	0,890	-0,034	0,926
Número de componentes integrados en el mapa final de CDC	0,062	0,865	-0,192	0,596
Componentes con el mayor número de integraciones	0,004	0,990	0,010	0,978
Componente con las integraciones más diversas	-0,182	0,615	0,246	0,494

## DISCUSIÓN

En este trabajo, describimos e interpretamos el CDC de diez formadores de profesores de PEP a cargo de la asignatura CNYDII, y la forma en la que los saberes integrantes de CDC se relacionan e integran para la enseñanza de la DCE. A partir de los resultados, podemos afirmar que la diversidad de mapas de CDC puso en evidencia el carácter idiosincrático del CDC de los docentes (Park y Chen, 2012; Ravalan Moreno y López-Cortés, 2016). Esta idiosincrasia del CDC se manifiesta en la selección que los docentes realizan de ciertos contenidos de DCE, que a su vez cuentan con estrategias de enseñanza, dificultades para el aprendizaje y conceptos erróneos asociados. Además, los docentes establecen objetivos y métodos de evaluación basados en el grupo de estudiantes al cual se dirige la enseñanza (Mapulanga et al., 2024).

Respecto a la complejidad de los mapas de CDC, se ha considerado que cuanto mayor es la integración entre componentes más complejos resultan estos (Chan, 2022; Park y Suh, 2019). En este sentido, podemos decir que los mapas de CDC de los docentes A, D y J (figura 3) fueron los más complejos por contar con los números totales de integraciones más altos y por integrar todos sus componentes entre sí. Si consideramos que para Park y Chen (2012) un mapa de CDC que tiene todos sus componentes integrados pone en juego toda la estructura de su CDC para promover el aprendizaje de los estudiantes, identificamos a los docentes A, D y J como los que tienen el CDC de más alta complejidad para la

enseñanza de la DCE. Por el contrario, los mapas de los docentes C, G e I fueron los más simples, indicando una enseñanza más desarticulada a la hora de evaluar o desarrollar estrategias para la enseñanza de la DCE, ya que o bien no lo hacen con relación a otros saberes (como los conocimientos previos del estudiantado y los temas que se enseñan), o bien estos no son considerados para la toma de decisiones sobre la enseñanza de la DCE. En este punto, la falta de titulación específica para la enseñanza en el docente I (tabla 2) podría explicar el resultado de un CDC para la enseñanza de la DCE más simple y con menores integraciones entre componentes. Este caso particular invita a reflexionar sobre el conocimiento de la disciplina que debe enseñarse, en este caso la DCE, y reconocer que para la enseñanza se requieren métodos e instrumentos específicos que permitan reconocer modos de procesar saberes y comunicar información a personas que no poseen los mismos códigos y tiempos de procesamiento del conocimiento que el docente (Feldman, 2010). Lo anterior es válido especialmente cuando el objeto de enseñanza es la DC, disciplina para la que su enseñabilidad ha constituido un argumento central en su proceso de consolidación (Adúriz-Bravo e Izquierdo, 2002).

Al mismo tiempo, si bien no hemos detectado otras investigaciones sobre el CDC sobre la DCE, podemos referir las coincidencias con estudios que analizan la integración de componentes del CDC sobre saberes disciplinares de las ciencias naturales, tales como la preponderancia de CCE y OE (Dueñas, 2019; Park y Suh, 2019; Reynolds y Park, 2021). Esto podría indicar que ambos componentes están influenciando significativamente el CDC de los docentes, al servir como un mapa conceptual que guía las decisiones de la enseñanza (Gao et al., 2021), en nuestro caso, de la DCE, a través de la elección de las estrategias de enseñanza, la evaluación de los aprendizajes y el conocimiento y uso de los materiales curriculares.

Con relación a los pares de componentes con las integraciones más frecuentes, detectamos en primer lugar la de OE-CC. La frecuente integración entre estos dos componentes en los mapas de CDC indica que las decisiones para la enseñanza de la DCE se basan principalmente en los materiales curriculares, el trabajo con otras asignaturas y el diseño curricular de la Educación Primaria.

