

La incorporación de resultados de investigación didáctica en la enseñanza de la Física: El caso del profesorado de la Provincia de Córdoba.

Nicolás Velasco^{1,2} y Laura Buteler^{1,2}

nicolas.velasco@unc.edu.ar, laura.buteler@unc.edu.ar

¹*Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba, Medina Allende y Haya de la Torre. Ciudad Universitaria, CP 5000, Córdoba, Argentina.*

²*Instituto de Física Enrique Gaviola, FAMAF - CONICET, Medina Allende y Haya de la Torre. Ciudad Universitaria, CP 5000, Córdoba, Argentina.*

Resumen

El presente trabajo investiga sobre la incorporación de los resultados de investigación en didáctica de las ciencias en las clases de las asignaturas disciplinares de los Profesorados de Física de Nivel Superior de la Provincia de Córdoba. La información se obtiene de las respuestas a un cuestionario por parte de los docentes encargados de los espacios disciplinares de física de los Institutos de Enseñanza Superior de la Provincia de Córdoba y de entrevistas focales a cuatro de ellos. Del análisis es posible advertir que: 1) los docentes reconocen algunas potencialidades de abordar la Naturaleza de la Ciencia en la enseñanza, pero estos contenidos siguen teniendo un lugar secundario en las propuestas. 2) Los docentes dicen frecuentemente problematizar el contenido utilizando múltiples recursos. 3) Los trabajos prácticos de laboratorio como investigaciones son usados con poca frecuencia. En general los docentes utilizan los laboratorios como experiencias demostrativas o para ilustrar la teoría. 4) Los docentes mencionan que usualmente fomentan la participación de los estudiantes y sus aportaciones son escuchadas, pero pocas veces se promueven instancias desde las cuales surjan nuevos aprendizajes a partir del trabajo en pequeños grupos. Finalmente, 5) En relación a la frecuencia con la que los docentes trabajan desde las ideas previas de los estudiantes, se ha encontrado que existen dificultades semánticas sobre qué es una idea previa o un modelo alternativo y lo que es un conocimiento normativo no aprendido

Palabras clave: Didáctica de las Ciencias, Conocimiento Didáctico del Contenido, Formación del Profesorado

The incorporation of didactic research results in the teaching of Physics: The case of teachers in the Province of Córdoba.

Abstract

This paper investigates the incorporation of the results of research in science didactics in the classes of the disciplinary subjects of the Higher Level Physics Teacher Training Programs of the Province of Córdoba. The information is obtained from the answers of a questionnaire to 15 of the 21 teachers in charge of the disciplinary areas and 4 interviews. From the analysis it is possible to notice that: 1) Teachers recognize some potential to use Nature of Science in teaching, but these contents have a secondary place in the teaching practice. 2) Teachers frequently say that they problematize the content using multiple resources. 3) Practical laboratory work as investigations are used infrequently. In general, teachers use laboratories as demonstrative experiences or to illustrate theory. 4) Teachers mention that they usually encourage student participation and their contributions are listened to, but they rarely promote instances from which new learning can emerge. Finally, 5) in relation to the frequency with which teachers work from students' prior ideas, it has been found that there are semantic difficulties about what is a prior idea or alternative model and what is unlearned normative knowledge.

Keywords: Science Education Research, Pedagogical Content Knowledge, Teacher Education

L'incorporation des résultats de la recherche didactique dans l'enseignement de la physique : le cas des enseignants de la province de Córdoba.

