



Aprender sobre el contenido y sobre su enseñanza. ¿Cómo lograr ambas cosas en simultáneo?

- Learning About Content and Its Teaching: How to Achieve Both Simultaneously?
- Aprender sobre el contenido y sobre su enseñanza: cómo lograr ambas cosas simultáneamente?

Nicolás Velasco*  
Laura Buteler**  

Forma de citar este artículo:

Velasco, N. y Buteler, L. (2025). Aprender sobre el contenido y sobre su enseñanza. ¿Cómo lograr ambas cosas en simultáneo? *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (58), 140 - 162. <https://doi.org/10.17227/ted.num58-20810>

Resumen

La formación inicial del profesor es el momento en el que los futuros docentes pueden apropiarse del contenido de una disciplina y de las herramientas para su enseñanza. Esta amalgama de conocimientos se conoce como Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC). Estudios previos muestran que los espacios de las didácticas específicas no alcanzan para construir un CPC competente y que los espacios disciplinares podrían contribuir a ese fin. En este trabajo, se analiza la relación entre el aprendizaje de un contenido en el espacio curricular de Fenómenos Electromagnéticos (FE) y el aprendizaje sobre su enseñanza en un curso, cuya particularidad es que el docente orienta la enseñanza a partir de resultados de investigación en didáctica de las ciencias. La metodología implementada corresponde al análisis de casos. Se utilizaron diversos registros tales como las videograbaciones de las clases, las producciones de los estudiantes y una entrevista semi estructurada para caracterizar la apropiación del contenido y el CPC de los futuros docentes luego de experimentar la cursada de FE. Los resultados muestran que los estudiantes que evidencian apropiación del contenido logran fortalecer en mayor medida su CPC.

Palabras clave

apropiación; conocimiento pedagógico del contenido; física; formación del profesorado

* Doctor en Educación en Ciencias Básicas y Tecnología. Profesor asistente, Grupo de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología, Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina. Becario del CONICET, Instituto de Física Enrique Gaviola, Córdoba, Argentina. nicolas.velasco@unc.edu.ar

** Doctora en Física. Profesora titular, Grupo de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología, Facultad de Matemáticas, Astronomía, Física y Computación, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina. Investigadora Independiente, CONICET del Instituto de Física Enrique Gaviola, Córdoba, Argentina. laura.buteler@unc.edu.ar

Artículo de Investigación

Fecha de recepción: 14/02/2024
Fecha de aprobación: 03/04/2025
Fecha de publicación: 01/07/2025



Abstract

Initial teacher education is the stage at which future teachers can appropriate the content of a discipline and the tools for teaching it. This blend of knowledge is referred to as Pedagogical Content Knowledge (PCK). Previous studies show that subject-specific didactics courses are not sufficient to develop robust PCK, and that disciplinary courses could contribute to this goal. This study analyses the relationship between content learning in the “Electromagnetic Phenomena” course and learning about its teaching in a subject where the instruction is guided by findings from science education research. A case study methodology was employed. Various data sources were used, including video recordings of lessons, student outputs, and a semi-structured interview, to characterise the appropriation of content and PCK by future teachers after completing the course. The results indicate that students who demonstrated content appropriation were more likely to significantly enhance their PCK.

Keywords

[appropriation](#); [pedagogical content knowledge](#); [physics](#); [teacher education](#)

Resumo

A formação inicial docente é o momento em que os futuros professores podem se apropriar do conteúdo de uma disciplina e das ferramentas para o seu ensino. Essa combinação de saberes é conhecida como conhecimento didático do conteúdo (CDC). Estudos anteriores mostram que os espaços das didáticas específicas não são suficientes para a construção de um CDC sólido, e que os espaços disciplinares podem contribuir para esse fim. Neste trabalho, analisa-se a relação entre a aprendizagem de um conteúdo no componente curricular de “Fenômenos Eletromagnéticos” e a aprendizagem sobre sua ensinabilidade em um curso cuja particularidade é a orientação do ensino com base em resultados de pesquisas em didática das ciências. A metodologia adotada corresponde à análise de casos. Foram utilizados diversos registros, como videograções das aulas, produções dos estudantes e uma entrevista semiestruturada, com o objetivo de caracterizar a apropriação do conteúdo e do CDC por parte dos futuros docentes após a experiência no curso. Os resultados mostram que os estudantes que demonstram apropriação do conteúdo conseguem fortalecer mais significativamente seu CDC.

Palavras-chave

[apropriação](#); [conhecimento didático do conteúdo](#); [física](#); [formação docente](#)

Introducción

La formación inicial del profesor es el momento en el que los futuros docentes construyen las herramientas necesarias para apropiarse del contenido disciplinar y de las estrategias para su enseñanza. Esto implica que los estudiantes del profesorado no solo deben desarrollar un conocimiento amplio y profundo de la física, sino también deben conocer sobre la manera que comprenden los estudiantes, sobre la vida de las aulas, sobre los documentos curriculares, sobre los recursos didácticos, entre otros. Esta amalgama de conocimientos es lo que la literatura refiere como Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC) (Shulman, 1986).

Tradicionalmente, se han considerado tres aspectos en la formación de los profesores de ciencias: el conocimiento del contenido, el conocimiento pedagógico y el conocimiento sobre las prácticas de enseñanza. Este modelo sumativo ha sido criticado desde diferentes perspectivas (Marcelo, 1989; McDermott, 1990) porque no facilita que el futuro profesor relacione, en sus prácticas, los diferentes campos de conocimiento. A pesar de que esta problemática data de hace más de 30 años, la integración entre el conocimiento científico disciplinar y el conocimiento para la enseñanza de ese contenido disciplinar sigue siendo una problemática actual (Tatto, 2021; Bernal *et al.*, 2019).

Un avance en la generación de instancias en donde se fomente la integración entre el conocimiento disciplinar y el referido a su enseñanza fue la creación de asignaturas de didácticas específicas en el profesorado. Sin embargo, existe literatura que sostiene que esos espacios curriculares no alcanzan por sí mismos para lograr la integración de conocimientos, siendo necesario utilizar los espacios curriculares disciplinares para fortalecer el CPC del profesor en formación (Mäntylä

y Nousiainen, 2014; De Longhi y Rivarosa, 2015). Es por ello, por lo que se decide analizar cómo están relacionados el aprendizaje del contenido y de las estrategias para su enseñanza, en el contexto de una asignatura disciplinar. En esta investigación se optó por estudiar estos aprendizajes en el marco de la asignatura Fenómenos Electromagnéticos (FE) de un profesorado de física en Argentina. La elección de este caso se justifica en que el dictado de la asignatura se planifica en base a resultados de investigación en didáctica (para más información sobre la propuesta ver Velasco *et al.*, 2023).

Antecedentes

Desde que Shulman (1986) rompe con el dualismo contenido/didáctica para pensar en un solo constructo que dé cuenta del conocimiento que utiliza un docente para la enseñanza de un contenido en particular (CPC), distintos trabajos han intentado describir los elementos que lo componen (Abell, 2008) y la forma en la cual interactúan y se relacionan (Gess-Newsome, 2015; Grosman, 1990).

En la última década, se han realizado investigaciones que apuntan a fortalecer el CPC de docentes en formación. Algunas de ellas han analizado cómo se fortalece el CPC de los estudiantes de profesorado durante cursos o programas de formación en didáctica de las ciencias (Duque, 2022; Martínez-Chico *et al.*, 2015; Etkina, 2010). Otras investigaciones han estudiado cómo se fortalece el CPC de los futuros docentes en las primeras prácticas de la enseñanza (Baki y Arslan, 2022; Coetzee *et al.*, 2022). Sin embargo, en todos estos reportes el abordaje de la mejora o fortalecimiento en el CPC anida en el campo de la didáctica o de la práctica, y no en el campo disciplinar, es decir, no están planteados desde las materias disciplinares. En estos casos se asume que los

contenidos disciplinares ya han sido aprendidos por los futuros docentes, y no se considera como variable de análisis la manera en la cual estos contenidos han sido enseñados y/o aprendidos.