El segundo par de componentes con integraciones más frecuentes fue la de CCE-CE. Es decir, los formadores de profesores desarrollan las estrategias de enseñanza de la DCE considerando los saberes previos del estudiantado. Coincidimos con Park y Chen (2012) al manifestar que la integración entre estos dos componentes es esperada, dado que los docentes deben conocer lo que los estudiantes ya saben y las posibles dificultades para aprender un tema en particular, y generar así estrategias de enseñanza apropiadas. A ello podemos añadir la complejidad de la asignatura CNyDII, en la que los formadores de profesores deben enseñar DCE y luego solicitar a sus estudiantes que se valgan de ella para enseñar contenidos de las CN.

En el otro extremo, los mapas de CDC de la DCE mostraron la CEv como el componente menos integrado, lo que también ha sido reportado en otras investigaciones (Dueñas, 2019; Park y Suh, 2019). Esto estaría indicando que rara vez se piensa la evaluación de la DCE junto al conocimiento de los estudiantes, los materiales curriculares, las estrategias de enseñanza y las decisiones o los modelos de enseñanza y aprendizaje adoptados por los profesores. Por lo tanto, destacamos la necesidad de seguir estudiando cómo se integra el CEv en el CDC de los profesores, ya que un mejor conocimiento de este componente podría estimular su integración con otros componentes del CDC (Kaya, 2009; Park y Chen, 2012). En ese sentido, se podría considerar una oportunidad para repensar la evaluación y considerarla en términos de oportunidades de aprendizaje, lo que implica a su vez valerse de ella para reorientar la enseñanza, analizando y articulando los resultados del estudiantado (Anijovich y Cappelletti, 2018) y otros componentes del CDC, como las estrategias de enseñanza, los contenidos abordados y las decisiones sobre la enseñanza.

Con relación al conocimiento del contexto, reconocemos que, para el MCR del CDC, *contexto* se refiere a una multiplicidad de factores que median el aprendizaje, entre los que se encuentran las

características de los estudiantes (Carlson et al., 2019). Para Şen (2023), esta definición puede generar confusión con el componente CCE del modelo pentagonal de CDC. Sin embargo, el autor señala que el contexto del MCR es un aspecto general de la vida del estudiantado y que la CCE se refiere a los conocimientos previos de los estudiantes para un tema específico, sus dificultades y conceptos erróneos. Con base en ello, detectamos en nuestros resultados expresiones docentes que codificamos inicialmente como CCE, pero que pueden corresponder a una característica del contexto que influye explícitamente en la comprensión de la DCE por parte de los estudiantes (es decir, el contexto como componente del modelo pentagonal del CDC, más que un conocimiento genérico del MCR). Así, en línea con los trabajos de Dueñas (2019), recomendamos que se profundicen las investigaciones en las que se considere al conocimiento del contexto como un sexto componente del modelo de CDC, el cual, a su vez, ejerce una gran influencia en la concepción de la ciencia de los futuros docentes (Fernández-Carro et al., 2023).

Finalmente, no pudimos determinar que los años de servicio y enseñando CNYDII fueran factores que incidan significativamente en la complejidad de los mapas de CDC, al contrario que otros autores (Aydin y Boz, 2013; Stender et al., 2017). Nuestros resultados pueden explicarse al considerar que el CDC de los docentes se consolida a partir de diferentes fuentes de conocimiento, no solo por los años de ejercicio profesional (Carlson et al., 2019). Así, el CDC de cada docente se nutre de diferentes bases de conocimiento profesional más amplias (por ejemplo, el conocimiento del contenido, el conocimiento pedagógico), que son genéricas y se obtienen durante la experiencia, instancias formativas o de manera autodirigida o informal ante la necesidad de enseñar una materia que no estudiaron formalmente (Carlson et al., 2019).