Résumé

Cet article étudie l'incorporation des résultats de la recherche en didactique des sciences dans les classes des matières disciplinaires des cours de formation des professeurs de physique au niveau supérieur dans la province de Cordoue. Les informations sont obtenues à partir des réponses d'un questionnaire à 15 des 21 enseignants en charge des domaines disciplinaires et de 4 entretiens. A partir de l'analyse, il est possible de constater que: 1) Les enseignants reconnaissent un certain potentiel à utiliser la nature des sciences dans l'enseignement, mais ces contenus ont une place secondaire dans la pratique de l'enseignement. 2) Les enseignants disent fréquemment qu'ils problématisent le contenu en utilisant plusieurs ressources. 3) Les travaux pratiques de laboratoire tels que les investigations sont rarement utilisés. En général, les enseignants utilisent les laboratoires comme expériences démonstratives ou pour illustrer la théorie. 4) Les enseignants mentionnent qu'ils encouragent généralement la participation des élèves et que leurs contributions sont écoutées, mais qu'il est rare que l'on promeuve des exemples à partir desquels de nouveaux apprentissages émergent du travail en petits groupes. Enfin, 5) en ce qui concerne la fréquence à laquelle les enseignants travaillent à partir des idées antérieures des élèves, il a été constaté qu'il existe des difficultés sémantiques quant à ce qui est une idée antérieure ou un modèle alternatif et ce qui est une connaissance normative non apprise.

Mots clés: Didactique des sciences, connaissance du contenu didactique, formation des enseignants

A incorporação dos resultados da pesquisa didática no ensino da Física: O caso dos professores da Província de Córdoba.

Resumo

Este artigo investiga a incorporação dos resultados da pesquisa no ensino de ciências nas aulas de disciplinas dos professores de física do nível superior da província de Córdoba. A informação é obtida a partir das respostas a um questionário pelos professores responsáveis pelos espaços disciplinares de física dos institutos de educação superior da província de Córdoba e de entrevistas focais com quatro deles. Pela análise, é possível perceber que: 1) os professores reconhecem certo potencial para abordar a natureza das ciências no ensino, mas esses conteúdos continuam ocupando um lugar secundário nas propostas. 2) Os professores costumam dizer que problematizam conteúdos usando múltiplos recursos. 3) Trabalho prático de laboratório, como investigações, raramente é usado. Em geral, os professores usam os laboratórios como experimentos de demonstração ou para ilustrar a teoria. 4) Os professores relatam que geralmente incentivam a participação dos alunos e que suas contribuições são ouvidas, mas que raramente promovem exemplos dos quais novas aprendizagens emergem do trabalho em pequenos grupos. Finalmente, 5) Quanto à frequência com que os professores trabalham a partir das ideias prévias dos alunos, verificou-se que existem dificuldades semânticas relativamente ao que é ideia prévia ou modelo alternativo e ao que é conhecimento normativo não aprendido.

Palavras-chave: Didática de Ciências, Conhecimento Didático do Conteúdo, Formação de Professores

1. INTRODUCCIÓN

El Diseño Curricular de la Provincia de Córdoba para el Profesorado de Física establece los contenidos y orientaciones para su enseñanza. Estas últimas se basan en los resultados de investigaciones en Didáctica de las Ciencias de los últimos 40 años (Velasco y Gandolfo, 2022). Sin embargo, esto no garantiza que estos resultados están siendo considerados en el diseño e implementación de propuestas de enseñanza. Investigaciones previas reportan que las prácticas áulicas pueden variar en su grado de alineación con el currículum prescripto, dependiendo de la interpretación que cada docente haga de este último (Gimeno Sacristán, 1998).

Por otra parte, numerosas investigaciones muestran que la investigación didáctica tiene poco impacto sobre la práctica educativa dado que sus resultados no se incorporan a ésta, generando una brecha entre el campo de la investigación y la práctica (Perines, 2018; Solbes et al, 2018; Solbes et al, 2013). Esto no es una problemática nueva, ya que data de más de 30 años (Blackburn y Moissan, 1987; Solbes et al., 2018). Algunas de las causas de esto fueron expuestas por Carrascosa-Alís y Domínguez-Sales (2017). En su trabajo los autores delinean algunas sugerencias para superar este obstáculo. Sin embargo, esta brecha podría no estar cerrada (Solbes et al, 2018).

La formación inicial del profesor es el espacio en el que los futuros docentes construyen las herramientas necesarias para comprender la física de los científicos y la física de la

escuela, con el objetivo de diseñar puentes entre ellas. Esto requiere un conocimiento amplio y profundo de la física (entendida ésta como un proceso de construcción continua en las dimensiones conceptual, epistemológica y sociológica), de los estudiantes, de la escuela, de la vida en las aulas, de los documentos curriculares de la enseñanza secundaria y de los recursos didácticos. Aunque muchos investigadores señalan que las didácticas específicas y/o los espacios de prácticas pedagógicas serían los contextos propicios para que los futuros docentes construyan dichos conocimientos, existe literatura que sostiene: 1) que esos espacios curriculares no alcanzan por sí mismos para lograr ese aprendizaje de forma acabada y 2) que es necesario utilizar también los espacios curriculares disciplinares para fortalecer este aspecto de la formación de los futuros docentes (Mäntylä y Nousiainen, 2014; De Longhi y Rivarosa, 2015).