Existe evidencia de que el conocimiento de la disciplina es un requisito mínimo para desarrollar el CPC en los futuros docentes (Oztay y Boz, 2022). Pero poco se sabe sobre cómo se relacionan la manera en la cual los futuros docentes se apropian del contenido disciplinar y de las formas de su enseñanza. En el trabajo de Rosa *et al.* (2019), se muestran algunos resultados sobre cómo los estudiantes de profesorado de primaria se apropian de una manera de enseñanza a partir de haber vivido como estudiantes esa metodología en un tópico disciplinar. Sin embargo, esta cuestión queda inexplorada en el campo de la formación de profesores de física de secundaria, en donde suele primar una segmentación de los espacios curriculares de la física y de la didáctica (Velasco y Gandolfo, 2022).

Las preguntas guía de esta investigación son:

- a. ¿Cómo es la apropiación del discurso científico de los estudiantes del profesorado en el tema circuitos eléctricos, cuando el curso se diseña en base a los resultados de investigación en Didáctica de las Ciencias?
- b. ¿Cómo es el conocimiento sobre la enseñanza del tema circuitos eléctricos simples de los estudiantes que han cursado la asignatura de FE?
- c. ¿Cómo es la relación entre la apropiación del discurso científico y el fortalecimiento del conocimiento sobre la enseñanza de los estudiantes que han transitado por el curso FE?

Marco teórico

Apropiación

En el ámbito de la educación científica, el término “apropiación” también se ha utilizado para referirse a un tipo de aprendizaje que implica la construcción de identidad, estableciendo una conexión entre el aprendizaje y dicho proceso de construcción (De Ambrosis y Levrini, 2010). Esta idea es adaptada y enriquecida por Levrini *et al.* (2015) al posicionar a la apropiación como el nexo entre el aprendizaje disciplinario productivo (Engle y Conant, 2002) y la construcción de la identidad (Cobb *et al.*, 2009), poniendo el foco en el cuestionamiento sobre cómo el aprendizaje disciplinario productivo puede ser el lugar en el cual los estudiantes pueden construir una narrativa de sí mismos, es decir, construir identidad. La riqueza del trabajo de estas autoras reside en la generación de una definición operacional que transforma la definición anterior en una que permite

reconocer cuándo ocurre (o no) el proceso de apropiación. Según ellas, la apropiación puede ser reconocida cuando el discurso de los estudiantes cumple con los siguientes marcadores:

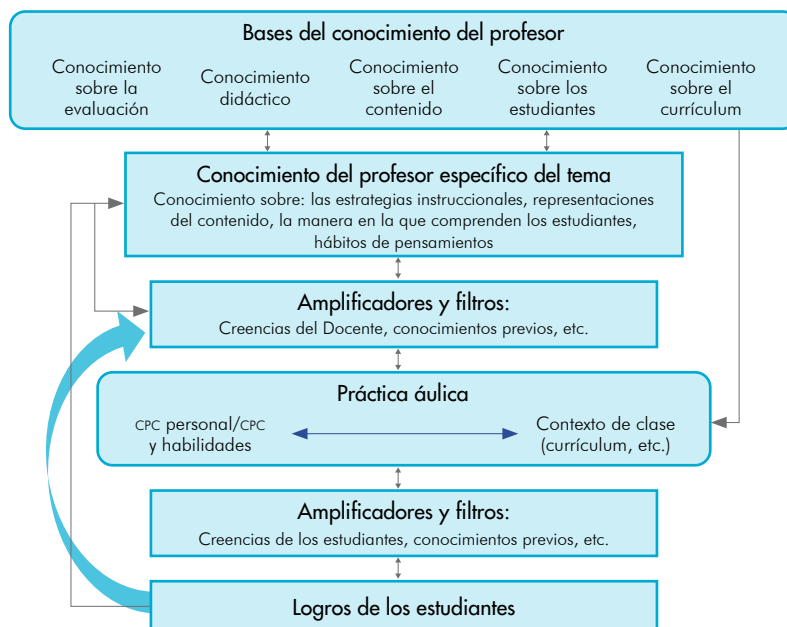
1. Se desarrolla a partir de un conjunto de palabras o expresiones que se repiten en varias oportunidades y que expresan una idea idiosincrática, auténtica y personal con respecto al contenido de física que está trabajando.
2. Es disciplinariamente fundamentado, es decir, la idea idiosincrática es usada por el estudiante como una herramienta para seleccionar piezas del conocimiento y para coordinarlas respetando las reglas y principios de la física.
3. Es no incidental, es decir, que la idea idiosincrática pueda ser rastreada hacia atrás en distintas situaciones de clase y es reconocible dentro de la historia personal del estudiante.
4. Es profundo, es decir, la idea idiosincrática debe involucrar la dimensión metacognitiva y epistemológica. Es portador de relaciones sociales, es decir, que la idea idiosincrática posiciona al estudiante dentro de una comunidad de clase y viceversa.

Conocimiento pedagógico del contenido

Bajo la denominación de CPC se refieren a aquellos aspectos del contenido, cuyo conocimiento es relevante para la enseñanza, incluyendo “los tópicos que más regularmente se enseñan en un área, las formas más útiles de representación de las ideas, las analogías más poderosas, las ilustraciones, ejemplos, explicaciones y demostraciones” (Shulman, 1986, p. 9). La introducción del CPC por parte de Shulman ha inspirado numerosas respuestas entre los académicos de la educación, lo que dio lugar a varios modelos de CPC.

La multiplicidad de modelos del CPC derivó que, en la primera cumbre sobre CPC celebrada en 2012, se gestó un Modelo de Consenso del CPC (MC) (Gess-Newsome, 2015). Como descripción general, el modelo MC (Figura 1) se origina en las bases genéricas de conocimiento profesional docente que comprende: el conocimiento sobre *la evaluación, sobre el currículum, sobre el contenido, sobre las estrategias de instrucción y la manera en la que aprenden los estudiantes*. Este modelo ofrece la posibilidad de describir cómo se materializa, en la realidad, la combinación de los conocimientos mencionados a través de la interacción con el contexto y el currículum, y bajo la mediación de los filtros y amplificadores de docentes y estudiantes.

Figura 1. Modelo del CPC (Gess-Newsome, 2015)



Fuente: elaboración propia.

Metodología

Este trabajo es de naturaleza descriptiva-interpretativa y el método elegido para llevar adelante esta investigación es el correspondiente al estudio de casos. El acento de estos estudios se ubica en la profundización y el conocimiento global del caso y no en la generalización de los resultados por encima de este (Blasco, 1995; Yin, 1994). En nuestro estudio se analizan tres casos que corresponden a los 3 estudiantes que conforman el curso de FE. La asignatura de FE pertenece al tercer año del profesorado de Física de un instituto de la ciudad de Córdoba, Argentina. La unidad de análisis corresponde a cada uno de los estudiantes del curso de FE. Como se mencionó anteriormente, la elección de estos casos refiere a que estos estudiantes cursaron el curso de FE que se ha diseñado en base a resultados de investigación en Didáctica de las Ciencias.

Para la caracterización de cada caso se recurrió al análisis del contenido. Hostil (1969) y Stone *et al.* (1966) definen este análisis como una técnica de investigación que permite formular inferencias al identificar de manera sistemática y objetiva ciertas características específicas dentro de un texto o discurso. En esta investigación, el análisis del contenido se utiliza para la interpretación de los discursos de los estudiantes durante las videograbaciones de las clases, las entrevistas realizadas y las producciones escritas de los futuros docentes. En las próximas secciones se detalla cómo se realizaron los procesos de selección y clasificación de los registros para la caracterización tanto en términos de la Apropiación como del CPC de los futuros docentes.