## CONCLUSIONES

Esta investigación permitió examinar cómo se relacionan los componentes del CDC de formadores de profesores sobre la DCE mediante el mapeo de CDC, identificando la CCE y la OE como los componentes con integraciones más frecuentes y la CEv como el componente más aislado. Además, el presente estudio es el primero en aportar evidencia empírica para los estudios sobre el CDC sobre la DCE en Argentina, así como en la comunidad internacional. Esto permite establecer diálogos entre las personas que ejercen la docencia y quienes realizamos investigación sobre la enseñanza, así como reconsiderar el estatus epistemológico que se otorga al campo didáctico –específicamente a la DCE– en la formación del profesorado. A su vez, los resultados sobre el CDC y los conocimientos puestos en juego por los docentes sobre la DCE (por ejemplo, las dificultades de los estudiantes de profesorado, las estrategias didácticas desplegadas, etc.) pueden servir como una herramienta de reflexión y formación continua para los propios docentes y las instituciones formadoras. En ese sentido, sugerimos a las instituciones de formación docente considerar instancias de actualización académica para el profesorado que respondan a la evidente necesidad de profundizar los saberes didácticos sobre los diferentes componentes del modelo de CDC, con énfasis en la CEv, así como consolidar un cuerpo de formadores de profesores con trayectoria y formación profesional vinculada a las asignaturas que los tiene como responsables.

Consideramos necesario reparar en las limitaciones que presenta nuestro trabajo. En primer lugar, el CDC fue empleado como construcción dinámica (Shulman, 2015), característica que, sumada al diseño metodológico adoptado, conlleva que nuestros resultados reflejen un momento específico de la configuración de los saberes docentes sobre la DCE, pudiendo no ser representativos a largo plazo ni permitir la observación de posibles cambios en los mapas de CDC. Además, la idiosincrasia del CDC y el reducido número de docentes entrevistados no aseguran una potencial búsqueda de reglas o el establecimiento de normas sobre la enseñanza de la DCE. No obstante, sería provechoso disponer de más estudios sobre el CDC de formadores de profesores sobre DCE para identificar similitudes o aspectos relevantes entre los diferentes grupos.

A su vez, advertimos como otra limitación el uso de las entrevistas como único instrumento para representar el CDC, tras haber excluido el tercer paso del mapeo de CDC (Reynolds y Park, 2021), que se refiere a la triangulación de datos obtenidos de diferentes instrumentos (observaciones de clases, entrevistas predesarrollo y posdesarrollo de la clase, planificaciones docentes, etc). Esta simplificación deriva en la pérdida de las fortalezas metodológicas y la solidez inherentes al mapeo de CDC (Chan, 2022). A esto se le añade una limitación original de este enfoque metodológico, que asume que todas las conexiones entre componentes tienen la misma fuerza, lo que termina por enmascarar el carácter e importancia de cada una de esas integraciones (Chan, 2022).

Finalmente, si bien la enseñanza incluye una fase de planificación, promulgación y reflexión (Park y Suh, 2019), el análisis del CDC a través de la ReCo puede resultar incompleto para capturar la complejidad del CDC sobre la DCE. Esto pone de relieve la necesidad de profundizar en los estudios de manera que no se limiten a una sola dimensión de la enseñanza y nos permitan identificar no solo las integraciones entre los componentes del CDC, sino también las interacciones entre las diferentes dimensiones de expresión del CDC (CDCe, CDCp y CDCc) (Chan, 2022).