En este sentido, en un trabajo previo de uno de los autores se exploró en qué medida, el conocimiento del profesor necesario para el abordaje de los contenidos, está relacionado con lo que los documentos curriculares para la formación docente del profesorado de física de la Provincia de Córdoba denominan *orientaciones para la enseñanza* (Velasco y Gandolfo, 2022). Esa indagación mostró que los diseños curriculares de los espacios disciplinares de física para la formación docente ofrecen indicaciones y sugerencias que apuntan a fortalecer el corpus de conocimiento que un docente necesita para la enseñanza de la física. Estas sugerencias se basan en resultados de investigación en enseñanza de las ciencias de amplio consenso en la comunidad de investigadores en el área. Por lo tanto, una enseñanza de física para futuros docentes que respete las orientaciones para la enseñanza sugeridas en los documentos curriculares, tendría que ser consistente con aquellos resultados de investigación del campo de la didáctica de las ciencias que sustentan las orientaciones para la enseñanza.

En este contexto, resulta fundamental analizar el impacto que los resultados de la investigación didáctica tienen actualmente en las prácticas de los profesores de física en el ámbito local. Es por ello, que el propósito de esta investigación es analizar el grado de incorporación de los resultados de la investigación en enseñanza de las ciencias, reportada por parte de los profesores responsables de los espacios disciplinares de la formación de profesores de física en nivel superior en la Provincia de Córdoba. La pregunta que guía esta investigación es la siguiente: ¿En qué medida los profesores encargados de los espacios disciplinares de la formación de profesores de física en nivel superior en la Provincia de Córdoba dicen que incorporan en sus prácticas los hallazgos de la investigación en enseñanza de las ciencias?

2. MARCO TEÓRICO

El Diseño Curricular del Profesorado de Educación Secundaria en Física de la Provincia de Córdoba ofrece orientaciones para la enseñanza de sus espacios curriculares disciplinares, orientadas a fortalecer y/o construir las herramientas necesarias para que los futuros docentes puedan tender puentes entre la física de los científicos y la física de la escuela.

El equipo que elaboró dicho diseño curricular estuvo conformado, entre otros, por investigadores del área de la educación en física. Esto produjo que el diseño curricular del profesorado en física esté en sintonía con resultados de investigación en el campo de la educación en ciencias. Como se muestra en la Tabla I, es posible reconocer en el diseño curricular, los resultados de investigación en los que se basan las orientaciones para la enseñanza en los espacios curriculares de física.

Las orientaciones mencionadas en el diseño curricular de los espacios curriculares de física para futuros docentes, pueden organizarse en 5 dimensiones que coinciden con resultados de investigación de amplio consenso en la comunidad de investigadores en el campo de la didáctica de las ciencias. Estos son:

- *Abordar la Naturaleza de la Ciencia (NdC)*: Una adecuada alfabetización científica debe integrar, entre otros aspectos, un conocimiento básico sobre qué es la ciencia y cómo se construye (Adúriz-Bravo, 2005). Los contextos más frecuentes para la enseñanza de la NdC son los siguientes: a) *Problemáticas socio científicas*: Se trata de que los estudiantes elaboren argumentaciones basadas en pruebas y conocimientos científicos para interpretar y posicionarse ante determinadas cuestiones actuales de controversia socio científica/ tecnológica (CTS). b) *Historia de la ciencia*. Permite, entre otros aspectos, conocer: el desarrollo de las teorías científicas; las relaciones ciencia-sociedad de cada época; y el carácter universal y multicultural de la ciencia. Además, contribuye a dar coherencia al currículo de ciencia. c) *Trabajo de laboratorios como indagación*: la indagación contribuye para aprender prácticas científicas, pero no sólo desde lo procedimental sino también desde un enfoque epistemológico reflexivo. (García-Carmona et al., 2012).
- *Los estudiantes aprenden desde sus ideas previas*: Desde siempre los alumnos han dado respuestas alternativas a las esperadas sobre las cuestiones en el aula de Física y, ante este hecho, la respuesta tradicional del profesor ha sido sancionadora (Periago y Bohigas Janoher, 2005). Como consecuencia de las múltiples investigaciones didácticas, se ha detectado que, antes de llegar a la instrucción formal, los alumnos ya poseen sus propias concepciones sobre los fenómenos naturales y sobre aquello que se les quiere enseñar (Driver y Gaalen Erickson, 1983). Si el docente no considera estas ideas previas en la propuesta de enseñanza, puede derivar en un aprendizaje deficiente de los principales principios y modelos científicos que se utilizan para interpretar los fenómenos naturales.
- *Problematización de los contenidos* (Levrini et al., 2015; Engle y Conant, 2002): La problematización de los contenidos consiste en fomentar preguntas, propuestas, desafíos y otras contribuciones intelectuales de los alumnos, en lugar de esperar que se limiten a asimilar hechos, procedimientos y otras respuestas (Hiebert et al, 1996). La problematización surge de una situación cercana que interpela a los estudiantes y por ello, es significativo resolverla. La problematización resalta la importancia del contenido a abordar al mismo tiempo que provoca un involucramiento de los estudiantes en su propio aprendizaje.

- *Promover interacciones dialógicas entre los estudiantes* (Aguar et al. 2010): Como teorizaban Vygotsky y Cole (1978), estas interacciones permiten a los estudiantes apropiarse de las estrategias discursivas y puntos de vista de sus pares (Reznitskaya y Gregory, 2013). Los estudiantes a medida que se basan en las ideas de los demás, construyen nuevos entendimientos más complejos que los que tenían al principio (Herrenkohl et al., 1999). Se ha demostrado que el uso de debates en clase mejora la comprensión lectora (Murphy et al., 2018) y la escritura argumentativa (Wissinger y De La Paz, 2016). Para trabajar las ideas previas del alumnado deben ser explicitadas y, a partir de ello, brindar oportunidades para que los estudiantes puedan tensionarlas, ponerlas en cuestión y contrastarlas con el canon de la Ciencia. Si estas oportunidades se desarrollan de manera colectiva y/o cooperativa, los resultados de aprendizaje mejoran (Velasco et al, 2022).
- *Promover Trabajos Prácticos de Laboratorio (TPL) como Investigaciones* (Gil-Pérez y Valdés, 1996): son actividades de laboratorio diseñadas para dar a los estudiantes la oportunidad de trabajar como lo hacen los científicos en la resolución de problemas, familiarizarse con el trabajo científico y aprender en el curso de estas investigaciones, los contenidos disciplinares a la vez de adquirir las destrezas y procedimientos propios de la indagación (Ros, 2003).

Tabla I. Dimensiones de resultados de investigación en los que se basan las orientaciones para la enseñanza del diseño curricular del Profesorado de Física de la provincia de Córdoba