Caracterización de la apropiación

Los datos para interpretar la apropiación de los estudiantes en relación con el contenido de circuitos eléctricos consisten en registros audiovisuales de las clases y en una entrevista semi estructurada al finalizar el desarrollo del contenido. Las entrevistas se organizaron con preguntas que apuntaban a que los estudiantes expliciten los momentos en los cuales reconocen que han aprendido un contenido, comenten sobre la utilidad de los aprendizajes logrados, expresen sus reflexiones sobre los distintos abordajes para un mismo contenido y diferencien conceptos claves trabajados en el curso (Anexo I).

Los indicadores elaborados por Levrini *et al.* (2015) fueron aplicados a los discursos de los futuros profesores a fin de evaluar su potencia operacional en este nuevo contexto. Cada vez que los indicadores eran fácilmente interpretados en el discurso de los estudiantes, aquellos se consideran *logrados*. Cuando no podían ser interpretados desde el discurso, se consideraban *no detectados*. En casos intermedios, se caracterizó como *limitado*. Los discursos de los futuros docentes (extraídos de las respuestas a la entrevista y de las grabaciones de las clases) fueron revisados en sucesivas oportunidades de manera independiente por cada uno de los autores de este trabajo, hasta advertir la emergencia de los cinco indicadores antes descritos. Luego de las lecturas y análisis individuales, los autores se reunían para discutir sus interpretaciones en relación a cada uno de ellos. Este procedimiento se repetía hasta llegar a un consenso entre ellos (Creswell y Poth, 2018).

En primer lugar, se analizaron cada una de las entrevistas para detectar las posibles expresiones o ideas idiosincráticas de los estudiantes para referirse al contenido trabajado (Marcador A). Luego, se observaron detenidamente cada

una de las clases grabadas a los fines de rastrear la idea idiosincrática hacia atrás, es decir, durante la cursada de la materia FE (Marcador C). Posteriormente, se analizaron las entrevistas nuevamente y se registraron que las expresiones idiosincráticas sobre el contenido respeten las normas de la disciplina (Marcador B). En los videos de las clases también se intentó determinar el rol que cada estudiante desarrollaba en cada una de las discusiones y su relación con la idea idiosincrática (Marcador E). Por último, se revisaron las entrevistas nuevamente con el fin de reconocer aspectos metacognitivos o posicionamientos epistemológicos de los futuros docentes en relación con el contenido trabajado (Marcador D) (Anexo II).

Caracterización del conocimiento pedagógico del contenido

Los futuros docentes que cursaron la asignatura de FE, paralelamente cursaron la asignatura Práctica Docente III. En este último espacio, se les asignó, al final del curso, un trabajo práctico relacionado con el diseño de una clase sobre circuitos eléctricos. En ese contexto, los tres estudiantes involucrados en esta investigación presentaron tres clases distintas. Un estudiante de profesorado decidió enfocarse en los elementos que componen un circuito eléctrico (Mario), otro se centró en circuitos eléctricos con más de una resistencia (Emil) y otro sobre el tema de la resistencia interna de una batería (Fabrizio).

Para el presente trabajo, se analizó cada una de las secuencias didácticas elaboradas por cada estudiante en base a componentes del CPC (Gess-Newsome, 2015). Para cada tipo de conocimiento se analizaron sub-ítems contemplados en análisis del CPC realizado en investigaciones previas (Carpendale y Hume, 2019) y adaptadas para este contexto. Cada sub-ítem de cada conocimiento del CPC se caracterizó como Nulo, Insuficiente y Competente (Anexo II).

A partir de la secuencia de actividades elaborada por los estudiantes, se analiza, en primer lugar, el *conocimiento sobre la disciplina*. En este sentido, en el diseño de las clases se buscan los momentos en donde se prevé un discurso autoritativo por parte del docente en donde cristalice las ideas que se están trabajando con los estudiantes. Se *analiza la coherencia de las conclusiones/ explicaciones que se prevé llegar en la clase, con el conocimiento canónico* para caracterizar la explicación científica de los conceptos. En caso de que exista coherencia entre las explicaciones expuestas en la secuencia y el canon de la física se caracteriza como competente este sub-ítem. Paralelamente, se *observa si los conceptos trabajados en la secuencia son vinculados con otros conceptos*. En caso de existir vínculos pertinentes con otros conceptos, este sub-ítem es caracterizado como competente. También, se busca en el diseño de la clase, actividades que apunten a trabajar la Naturaleza de la Ciencia. Si las actividades registradas apuntan a reconocer el carácter humano, social, histórico y/o cultural de la ciencia, o realizan un análisis epistemológico sobre la manera en la que se construye el conocimiento científico se caracteriza este ítem como competente.

Para valorar el *conocimiento curricular*, se observa en las clases, diseñadas por los futuros docentes, el nivel de coherencia y alineamiento a los contenidos prescriptos por el diseño curricular. Si existe esta alineación entre lo prescripto por el currículum y el diseño de clase, este ítem es caracterizado como competente.

Por otro lado, se analiza el *conocimiento sobre la manera en la que comprenden los estudiantes* valorando cómo trabajan con las ideas previas de sus alumnos. En este sentido, se observa qué tipo de actividades/preguntas prevén para reconocer las preconcepciones de los estudiantes. Si se recaban las preconcepciones de los estudiantes con problemas abiertos en donde puedan evidenciar los modelos que sustentan sus ideas previas, se caracteriza a este sub-ítem como competente. Luego, se caracteriza la manera en la que esas ideas son tenidas en cuenta para guiar la instrucción. Por ejemplo, si las ideas previas son contrastadas solo con las explicaciones del docente, se considera que esa propuesta es insuficiente para lograr que las ideas de los estudiantes progresen. En cambio, si las ideas son tensionadas a partir de actividades o resultados experimentales, y estas instancias ocurren en múltiples ocasiones y de manera espiralada, se considera este sub-ítem como competente. Posteriormente, se analiza si el docente prevé valorar el progreso de las ideas previas de los estudiantes. En caso de proponer actividades en las cuales sus futuros estudiantes tienen la oportunidad de explicitar los modelos que sostenían sus preconcepciones, este sub-ítem es caracterizado como competente.

Para analizar el *conocimiento sobre las estrategias de instrucción*, en primera instancia se vuelve a recorrer la secuencia de actividades propuestas por los futuros docentes en sus diseños, analizando la manera en que en la que se *secuencian los contenidos*. Se valora el orden lógico de los contenidos y el vínculo entre un contenido y el siguiente. Posteriormente se observa cómo se prevé co-

menzar con el trabajo del contenido, es decir, si existe una *problematización del contenido*. En caso de que la secuencia prevea una instancia problematizadora se valora como competente si se hace a través de una experiencia o un problema real. Seguidamente, se buscan en el diseño *actividades de laboratorio* o que utilicen un simulador informático. En caso de encontrarla/s se analiza el uso del recurso experimental. Si este es utilizado solo con fines demostrativos o para valorar la teoría es calificado como un uso insuficiente, en cambio, si es utilizado para que los estudiantes realicen predicciones/hipótesis, observen, debatan, expliquen y/o contrasten sus ideas, este sub-ítem se valora como competente.

También se busca en el final de cada clase diseñada la presencia de un *cierre de la clase*. Se considera competente si esta instancia tiene relación con las actividades realizadas y parte desde los aportes/conclusiones de los estudiantes.