## REFERENCIAS

- Adúriz-Bravo, A. e Izquierdo, A. M. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(3), 130-140. [https://web.archive.org/web/20180410153209id\\_/http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen1/REEC\\_1\\_3\\_1.pdf](https://web.archive.org/web/20180410153209id_/http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen1/REEC_1_3_1.pdf)
- Anijovich, R. y Cappelletti, G. (2018). *La evaluación como oportunidad*. Paidós.
- Aydin, S. y Boz, Y. (2013). The nature of integration among PCK components: A case study of two experienced chemistry teachers. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(4), 615-624. <https://doi.org/10.1039/C3RP00095H>
- Bermudez, G. M. A. (2022). Cuando el objeto de aprendizaje es la enseñanza. La co-enseñanza en una comunidad de aprendizaje para la formación docente inicial en una didáctica específica. *Praxis Educativa*, 26(2), 159-184. <https://doi.org/10.19137/praxiseducativa-2022-260209>
- Bermudez, G. M. A., García, L. P. y Cisnero, K. G. (2020). Didáctica de las ciencias para una ciudadanía crítica. Reflexiones y prácticas contextualizadas para problemáticas de ambiente y salud. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 22. <https://doi.org/10.1590/21172020210132>
- Bolívar, A. (2005). Conocimiento didáctico del contenido y didácticas específicas. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 9(2), 1-39. <https://revistaseug.ugr.es/index.php/profesorado/article/view/19753>
- Camilloni, A. R. W. (2016a). Didáctica general y didácticas específicas. En A. R. W. Camilloni, E. Cols, L. Basabe y S. Feeney (Eds.), *El saber didáctico* (pp. 23-40). Paidós.
- Camilloni, A. R. W. (2016b). Justificación de la didáctica. En A. R. W. Camilloni, E. Cols, L. Basabe y S. Feeney (Eds.), *El saber didáctico* (pp. 19-22). Paidós.
- Camilloni, A. R. W. (2016c). La pluralidad de campos en la investigación sobre la enseñanza en la educación superior. En M. Insaurralde (Ed.), *La enseñanza en la educación superior* (pp. 41-50). Noveduc.

- Carlson, J., Daehler, K. R., Alonzo, A. C., Barendsen, E., Berry, A., Borowski, A., Carpendale, J., Chan, K. K. H., Cooper, R., Friedrichsen, P., Gess-Newsome, J., Henze-Rietveld, I., Hume, A., Kirschner, S., Liepertz, S., Loughran, J., Mavhunga, E., Neumann, K., Nilsson, P., ... Wilson, C. D. (2019). The refined consensus model of pedagogical content knowledge in science education. In A. Hume, R. Cooper y A. Borowski (Eds.), *Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching science* (pp. 77-94). Springer.  
[https://doi.org/10.1007/978-981-13-5898-2\\_15](https://doi.org/10.1007/978-981-13-5898-2_15)
- Chan, K. K. H. (2022). A critical review of studies using the pedagogical content knowledge map approach. *International Journal of Science Education*, 44(3), 487-513.  
<https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2035011>
- Cols, E. (2016). Problemas de la enseñanza y propuestas didácticas a través del tiempo. En A. R. W. Camilloni, E. Cols, L. Basabe y S. Feeney (Eds.), *El saber didáctico* (pp. 71-124). Paidós.
- Dueñas, R. A. M. (2019). *Conocimiento didáctico del contenido de la alimentación y la nutrición humana en profesores de Bogotá*. [Tesis doctoral, Universidad Pedagógica Nacional]. Repositorio Institucional UPN. <http://upnblib.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/11372>
- Edelstein, G. (2007). Didáctica y orientaciones prácticas. ¿Una obstinación o un desafío? Aportes al debate. *Itinerarios Educativos*, 1(3), 38-59.  
<https://doi.org/10.14409/ie.v1i3.3913>
- Feldman, D. (2010). *Didáctica general. Aportes para el desarrollo curricular*. Ministerio de Educación. <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL002480.pdf>
- Fernández-Carro, R., Vílchez, J. E., Vílchez-González, J. M. y Ezquerro, A. (2023). Multivariate analysis of beliefs in pseudoscience and superstitions among pre-service teachers in Spain. *Science & Education*, 32, 909-925.  
<https://doi.org/10.1007/s11191-022-00354-y>
- Gao, S., Damico, N. y Gelfuso, A. (2021). Mapping and reflecting on integration of the components of pedagogical content knowledge (PCK) for teaching natural selection: A case study of an experienced middle-school science teacher. *Teaching and Teacher Education*, 107, 103473.  
<https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103473>
- Hernández Sampieri, R., Fernández C. C. y Baptista, L. M. P. (2010). *Metodología de la Investigación*. Mc Graw Hill.
- Hoz, G. (2016). *Estudiar los carnavales. Lecturas y escrituras en contextos de estudio de ciencias sociales*. [Tesis de maestría, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. UNLP]. Archivos de Ciencias de la Educación, UNLP. <http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/tesis/te.1238/te.1238.pdf>
- Litwin, E. (1996). El campo de la didáctica: la búsqueda de una nueva agenda. En A. Camilloni, M. C. Davini, G. Edelstein, E. Litwin, M. Souto y S. Barco (Eds.), *Corrientes didácticas contemporáneas* (pp. 91-115). Paidós.
- 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.  
<https://doi.org/10.1002/tea.20007>
- Magnusson, S., Krajcik, J. y Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. En J. Gess-Newsome y N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 95-132). Kluwer Academic Publishers.