Orientaciones para la Enseñanza	Dimensión
Partir de la comprensión de fenómenos y procesos del mundo natural y de la tecnología, abordando, en primera instancia, las descripciones más sencillas ligadas al —sentido común—, para avanzar progresivamente hacia diferentes niveles de profundización y precisión, hasta arribar a la formalización de leyes y principios y sus representaciones matemáticas	Problematización del contenido
Abordar situaciones problemáticas reales, cualitativas y/o cuantitativas, utilizando modelos, simples o complejos, que se adapten a los resultados que se pretenden lograr y a los recursos disponibles.	
Incorporar aspectos epistemológicos y acontecimientos históricos que aporten a la comprensión de los contenidos de esta unidad y de la Física como disciplina experimental en constante evolución.	Abordar la Naturaleza de la Ciencia
Afianzar la concepción de modelos como invenciones que articulan un conjunto de conceptos, principios y leyes; y que operan como representaciones que se ajustan, con cierto rango de validez, a los comportamientos del mundo físico	
Relacionar la disciplina de este espacio curricular con el desarrollo de otras disciplinas de la Física y con otras áreas científicas y tecnológicas, considerando su vínculo con diversas problemáticas sociales.	
Articular con Producción Científica y Sociedad, Filosofía de las Ciencias e Historia y Epistemología de la Física de modo que las concepciones de ciencia, producción y conocimiento científico abordados en esa línea, se integren significativamente en las propuestas de enseñanza de esta unidad.	
Partir del conocimiento y las ideas previas de los estudiantes para el desarrollo de las diferentes estrategias didácticas	Los estudiantes aprenden desde sus ideas previas:
Generar situaciones en las que los estudiantes estimen, planteen conjeturas, sugieran explicaciones, discutan sobre la validez de los resultados y procedimientos, y argumenten	Promover interacciones dialógicas entre los estudiantes
Generar un clima participativo de aprendizaje, donde el intercambio, el debate y la colaboración cobren especial relevancia.	
Plantearlo como una actividad para promover el desarrollo de un diseño experimental que ponga a prueba algunas hipótesis	Promover Trabajos Prácticos de Laboratorio como Investigaciones
Considerar diferentes grados de participación del estudiante desde actividades con guías estrictamente pautadas a otros con desarrollos abiertos que requieren decisiones sobre el propio diseño experimental.	

3. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo este trabajo se contactaron a todos los docentes a cargo de los espacios disciplinares de los Profesorados de Física de Nivel Superior de la Provincia de

Córdoba. La carrera de Profesor de Educación Secundaria en Física en Córdoba prevé 7 espacios curriculares disciplinares de física: Fenómenos Mecánicos I, Fenómenos Mecánicos II, Fenómenos Ondulatorios, Fenómenos Termodinámicos, Fenómenos Electromagnéticos,

Astronomía y Física del Siglo XX. La carrera se dicta en tres Institutos de la Provincia de Córdoba, por lo tanto, son 21 los docentes encargados de los espacios curriculares de la formación disciplinar de los profesores de Física de dicha provincia. Es importante mencionar que este trabajo no incluye a los profesorado de física universitarios, puesto que éstos poseen un diseño curricular distinto al de los profesorado de nivel superior-no universitario. No obstante, en futuras investigaciones podría analizarse la implementación de los resultados de investigación en enseñanza de las ciencias en las prácticas de los profesorado universitarios de la Provincia de Córdoba.

Como se mencionó anteriormente este trabajo hace foco en el uso de los resultados de investigación en didáctica de las ciencias en las prácticas de los docentes de los institutos de formación docente en física de nivel superior-no universitarios de la provincia de Córdoba. La información sobre la implementación de dichos resultados en los espacios curriculares mencionados, se obtuvo mediante un cuestionario que se muestra en la Tabla II. Este cuestionario es una adaptación de otro utilizado en investigaciones previas (Solbes, 2013; De Longhi et al, 2018).

Tabla II. Preguntas del cuestionario realizado a los docentes

Preguntas realizadas a los docentes a través de cuestionario	
1	¿Utiliza en clase la historia de las ciencias?
2	¿Incluye actividades sobre naturaleza de la ciencia y forma de trabajo de los científicos?
3	¿Propone actividades que incluyan relaciones CTS?
4	¿Favorece la argumentación científica en clase?
5	¿Propone trabajos prácticos de laboratorio como indagaciones?
6	¿Propone actividades para averiguar los conocimientos e ideas previas de los estudiantes y sus dificultades?
7	¿Propone actividades para impulsar la participación de todos los estudiantes, no sólo con el docente sino prioritariamente entre ellos?
8	¿Incluye en los exámenes cuestiones sobre la naturaleza de la Ciencia?
9	¿Evalúa el progreso de las ideas de los estudiantes durante el desarrollo de un contenido?
10	¿Trata de motivar a los estudiantes, problematizando el contenido en el comienzo de su abordaje?
11	¿Estructura la clase en pequeños grupos?
12	¿Los estudiantes realizan debates?
13	¿Los estudiantes exponen sus conclusiones/puntos de vista?