Por último, en lo que respecta al conocimiento sobre las estrategias de instrucción, en cada diseño se busca la presencia de *actividades de metacognición* que intenten que los estudiantes visualicen el proceso de aprendizaje y cómo las actividades desarrolladas les ayudaron a que sus ideas progresen en dirección al canon de la física.

Finalmente, para analizar el *conocimiento sobre las estrategias de evaluación* en cada una de las secuencias elaboradas por los futuros docentes, se buscan instancias evaluativas. Una vez detectadas se valora el *momento y finalidad de la evaluación*, caracterizando como competente cuando se generan instancias evaluativas a lo largo de toda la secuencia para monitorear el progreso de las ideas de los estudiantes y redireccionar la propuesta. Además, se *valora el tipo de recurso utilizado* para evaluar. En este sentido, si la actividad

evaluativa consiste en la resolución algorítmica de problemas se valora como insuficiente y si, por el contrario, son problemas que apunten a valorar la comprensión de los estudiantes se valora este ítem como competente.

Resultados

Sobre la apropiación

Se organizaron los resultados en torno a las ideas idiosincráticas y personales de los estudiantes del curso. Se transcribieron extractos del discurso de los estudiantes que permitieron reconocer la apropiación a través de los indicadores A, B, C, D y E presentados anteriormente.

Fabrizio: Los circuitos eléctricos en los dispositivos electrónicos.

Cuando la entrevistadora le pregunta, “¿Podrías diferenciar los conceptos de la pregunta anterior y reconocer en qué contextos te es útil diferenciarlos?”, Fabrizio responde,

se puede aplicar no solamente para medir la cantidad de potencia que está recibiendo un aparato eléctrico o electrónico, sino también para ejercicios prácticos y actividades que involucran circuitos eléctricos como puede ser una bifurcación en paralelo o una conexión en serie, además para poder producir transformadores caseros para las consolas de videojuegos o computadoras con las vueltas de las espiras.

En otro momento de la entrevista, expresa: “yo arreglo computadoras y, ahora cuando las arreglo, entiendo más, aunque el procedimiento que hago es el mismo”. Estas expresiones del estudiante permiten reconocer en dónde toma valor el contenido aprendido para Fabrizio. Estas sentencias dadas por el cursante describen los contextos personales

en los cuales el contenido se entrelaza con sus intereses personales por lo que el Marcador A es caracterizado como logrado.

A lo largo de la cursada es posible reconocer distintas oportunidades en las cuales Fabrizio hizo alusión al contexto de los dispositivos electrónicos para dar explicaciones sobre lo que comprendía. Por ejemplo, en una clase hizo alusión a la intensidad de corriente que soportan las consolas de videojuegos, en otra oportunidad aportó sobre la tensión a la que trabajan las distintas computadoras según su lugar de fabricación, mientras que en otra habló sobre el rol que juegan los cargadores/fuentes de las computadoras. Esto da cuenta que la idea idiosincrática es no incidental por lo que el Marcador C es caracterizado como logrado. Por otro lado, su razonamiento a la hora de resolver los problemas se caracterizaba por ser del tipo algorítmico como el que se suele utilizar en el ámbito de la programación computacional. Esto lo posiciona socialmente frente al resto de sus compañeros, adquiriendo una posición de “líder” en la resolución de los problemas planteados. Sus compañeros respetaban ese posicionamiento y de forma pasiva esperaban que él desarrollara estrategias de resolución, por lo que el Marcador E fue caracterizado como logrado.

Cuando la entrevistadora, que es un miembro del equipo de investigación, le pregunta sobre los enfoques utilizados para el aprendizaje (macro y micro), Fabrizio pudo reconocer la importancia de cada uno de los modelos utilizados y cómo se habían complementado. Por ejemplo, en una parte de la entrevista Fabrizio dijo que “El modelo macroscópico, la Ley de Ohm, tiene un gran poder resolutivo para los circuitos eléctricos. Sin embargo, el modelo microscópico vino a tapar los huecos o falencias del modelo macro”. Aunque Fabrizio puede caracterizar a cada uno de los enfoques utilizados para la enseñanza, no realiza un análisis metacognitivo sobre su proceso de aprendizaje vinculándolo con la idea idiosincrática. Por esto, el Marcador D es caracterizado como limitado.

Las respuestas dadas por Fabrizio, tanto en las clases y las actividades escritas, como en la entrevista, siempre respetaban las normas de la física, evidenciando un manejo fluido del contenido, por lo que el Marcador B es caracterizado como logrado.

Mariano: La electricidad doméstica.

A lo largo de la entrevista de Mariano es posible reconocer que él recurre a ejemplos domésticos para darle sentido a los conceptos de diferencia de potencial, potencia eléctrica e intensidad de corriente. En su discurso, expresa que es importante “reconocer la intensidad de corriente que tiene un aparato, la iluminación o toma corriente”. Asocia el concepto de potencia eléctrica con “cuántos watts tiene una bombilla”, y el de diferencia de potencial con “cuál es el voltaje de una batería”. Por esto, el Marcador A es caracterizado como logrado. El lugar en donde el contenido toma sentido para Mariano es rastreable hacia atrás en la cursada. En distintas clases recurrió a casos similares a los utilizados

en la entrevista para explicar o comprender los conceptos, por ejemplo, a la hora de comprender la diferencia de potencial utilizó las baterías de los automóviles como caso de análisis, o el caso del tipo de servicio eléctrico que le suministraban en su domicilio. Esto da cuenta de la no incidentalidad de la idea idiosincrática, por lo que el Marcador C es caracterizado como logrado.

Mariano describe de forma ambigua los conceptos por los que se le pregunta, por lo que no es posible decir que el Marcador B esté presente, aunque en lo que menciona el estudiante, no se detectan inconsistencias con el canon de la física. Por ejemplo, al hablar sobre el concepto de diferencia de potencial Mariano dijo: “Las cargas si están en potencial cero no se mueven, pero si hay una diferencia de potencial se moverán”. Aquí observamos que Mariano comprende que cuando existe una diferencia de potencial entre dos puntos las cargas se moverán lo cual es compatible con el canon de la Física. Sin embargo, la primera frase de la oración refiere a la caracterización del potencial eléctrico en un solo punto, que no proporciona información sobre la posibilidad o no de que las cargas se muevan. En resumen, la frase completa muestra cierta ambigüedad en la comprensión de Mariano. También es posible encontrar algunas ideas alternativas que persisten en Mariano, como por ejemplo cuando en la entrevista menciona “La batería cierra el circuito para que salgan los electrones y comiencen a circular”. Estos ejemplos nos llevan a caracterizar al Marcador B como limitado.

Por otro lado, Mariano reconoce que el modelo microscópico complementa al modelo macroscópico, es capaz de reconocer las potencialidades de ambos. En un momento de la entrevista, Mariano manifestó que “El modelo microscópico vino a suplir esas partes que habían quedado colgadas del modelo

macroscópico”. Aunque Mariano puede caracterizar a cada uno de los enfoques utilizados para la enseñanza, no realiza un análisis metacognitivo sobre su proceso de aprendizaje vinculándolo con la idea idiosincrática. Así, el Marcador D es caracterizado como limitado.

Por último, en ocasiones Mariano parece tomar un rol del tipo operativo para el armado/montaje de circuitos eléctricos, pero no es posible argumentar que esto caracterice al lugar que el estudiante ocupa en la clase frente a sus compañeros.

Emil: Idea Idiosincrática no detectada.