- Mapulanga, T., Ameyaw, Y., Nshogoza, G. y Bwalya, A. (2024). Integration of topic-specific pedagogical content knowledge components in secondary school science teachers' reflections on biology lessons. *Discover Education*, 3(1), 1-19.  
<https://doi.org/10.1007/s44217-024-00104-y>
- Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba. (2015). *Diseños Curriculares. Profesorado de Educación Inicial. Profesorado de Educación Primaria*. Córdoba. [https://ensurquiza-cba.infed.edu.ar/sitio/upload/Disenio\\_Curr\\_Primary\\_Inicial\\_2015.pdf](https://ensurquiza-cba.infed.edu.ar/sitio/upload/Disenio_Curr_Primary_Inicial_2015.pdf)
- Park, S. (2019). Reconciliation between the refined consensus model of PCK and extant PCK models for advancing PCK research in science. En A. Hume, R. Cooper y A. Borowski (Eds.), *Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching science* (pp. 177-128). Springer.  
[https://doi.org/10.1007/978-981-13-5898-2\\_2](https://doi.org/10.1007/978-981-13-5898-2_2)
- Park, S. y Chen, Y. (2012). Mapping out the integration of the components of pedagogical content knowledge (PCK): Examples from high school biology classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(7), 922-941.  
<https://doi.org/10.1002/tea.21022>
- Park, S. y Oliver, J. S. (2008). National Board Certification (NBC) as a catalyst for teachers' learning about teaching: The effects of the NBC process on candidate teachers' PCK development. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(7), 812-834.  
<https://doi.org/10.1002/tea.20234>
- Park, S. y Suh, J. K. (2019). The PCK map approach to capturing the complexity of enacted PCK (ePCK) and pedagogical reasoning in science teaching. En A. Hume, R. Cooper y A. Borowski (Eds.), *Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching science* (pp. 185-197). Springer.  
[https://doi.org/10.1007/978-981-13-5898-2\\_2](https://doi.org/10.1007/978-981-13-5898-2_2)
- Patton, M. Q. (2014). *Qualitative research and Evaluation Methods*. SAGE Publications.
- Picco, S. (2022). Nuevos referentes teóricos y prácticos para pensar la didáctica. *InterCambios. Dilemas y transiciones de la Educación Superior*, 9(2). <https://ojs.intercambios.cse.udelar.edu.uy/index.php/ic/article/view/355>
- Picco, S. y Cordero, S. (2021). Articulaciones y tensiones entre la Didáctica General y la Didáctica de las Ciencias Naturales: algunas perspectivas analíticas. *Praxis Educativa*, 25(1), 1-21.  
<https://doi.org/10.19137/praxiseducativa-2021-250115>
- Reynolds, W. M. y Park, S. (2021). Examining the relationship between the educative teacher performance assessment and preservice teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 58(5), 721-748.  
<https://doi.org/10.1002/tea.21676>
- Ravanelo Moreno E. y López-Cortés F. (2016). Mapa del conocimiento didáctico y modelo didáctico en profesionales del área biológica sobre el contenido de célula. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(3), 725-742. <https://rodin.uca.es/handle/10498/18508>
- Şen, M. (2023). Suggestions for the analysis of science teachers' pedagogical content knowledge components and their interactions. *Research in Science Education*, 1-15.  
<https://doi.org/10.1007/s11165-023-10124-7>
- Shulman, L. (2015). PCK: Its genesis and exodus. En A. K. Berry, P. Friedrichsen, y J. J. Loughran (Eds.), *Re-examining pedagogical content knowledge in science education* (pp. 3-13). Routledge.
- Stender, A., Brückmann, M. y Neumann, K. (2017). Transformation of topic-specific professional knowledge into personal pedagogical content knowledge through lesson planning. *International Journal of Science Education*, 39(12), 1690-1714.  
<http://doi.org/10.1080/09500693.2017.1351645>