Este cuestionario se les hizo llegar a los docentes a través de su correo electrónico personal. 15 de los 21 docentes a cargo de los distintos espacios respondieron voluntariamente el cuestionario, lo que representa más del 70% de la población analizada. La valoración de cada respuesta se estableció mediante una puntuación entre 1 y 4, con la siguiente escala: 1 nunca, 2 poco frecuente, 3 con frecuencia y 4, siempre. Este tipo de escala se conoce como escala de Likert. Ésta es una escala ordinal, constituida por una serie de ítems ante los cuales se solicita la reacción del sujeto. La persona interrogada señala su grado de acuerdo o desacuerdo con cada ítem, proposición o afirmación relativa al asunto estudiado (Namakforoosh, 2000).

Del cuestionario elaborado, las preguntas 1,2,3 y 8 apuntan a analizar el grado del uso de la dimensión “Abordar la Naturaleza de la Ciencia”; las preguntas 4, 7, 11, 12, y 13 son sobre “Promover interacciones dialógicas” entre los estudiantes. La pregunta 5 es sobre la dimensión “TPL como investigación”. Las preguntas 6 y 9 apuntan a la dimensión sobre “ideas previas”, y la pregunta 10 pretende analizar la frecuencia con la que los docentes generan una “problematización del contenido”.

Se realizan dos análisis de los datos en paralelo: 1) diferenciando las respuestas obtenidas según el instituto al que pertenecen los docentes y 2) agrupando todas las respuestas elaboradas por los docentes en un sólo grupo. En ambos casos se aplicó el Test de Shapiro - Wilks para analizar la normalidad de la distribución de los datos. Al analizar los datos separados por instituto de formación, los mismos se alejan de una distribución normal, por lo que es apropiado realizar un tratamiento estadístico no paramétrico. Por ello, para cada categoría, se utilizó el test de Wilcoxon-Mann Whitney para la comparación de las medianas poblacionales con $p = 0,05$. Esto es, se compararon las medianas poblacionales de cada ítem del cuestionario entre el instituto A y el B, luego entre el A y el C, y finalmente entre el B y el C. También se compararon las medianas poblacionales de cada ítem de los tres institutos de formación docente, por medio del test Kruskal - Wails. Tanto en este último test como en los realizados por medio del test Wilcoxon- Mann Whitney se obtiene que las medianas poblacionales obtenidas en cada ítem son indistinguibles entre los institutos. Esto quiere decir que los

datos recolectados no arrojan diferencias significativas entre un instituto y otro.

Al tomar todos los datos recolectados como una sola población y aplicarle el test Shapiro - Wilks se obtiene una distribución normal en cada uno de los ítems analizados. Esto último sumado a que los datos no son distinguibles en relación a las instituciones, habilita a analizar los datos utilizando medidas de posición central como la media o la mediana poblacional de toda la muestra como una sola población.

Además, se realizaron entrevistas personales semiestructuradas (ver anexo) a 4 docentes que habían respondido el cuestionario y que voluntariamente accedieron a ser entrevistados. Los docentes entrevistados pertenecen a 2 de las instituciones que aportaron mayor cantidad de datos (casi el 80% de los datos relevados) para la caracterización de las prácticas docentes en los espacios curriculares disciplinares en el profesorado de física. De los 4 docentes entrevistados 3 de ellos tienen formación docente en física (los Docentes 2 y 3 de nivel superior no universitario y el Docente 1 de nivel universitario). El Docente 4 no tiene formación docente, sino que su formación corresponde a Dr. en Química y su actividad principal corresponde al campo de la investigación en química.

4. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados promedios y las medianas poblacionales de cada una de los ítems de las respuestas de los docentes de los espacios disciplinares de los profesorados en física, a las preguntas realizadas mediante el cuestionario.