La entrevista de Emil se caracterizó por tener una gran cantidad de respuestas cortas. Las respuestas dadas por el estudiante no respetaron las normas de la física. Los conceptos de potencia eléctrica, diferencia de potencial e intensidad de corriente no fueron diferenciados (Marcador B). No se encontraron recurrencias en palabras o ideas utilizadas por Emil para dar respuestas a las preguntas, por lo que no se distingue la idea idiosincrática (Marcador A). Tampoco, a lo largo de las clases, se ha detectado alguna idea idiosincrática recurrente (Marcador C). Las breves respuestas del estudiante contribuyeron a la imposibilidad de que el estudiante muestre algún análisis metacognitivo sobre su aprendizaje (Marcador D).

Es importante resaltar que Emil estuvo ausente en el 40% de las clases, lo cual pudo provocar que su involucramiento con la propuesta sea bajo. Esto también afectó al valor que sus compañeros daban a sus aportes. En general, sus aportes no eran tenidos en cuenta, salvo que el docente los retomara para orquestar la discusión. Por lo tanto, no es posible caracterizar el rol que Emil tuvo en las clases (Marcador E).

La apropiación es un proceso complejo. En este trabajo se intentaron caracterizar, para cada estudiante, los marcadores de

apropiación elaborados por Levrini *et al.* (2015). La Tabla 1 muestra que Emil es un caso claro de no apropiación. En cambio, Fabrizio y Mariano podrían ser caracterizados como casos de apropiación, aunque con diferencias entre ellos. Fabrizio parece haberse apropiado en mayor medida del discurso científico en comparación a lo alcanzado por Mariano.

Tabla 1. Niveles alcanzados por cada estudiante en cada marcador de apropiación

	Marcador A	Marcador B	Marcador C	Marcador D	Marcador E
Fabrizio	Logrado	Logrado	Logrado	Limitado	Logrado
Mariano	Logrado	Limitado	Logrado	Limitado	Limitado
Emil	No detectado	No detectado	No detectado	No detectado	No detectado

Fuente: elaboración propia.

Analizando el marcador A de la apropiación para Fabrizio y Mariano, observamos que la idea idiosincrática está relacionada con contextos de aplicabilidad de los contenidos que están trabajando. Estos contextos de aplicabilidad se caracterizan por ser situaciones cotidianas para cada uno de los futuros docentes.

Por otro lado, observando el marcador E, sobre el rol social de los estudiantes en la clase, es posible advertir que la autoridad no estaba equitativamente distribuida entre los estudiantes. Si bien el docente logra correrse del centro de la escena de enseñanza, uno de los estudiantes adopta un rol de liderazgo sobre sus compañeros. Según los principios que sustentan el diseño, esto atenta contra el involucramiento de los estudiantes en su proceso de aprendizaje (Velasco y Buteler, 2023).

Se visibilizan dificultades para que estos estudiantes de profesorado enuncien los aspectos metacognitivos que permiten visibilizar el sentido que tiene la física para cada uno de ellos. En el trabajo de Levrini *et al.* (2015), encontraron dificultades para que los estudiantes de secundaria expliciten aspectos metacognitivos. En nuestro contexto de investigación, la educación superior, los estudiantes participantes son adultos y no esperábamos encontrar esta dificultad.

Sobre el conocimiento pedagógico del contenido

A continuación, se realiza una descripción detallada de la caracterización de los ítems del CPC de los futuros profesores en base a las clases diseñadas por Fabrizio, Mariano y Emil.

Sobre el conocimiento del contenido

Las tres secuencias de actividades muestran una correcta conceptualización del contenido, ya que, en los momentos autoritativos de cada una de las clases analizadas, las explicaciones brindadas son coherentes con el canon de la Física.

Por otro lado, existen diferencias al mirar los vínculos que se establecen con otros conceptos. Mientras que en la secuencia de Fabrizio se realizan múltiples conexiones con otros conceptos, este aspecto no fue considerado por Emil ni por Mariano. Por último, en relación a los conocimientos del contenido, es posible decir que ninguna de las tres propuestas trabaja aspectos vinculados a la Naturaleza de la Ciencia.

Sobre el conocimiento de la manera en la que comprenden los estudiantes

En cada una de las secuencias de actividades presentadas por los futuros docentes se observan actividades para recabar las preconcepciones de los estudiantes. Sin embargo, solo en las clases diseñadas por Fabrizio y la de Mariano se utilizan las ideas previas de los estudiantes para guiar la instrucción. En ninguno de los casos se generan instancias en las cuales se pueda valorar el progreso de las preconcepciones de los estudiantes.

Sobre el conocimiento de las estrategias de instrucción

Tanto en la secuencia de actividades diseñada por Mariano como en la diseñada por Fabrizio, se observa una secuenciación de los contenidos espiralada, es decir que el nuevo concepto se incorpora al anterior y genera una comprensión más amplia del fenómeno. Las actividades propuestas tienen vinculación entre sí, algo que no ocurre en la clase diseñada por Emil.

Por otro lado, tanto la propuesta de Mariano como la de Fabrizio presentan una problematización del contenido. En el caso de Mariano con una actividad lúdica y en el caso de Fabrizio planteando una pregunta o

un problema. En el caso de la clase diseñada por Emil no se observan instancias problematizadoras del contenido.

Al analizar el uso de laboratorios, se observa que la secuencia diseñada por Emil carece de este tipo de instancias. En contraposición, las clases de Mariano y Fabrizio sí prevén instancias de laboratorio ya sea real o con un simulador informático, aunque con diferencias en el abordaje de estas instancias. En las clases de Fabrizio se prevén actividades en donde los estudiantes puedan formular hipótesis y/o anticipaciones sobre el fenómeno, para que luego estas ideas sean contrastadas con los resultados experimentales. En cambio, el laboratorio propuesto por Mariano es utilizado solo para validar la teoría.

Mirando el tipo de discurso que se intenta promover en la clase, se observa que en las clases de Mariano y Emil se contemplan pocos momentos en donde los estudiantes puedan realizar sus aportaciones. En cambio, en las clases diseñadas por Fabrizio prevalece la intención de generar un discurso verdaderamente dialógico.

En las tres secuencias analizadas se prevén instancias de cierre de la clase que guardan conexión con las actividades planteadas a lo largo de cada una de las propuestas. Otro punto en común entre las tres secuencias es la ausencia de actividades que promuevan la metacognición sobre el proceso de aprendizaje que los estudiantes van experimentando.

Sobre el conocimiento del diseño curricular

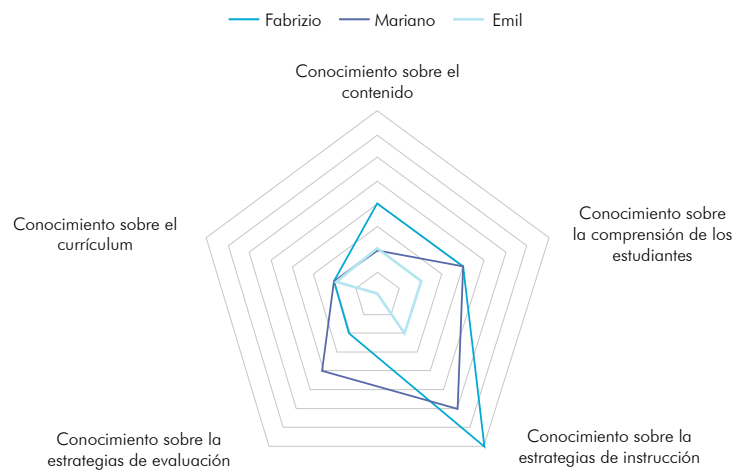
Las tres propuestas se ajustan a los contenidos prescriptos por el diseño curricular. Sin embargo, las propuestas de Fabrizio y Mariano son más coherentes con las orientaciones para la enseñanza que presenta el currículum.