---

# Pedagogical Content Knowledge of Teacher Educators about Science Education

María Emilia Ottogalli, Gonzalo M.A. Bermudez  
Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.  
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina  
[emilia.ottogalli@unc.edu.ar](mailto:emilia.ottogalli@unc.edu.ar), [gbermudez@unc.edu.ar](mailto:gbermudez@unc.edu.ar)

Science education is part of the primary education teacher training programs of the province of Córdoba in Argentina, particularly in curricular spaces that group together pedagogical-didactic and disciplinary knowledge of natural sciences, such as «Natural Sciences and its Teaching Method II» (NS&TM II). To find out what type of knowledge teacher educators mobilize in this subject, we used the pedagogical content knowledge (PCK) construct. PCK comprises discrete components that, during teaching, are integrated and combined. We adopted the pentagon PCK model (Park & Oliver, 2008) to conduct an analysis of the integration of the components of teacher educators' PCK in science education. The components are orientation to teaching science (OTS), knowledge of instructional strategies for teacher science (KISR), knowledge of assessment of science learning (KA), knowledge of science curriculum (KSC) and knowledge of the students' understanding of science (KSU). Based on the literature review, we have observed that there is no research done on the integration of PCK components in science education with teacher educators and that no PCK study has been carried out on science education as objects of teaching. It is thus important to fill the existing gap in the knowledge of the integration among the components of teacher educators' PCK on science education. Hence, we aim to recognize the integration that occurs among the components of the PCK on science education provided by ten elementary education teacher educators through the PCK map approach, and make contributions to teacher training, particularly in primary education. The present study adopts a mixed methodology (quantitative and qualitative) with an exploratory and descriptive research design. We conducted semi-structured individual interviews, which included the questions of the content representation (CoRe) tool, with ten teachers who should be heads of the subject NS&TM II in non-university higher education institutions that offer primary level teaching courses in the city of Córdoba. We used the PCK mapping approach to understand how the teacher educator's knowledge relates to and interacts with and we performed a Pearson correlation analysis to determine if there was any relationship between years of service, years of experience in teaching NS&TM II, and the integration of the PCK components. The results reveal that teacher educators expressed knowledge within the five components of the PCK of science education. Regarding the integration of the PCK components, the first most integrated pair of components of the PCK maps was OTS-KSC, indicating that the teacher educators make decisions for teaching science education based on the curriculum materials. The second most integrated pair of components was KISR-KSU, which indicates that teacher educators develop teaching strategies by taking into account their students' knowledge. In turn, the results of the correlation analysis showed that there was no significant relationship between the years of teaching experience and the years of experience in NS&TM II and the integration of PCK components in science education. Additionally, we identified teachers' knowledge that exceeds the components of Park & Oliver's (2008) pentagon model of PCK. We believe that there would be a different knowledge from the other five of the PCK map, and that it directly influences the teaching and learning of science education, such as the context knowledge. The present study is the first to provide empirical evidence for PCK studies in Argentina, as well as in the international community, regarding PCK in science education. The findings of this research can serve as a tool for reflection and further training for both teachers and training institutions. For this reason, we suggest that these teacher training entities consider offering academic refresher courses for teachers to address the evident need to deepen their knowledge of the various components of the PCK model, with an emphasis on KA.