Tabla III. Resultados del cuestionario

Pregunta	Tema de la pregunta	Mediana	Promedio
1	Se trabaja la Historia de la Ciencia	3	3,0
2	Actividades sobre la forma de trabajo de los científicos	3	2,8
3	Actividades CTS	2	2,5
8	Evaluación NdC	2	2,0
6	Recabación de las ideas previas	3	2,9
9	Evaluación del progreso de las Ideas previas	3	2,6
10	Problematicación del contenido	3	3,3
4	Argumentación Científica	3	3,2
11	Trabajo en pequeños grupos	2	2,4
12	Fomentar debates	3	2,7
13	Los estudiantes pueden dar sus conclusiones	3	3,1
7	Se fomenta la participación de	3	3,1

	los estudiantes		
5	TPL como investigación	2	2,3

4.1 Sobre el Abordaje de la Naturaleza de la Ciencia

Observando la Tabla III, es posible advertir que los docentes frecuentemente dicen hacer uso de la Historia de la Ciencia en las clases de Física y, en menor medida, dicen utilizar actividades sobre la forma de trabajo de los científicos o actividades CTS.

De las encuestas surge que, aunque se realicen abordajes de la NdC durante las clases, este contenido no es necesariamente evaluable o el docente le daría menor importancia que el contenido puramente disciplinar.

Todos los docentes entrevistados manifestaron la importancia de incluir la Historia de la Ciencia en la enseñanza, pero expresan implementarla con distintas frecuencias.

Docente 1: *“Yo hago mucho hincapié en la Historia, lo más importante que trato que vean los estudiantes es que cosas que se dijeron hace 200/300 años aún siguen vigentes”.*

Docente 2: *“Yo trabajo algunas controversias o cambios de paradigmas para que los estudiantes puedan ver cómo evoluciona la Ciencia” (...) “No siempre llego a trabajarlo, el tiempo es poco.”*

Docente 3: *“Uso la historia, pero poco, trato de que los chicos tengan el contexto histórico para que no sólo se centren en el modelo matemático del fenómeno...” “lo dejo un poco de lado por el tiempo”.*

Docente 4: *“Es interesante y lo que me resulta llamativo es conocer la historia y cómo se fue desarrollando el conocimiento” (...) “trato de contarles a los chicos que la generación de conocimiento en la humanidad lleva mucho tiempo y que no es algo cerrado” (...) “es importante trabajar la NdC porque nos muestra la dimensión humana de la Ciencia”.*

Aunque estos docentes reconocen las potencialidades y beneficios que conlleva incorporar la NdC, manifiestan tener dificultades para hacerlo aludiendo a la falta de tiempo y lo extenso del currículum. Esto muestra que no es un contenido prioritario para los docentes entrevistados. Además, en ninguna de las entrevistas ellos manifestaron utilizar la NdC para trabajar el contenido disciplinar. Aparentemente, para ellos, la NdC es un contenido auxiliar, contextual, pero que no es utilizado como medio para aprender los contenidos disciplinares de física.

4.2 Sobre las Ideas previas de los estudiantes

Observando la Tabla III, en una primera lectura es posible decir que los docentes con cierta frecuencia dicen contemplar las ideas previas de los estudiantes y estar atentos a cómo éstas progresan. Sin embargo, estos resultados deben ser revisados y puestos en consideración, puesto que la mayoría de los docentes entrevistados, al ser consultados sobre las ideas previas de los estudiantes

hicieron referencia a lo que los estudiantes debían saber del nivel anterior y aún no saben, y no a las ideas alternativas que usualmente pueden estar presentes en los estudiantes.

Docente 1: *“Sobre los preconceptos con los que llegan a mi materia, pienso que deberían llegar con algunas nociones más del secundario”.*

Docente 3: *“De las ideas previas de los estudiantes yo veo una falencia, sobre todo en matemática. Supongo que puede ser por los años de pandemia”.*

Docente 4: *“Encuentro que los estudiantes no tienen las herramientas matemáticas para terminar de entender aspectos fenomenológicos”.*

Uno de los docentes entrevistados pudo reconocer en sus estudiantes modelos alternativos, pero no como resultado de investigación en literatura especializada, si no como resultado de su experiencia.

4.3 Sobre la problematización de los contenidos

A partir del análisis de la Tabla III, es posible afirmar que los docentes con frecuencia dicen que intentan comenzar un contenido desde su problematización. Esto es coherente con los resultados de las 4 entrevistas.

Todos los docentes entrevistados manifiestan problematizar el contenido utilizando distintas estrategias. A continuación, se exponen algunos fragmentos de las entrevistas en relación con este punto.