Sobre el conocimiento de las estrategias de evaluación

La secuencia de actividades presentada por Mariano contempla instancias de evaluación a lo largo de la propuesta. Aunque el tipo de evaluación elegida corresponde a preguntas que apuntan al recuerdo de información. Por otro lado, las clases presentadas por Fabrizio ofrecen una sola instancia evaluativa al final de secuencia. El instrumento utilizado presenta problemas de resolución algorítmica para valorar el aprendizaje. Finalmente, la propuesta de Emil adolece de instancias evaluativas.

A continuación, en la Figura 2 se muestra el CPC analizados en cada una de las secuencias. Para ello, se exponen la cantidad de componentes que se categorizaron como competente para cada tipo de conocimiento del CPC de los futuros docentes. Esto permite comparar de manera global el desarrollo del CPC de cada uno de los estudiantes.

Figura 2. Comparación de los CPC de los estudiantes de profesorado

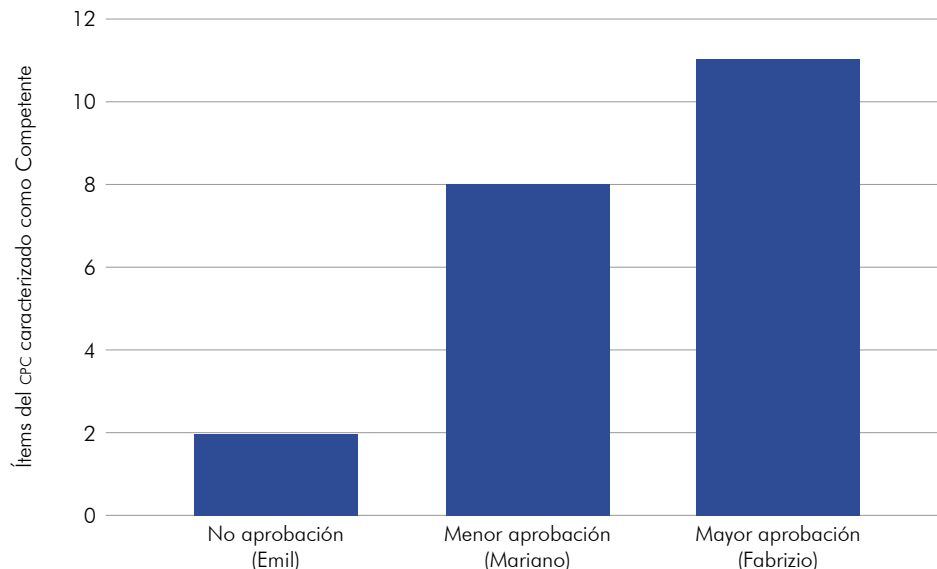


Fuente: elaboración propia.

Comparación entre la Apropiación y el desarrollo del CPC

Finalmente, es posible analizar cómo es el vínculo entre la apropiación del contenido y el fortalecimiento del CPC. Como se muestra en la Figura 3, los estudiantes que logran apropiarse en mayor medida del contenido disciplinar, pueden desarrollar un CPC más robusto. La Figura 2 muestra tres columnas correspondientes a cada uno de los casos analizados en esta investigación. En los casos analizados, se caracterizó como “No apropiación” al caso de Emil, como “Menor apropiación” al caso de Mariano y como “Mayor apropiación” al caso de Fabrizio. Las alturas de cada una de las columnas corresponden a la cantidad de sub-ítems del CPC que han sido categorizados como competente en cada caso.

Figura 3. Comparación entre la Apropiación y el desarrollo del CPC



Fuente: elaboración propia.

Discusión y conclusiones

La primera pregunta de esta investigación es ¿cómo es la apropiación del discurso científico de los estudiantes del profesorado en el tema circuitos eléctricos, cuando el curso se diseña en base a los resultados de investigación en Didáctica de las Ciencias? Observando la Tabla 1, es posible decir que la apropiación es un proceso complejo, coincidiendo con lo expuesto por Levrini *et al.* (2015) y Buteler *et al.* (2021). En los casos analizados, algunos marcadores de apropiación aparecen con distintos niveles, esto es un aporte a los emergentes de los trabajos mencionados. Lo anterior lleva a pensar que la apropiación puede salirse de categorías binomiales del tipo blanco/negro y presentarse como un espectro en escala de grises. De los tres casos analizados uno fue un caso de no apropiación, otro lo fue de apropiación débil y el último de apropiación fuerte.

En los dos casos en los que se evidenció apropiación, se observó que el Marcador D, el cual está relacionado con aspectos metacognitivos, se categorizó como limitado.

Estos futuros docentes pudieron reconocer la importancia de la multiplicidad de enfoques en la enseñanza del contenido, pero no advirtieron en qué momentos pudieron comprender mejor un tema o cuándo superaron alguna dificultad en la comprensión. Esto coincide parcialmente con la afirmación de Levrini *et al.* (2015), quien menciona que las dimensiones epistemológica y metacognitiva son características menos frecuentes en el discurso de los estudiantes secundarios. En nuestro caso, es posible decir que los futuros docentes también registran algunas limitaciones en las dimensiones metacognitiva o epistemológica de su discurso.

La segunda pregunta de investigación de este trabajo es ¿cómo es el conocimiento sobre la enseñanza del tema circuitos eléctricos simples de los futuros docentes que han cursado la asignatura de FE? Con relación a ella es posible decir que los CPC analizados para cada uno de los futuros docentes con base en la clase que ellos diseñaron muestran características distintas entre sí. Dos de ellos lograron implementar en su diseño de clase algunas de las estrategias instruccionales

experimentadas durante la enseñanza de la asignatura de FE. Estos estudiantes pudieron diseñar sus propuestas de clase en concordancia con el currículum y centradas en los estudiantes.

Finalmente, retomando la tercera pregunta de esta investigación: ¿cómo es la relación entre la apropiación del discurso científico y el fortalecimiento del conocimiento sobre la enseñanza de los futuros docentes que han transitado por el curso FE?, es posible decir que en los casos estudiados existe una relación entre la apropiación del contenido y el desarrollo del CPC. En el caso analizado, en el que el docente planifica sus clases con base en resultados de investigación didáctica, se observa que a mayor apropiación del contenido disciplinar, más competente es el CPC que desarrollan los futuros docentes. Es decir, la manera única y personal en la que los estudiantes de profesorado aprenden sobre el contenido, se entrelaza con el desarrollo de conocimientos sobre la enseñanza del contenido. A modo de hipótesis, pareciera que en el proceso de apropiación del contenido viene aparejado el proceso de aprendizaje de los modos de enseñanza que experimenta el estudiante de profesorado que decantan en un fortalecimiento de su CPC.

Este resultado es un aporte a lo ya conocido sobre la formación inicial del profesorado en relación con el aprendizaje de los campos disciplinares, porque permite vincular la apropiación de los contenidos con la adquisición de formas de enseñanza informadas por la investigación en didáctica. El campo disciplinar presenta, de este modo, una excelente oportunidad para que los futuros docentes construyan un CPC acorde a los resultados de la investigación en didáctica de las ciencias. Es decir, si los estudiantes de profesorado experimentan cuando aprenden el contenido disciplinar, los modos de enseñanza que se pretende que ellos utilicen en sus futuras prácticas, les ofrecemos oportunidades para fortalecer su CPC. Estos resultados, aunque incipientes y acotados a los casos estudiados, deben seguir siendo estudiados en otros contextos del profesorado de Física. Es intención de estos autores continuar en esa dirección. No obstante, se comienza a vislumbrar una posible implicación para la formación de docentes. Como se mencionó, los resultados muestran un posible camino para que los futuros docentes puedan integrar los conocimientos disciplinares con aquellos referidos a una enseñanza informada por la investigación didáctica. Es importante destacar que la generalización de los estudios cualitativos, incluyendo al estudio de casos, no radica en una muestra probabilística extraída de una población a la que se le pueden extender los resultados, sino en el desarrollo de una teoría que puede ser transferida a otros casos. Se sabe que es muy difícil que los resultados de un estudio cualitativo puedan transferirse a un contexto distinto de aquel que les dio origen, pero pueden proporcionar pautas para aplicar posibles soluciones en otros ambientes.

Referencias

- Abell, S. K. (2008). Twenty Years Later: ¿Does pedagogical content knowledge remain a useful idea? *International Journal of Science Education*, 30(10), 1405-1416. <https://doi.org/10.1080/09500690802187041>
- Baki, M. y Arslan, S. (2022). Impact of lesson study on pre-service primary teachers' mathematical pedagogical content knowledge. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 1-19. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2021.2022225>
- Bernal, B. V., Pérez, R. J. y Jiménez, V. M. (2019). El conocimiento didáctico del contenido (CDC) de una profesora de ciencias: reflexión y acción como facilitadores del aprendizaje. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 37(1), 25-53. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2550>
- Blasco, J. (1995). Estudio de casos. En Á. Aguirre Baztán (ed.), *Etnografía. Metodología cualitativa en la investigación sociocultural*. Boixareu Universitaria.
- Buteler, L., Nieva, C. y Velasco, J. (2021) Apropiación de la enseñanza y el aprendizaje de futuros profesores de física durante el curso de Didáctica de la Física. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 18(3), 3601. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3601
- Carpendale, J. y Hume, A. (2019). Investigating practicing science teachers' pPCK and ePCK development as a result of collaborative CoRe design. *Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching science*, 225-252.
- Cobb, P., Gresalfi, M. y Hodge, L. L. (2009). An interpretive scheme for analyzing the identities that students develop in mathematics classrooms. *Journal for Research in Mathematics Education*, 40(1), 40-68. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.40.1.0040>
- Coetzee, C., Rollnick, M. y Gaigher, E. (2022). Teaching electromagnetism for the first time: A case study of pre-service science teachers' enacted pedagogical content knowledge. *Research in Science Education*, 1-22. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09948-4>
- Creswell, J. y Porph, C. (2018). *Qualitative Inquiry and Research Design*. SAGE Publications.
- De Ambrosis, A. y Levrini, O. (2010) How physics teachers approach innovation: An empirical study for reconstructing the appropriation path in the case of special relativity. *Physical Review Special Topics- Physics Education Research*, 6, 020107-1-020107-11. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.6.020107>
- De Longhi, A. L. y Rivarosa, A. (2015). Los nuevos estándares para la formación docente: reflexiones y tensiones. *Revista de Educación en Biología*, 18(2), 5-10. <https://doi.org/10.59524/2344-9225.v18.n2.22466>
- Duque Lozano, K. J. (2022). *Propuesta de investigación-acción para formar a estudiantes de magisterio en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias como indagación: primeros resultados* [Tesis doctoral, Universitat de València, España]. Dialnet.
- Engle, R. y Conant, F. (2002). Guiding Principles for Fostering Productive Disciplinary Engagement: Explaining an Emergent Argument in a Community of Learners Classroom. *Cognition and Instruction*, 20(4), 399-483. https://doi.org/10.1207/S1532690XCI2004_1
- Etkina, E. (2010). Pedagogical content knowledge and preparation of high school physics teachers. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 6(2), 020110. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.6.020110>

- Gess-Newsome, J. (2015). A model of teacher professional knowledge and skill including PCK. In A. Berry, P. Friedrichsen y J. Loughran (Red.), *Re-examining pedagogical content knowledge in science education*, 28-42.
- Grosman, P. L. (1990). *The Making of a Teacher: Teacher Knowledge and Teacher Education*. Teachers College Press.
- Hostil, O. R. (1969). *Content analysis for the social sciences and humanities*. Addison Wesley.
- Livrini, O., Fantini, P., Tasquier, G., Pecori, B. y Levin, M. (2015). Defining and Operationalizing Appropriation for Science Learning. *Journal of the Learning Sciences*, 1(24), 93-136. <https://doi.org/10.1080/10508406.2014.928215>
- Mäntylä, T. y Nousiainen, M. (2014). Consolidating pre-service physics teachers' subject matter knowledge using didactical reconstructions. *Science y Education*, 23, 1583-1604. <https://doi.org/10.1007/s11191-013-9657-7>
- Marcelo, C. (1989). *Introducción a la formación del profesorado. Teoría y métodos*. Universidad de Sevilla, Servicio de Publicaciones.
- Martínez-Chico, M., Jiménez, R. y López-Gay, R. (2015). Efecto de un programa formativo para enseñar ciencias por indagación basada en modelos, en las concepciones didácticas de los futuros maestros. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 149-166. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2015.v12.i1.10
- McDermott, L. C. (1990). A perspective on teacher preparation in physics and other sciences: The need for special science courses for teachers. *American Journal of physics*, 58(8), 734-742. <https://doi.org/10.1119/1.16395>
- Oztay, E. S. y Boz, Y. (2022). Interaction between pre-service chemistry teachers' pedagogical content knowledge and content knowledge in electrochemistry. *Journal of Pedagogical Research*, 6(1), 245-269. <https://doi.org/10.33902/JPR.2022.165>
- Rosa Cintas, S., Menargues Marcilla, M. A., Limiñana, R., Nicolás Castellano, C., LujánFeliu-Pascual, I., Colomer Barberá, R., Savall Alemany, F., García Lillo, J. A., Martínez-Torregrosa, J. y Alvarez-Herrero, J. F. (2019). Investigación en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias experimentales en el Grado de Maestro en Educación Primaria. *Memorias del Programa de Redes-I3CE de calidad, innovación e investigación en docencia universitaria. Convocatoria 2018-19*. Institut de Ciències de l'Educació (ICE) de la Universitat d'Alacant.
- Stone, P. J., Dunphy, D. C. y Smith, M. S. (1966). *The general inquirer: A computer approach to content analysis*. The MIT Press.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>

- Tatto, M. T. (2021). Professionalism in teaching and the role of teacher education. *European Journal of Teacher Education*, 44(1), 20-44. <https://doi.org/10.1080/02619768.2020.1849130>
- Velasco, N. y Buteler, L. (2023). Implicación productiva en la disciplina sobre circuitos eléctricos utilizando Investigación Basada en el Diseño. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 20(2), 2802. [10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i2.2802](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i2.2802)
- Velasco, N., Buteler, L. y Álvarez, D. (2023). Rediseño de una asignatura de Electromagnetismo en un profesorado de física. *Revista De Enseñanza De La Física*, 35, 291-298. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/43332/43276>
- Velasco, N. y Gandolfo, N. (2022). Oportunidades brindadas por el currículo para el fortalecimiento del conocimiento pedagógico del contenido en los estudiantes del Profesorado de Física. *Revista de enseñanza de la física*, 34(1), 41-50. <https://dx.doi.org/10.55767/2451.6007.v34.n1.37949>
- Yin, R. K. (1994). Case study research: Design and methods (2nd ed.). Sage Publications.

Anexo I

Protocolo de entrevista

La entrevista se realiza de manera individual con cada estudiante. La misma contiene una pequeña introducción y luego las preguntas tal como se muestra a continuación: En clase, has seguido un camino complejo sobre circuitos eléctricos, donde progresivamente construiste el significado de algunos conceptos clave (como diferencia de potencial, intensidad de corriente eléctrica y potencia eléctrica), explorando varios contextos y comparando diferentes enfoques (macroscópico y microscópico).

Nos gustaría centrar la primera parte de esta conversación en los conceptos de diferencia de potencial, potencia eléctrica e intensidad de corriente eléctrica y nos gustaría que reconstruyeras cómo llegaste progresivamente a construir dichos conceptos y/o a comprender sus propiedades.

Sobre los conceptos

1. Pensando en el camino recorrido, ¿puedes hacernos una lista de los momentos más relevantes (para vos) donde aprendiste, el concepto de diferencia de potencial, intensidad de corriente eléctrica, y/o potencia eléctrica?
2. ¿Podrías diferenciar los conceptos de la pregunta anterior y reconocer en qué contextos te es útil diferenciarlos?
3. ¿Puedes reconstruir cuándo pudiste diferenciar los conceptos de diferencia de potencial, intensidad de corriente eléctrica y potencia eléctrica?
4. Pensando en los dos enfoques trabajados para el concepto de intensidad de corriente (el macro y el micro), ¿hay alguno que hayas preferido? ¿Por qué?

Sobre el recorrido realizado

1. Mirando el recorrido en general, ¿hubo algún enfoque que prefirieras? ¿Por qué?
2. ¿Las reflexiones estimuladas por las actividades sobre cómo se construyeron las teorías fueron importantes para ti o resultaron inútiles para adentrarte en el tema circuitos eléctricos y/o para replantear el camino seguido? Si fueron relevantes, ¿qué tipo de contribución dieron a tu reflexión personal? Si fueron inútiles, ¿podrías sugerir otros temas que habrías enfatizado en el recorrido?
3. Entre los temas abordados ¿qué aspectos te parecieron más o menos interesantes? ¿Cuáles más o menos difíciles?

Tabla de indicadores de apropiación

Tal como reportan Levrini *et al.* (2015) y Buteler *et al.* (2021), la apropiación es un proceso complejo y es posible que ocurra en distintos grados o niveles. Es por ello por lo que se elaboraron criterios para la caracterización de cada marcador en tres niveles que se muestran a continuación:

	No detectado	Limitado	Logrado
Marcador A	No se reconoce la idea idiosincrática en relación al contenido	Se reconoce la idea idiosincrática en pocas (2 o 3) ocasiones a lo largo de la entrevista	Se reconoce la idea idiosincrática en múltiples ocasiones a lo largo de la entrevista
Marcador B	Las definiciones o explicaciones no son compatibles con las normas de la Física	Las definiciones o explicaciones no son claras o precisas, pero son compatibles con las normas de la Física	Las definiciones o explicaciones son claras, precisas y son compatibles con las normas de la Física
Marcador C	No se encuentran ocasiones en los registros de las clases, en los cuales es posible reconocer la idea idiosincrática	Es posible reconocer en no más de dos o tres oportunidades la idea idiosincrática en los registros de las clases	Se reconoce la idea idiosincrática en múltiples ocasiones en los registros de las clases.
Marcador D	No se registran análisis metacognitivos sobre el proceso de aprendizaje	Es capaz de reconocer el valor de múltiples enfoques (macro y micro) sobre los conceptos trabajados, pero no reconoce momentos en el que pudo comprender o superar dificultades de aprendizaje	Es capaz de reconocer el valor de múltiples enfoques (macro y micro) sobre los conceptos trabajados. Y es capaz de advertir en qué momentos pudo comprender o superar dificultades de aprendizaje
Marcador E	No se reconoce una característica de rol social desempeñado en clase por el estudiante	Se reconoce en pocas ocasiones que el estudiante asume un determinado rol social en la clase	Se reconoce en múltiples ocasiones que el estudiante asume un determinado rol social en la clase

Anexo III

Para el análisis del contenido sobre el CPC de los futuros docentes, a partir de las Secuencias de Aprendizajes que ellos elaboraron, se utilizó la siguiente tabla de indicadores:

CPC indicador	Nulo	Insuficiente	Competente
Conocimiento sobre el currículum			
Idoneidad de los conceptos en relación con el diseño curricular	No alineación de los conceptos trabajados con los prescritos por el currículum	Baja alineación de los conceptos trabajados con los prescritos por el currículum	Adecuada alineación de los conceptos trabajados con los prescritos por el currículum
Conocimiento sobre la disciplina			
Correcta conceptualización	No se generan explicaciones de los conceptos	Explicaciones inexactas de los conceptos	Las explicaciones son precisas en concordancia con el canon de la física
Vínculos y conexiones con otros conceptos	No se generan conexiones con otros conceptos	Se generan pocas conexiones con otros conceptos	La mayoría de las conexiones posibles con otros conceptos son realizadas
Vínculos con la Naturaleza de la Ciencia	No existen actividades para trabajar la NdC	Se trabaja la NdC desde la actividad experimental o desde un enfoque histórico-biográfico de los científicos	Se incorporan actividades para trabajar aspectos de la complejidad de la construcción del conocimiento científico
Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes			
El docente reconoce posibles conocimientos previos y/o dificultades de aprendizaje de los estudiantes	No prevé actividades para recabar las ideas previas de los estudiantes	Se intenta recabar las ideas previas con preguntas abiertas sobre el contenido a trabajar	Se intenta relevar las ideas previas de los estudiantes con la resolución de actividades pensadas para tal fin
El docente utiliza las ideas previas de los estudiantes para guiar la instrucción	Las ideas previas de los estudiantes no son tenidas en cuenta por el docente	Las ideas previas se contrastan con la palabra del docente	Las actividades producen cuestionamientos sobre los modelos que sustentan las ideas previas, ofreciendo a los estudiantes la posibilidad de que sus ideas progresen
El docente sondea la comprensión de los estudiantes con preguntas	El docente no evalúa el progreso de las ideas previas de los estudiantes	El docente enuncia que irá preguntando a los estudiantes sobre su comprensión sobre el tema	Se proponen actividades en las cuales se vuelven a utilizar los modelos previamente tensionados
Conocimiento sobre las estrategias de instrucción			
Apropiada secuenciación de los conceptos	No existe vínculo entre un concepto y el siguiente	Existe un vínculo entre los contenidos, pero el orden de los contenidos no es el apropiado	El orden y conexión entre los contenidos es apropiado

CPC indicador	Nulo	Insuficiente	Competente
Conocimiento sobre las estrategias de instrucción			
Problematiza el contenido	No existe una actividad problematizadora del contenido	Propone una introducción al tema de manera oral, o con una comparación de características sin un problema a resolver, o con un video sobre el fenómeno	Utilizar un laboratorio o problema real para problematizar el contenido
Utiliza Laboratorios/ Simulaciones	No utiliza laboratorios	Utiliza laboratorios para validar la teoría	Propone laboratorios dentro del proceso de aprendizaje generando instancias de anticipación y contrastación de hipótesis
Discurso en el aula propuesto	La propuesta no contempla intervención de los estudiantes	La propuesta prevé solo interacciones docente-estudiante, los estudiantes tienen baja o nula interacción entre ellos	El docente prevé discusiones y debate entre los estudiantes sobre la resolución de las actividades
Cierre de la clase	No existe un cierre de la clase	El cierre de la clase está desvinculado con las actividades realizadas	El cierre de la clase tiene relación con las actividades realizadas y parte desde los aportes/conclusiones que se espera que los estudiantes realicen
Uso de estrategias que permitan la metacognición	No existen instancias de metacognición	Existen instancias de metacognición implícitas	Existen instancias de metacognición explícitas que permitirían a los estudiantes valorar sus ideas previas y su progreso.
Conocimiento sobre las estrategias de instrucción			
Momento y finalidad de evaluación del progreso de los estudiantes	No se evalúa	Se evalúa solo al final de la secuencia de forma sumativa persiguiendo objetivos de acreditación	Se evalúa a lo largo de la secuencia para valorar el progreso de las ideas de los estudiantes
Tipo de evaluación	Preguntas que apuntan solo al recuerdo de información	Resolución algorítmica de problemas	Incorpora resolución de problemas abiertos contextualizados