Docente 1: *“Para comenzar a trabajar el contenido suelo usar laboratorios reales o los laboratorios virtuales Phet”.*

Docente 2: *“Trato de comenzar desde lo cotidiano, desde una situación cercana a ellos que tenga que ver con el contenido”.*

Docente 3: *“Utilizo varios modos para arrancar a trabajar, a veces les muestro el fenómeno, otras veces desde el marco histórico”.*

Docente 4: *“Problematizo el contenido haciendo preguntas a los estudiantes sobre aspectos fenomenológicos y luego presento un laboratorio demostrativo”.*

4.4 Sobre las interacciones dialógicas entre los estudiantes

Si se observan los promedios de la tabla III vinculados con esta dimensión podemos decir que, con frecuencia, en las clases de física de los profesorados, los docentes dicen invitar a los estudiantes a participar y aportar sus puntos de vistas y conclusiones. No obstante, se observa que estas participaciones no siempre provocan debates, ni tampoco ocurren en pequeños grupos (en los cuales el docente no participa). Esto podría indicar que los docentes hacen participar a sus estudiantes, escuchan sus aportes, pero con menos frecuencia fomentan los intercambios entre los estudiantes, para que de las discusiones se produzca una construcción colectiva del conocimiento. Es decir, en términos de Aguiar y otros (2010), las clases usualmente son caracterizadas por los docentes como interactivas pero pocas veces verdaderamente dialógicas.

Las entrevistas mostraron valores menos alentadores que el cuestionario ya que la mitad de los docentes

entrevistados, si bien dicen fomentar la participación de los estudiantes, no esperan que allí se produzca un aprendizaje. Consideran que la participación de los estudiantes son momentos en donde dan sus puntos de vista, pero que no necesariamente interactúan con los de los otros estudiantes.

Docente 1: *“En relación a las interacciones: yo escucho aportes de los estudiantes y trato de generar una definición colectiva desde lo que me dicen”.*

Otro docente expresa que la participación es importante pero no visualiza que la interacción dialógica sea un generador de involucramiento, sino que ese involucramiento del estudiante en su aprendizaje debe ser un atributo previo a la instrucción (y por lo tanto independiente de lo que haga el docente).

Docente 4: *“Es importante la participación, pero antes el alumno debe haber mostrado interés e involucramiento para aprender, (...), pero lamentablemente eso no suele ocurrir”.*

4.5 TPL como investigación

De la tabla III se observa que el TPL no es usado frecuentemente como investigación, es decir como una actividad para aprender sobre las formas de construcción de la física. Esto tiene su correlato con las entrevistas ya que la mayoría de los entrevistados, no utiliza este tipo de propuestas. Si bien los entrevistados resaltaron la importancia de la actividad experimental en la enseñanza de la física, en general utilizarían los TPL solamente con fines demostrativos o para corroborar la teoría.

Docente 1: *“Uso experimentos para visualizar los fenómenos”*

Docente 2: *“Trato de usar un modelo por indagación, pero a veces me pasa que, si es muy abierto y están flojos de la teoría, se dificulta”*

Docente 3: *“No les doy el teórico antes del laboratorio, pero si los materiales y procedimientos para que saquen conclusiones”*

Docente 4: *“Hago pequeños experimentos en el aula para demostrar algo de la teoría”*

5. CONCLUSIONES

La pregunta guía de esta investigación es ¿En qué medida los profesores encargados de los espacios disciplinares de la formación de profesores de física en nivel Superior de la Provincia de Córdoba, dicen incorporar los resultados de investigación en didáctica de las ciencias en sus prácticas? Luego del análisis realizado es posible concluir que los docentes reconocen algunas potencialidades de abordar la Naturaleza de la Ciencia en la enseñanza, pero pocas veces estos conocimientos forman parte de la evaluación por lo que siguen teniendo un lugar secundario en la enseñanza. Además, luego de las entrevistas realizadas, se visualiza que la Historia de la Ciencia se utilizaría con fines de contextualización, pero no como medio para aprender de física y sobre la física simultáneamente, es decir sobre la NdC.

También es posible concluir que los docentes frecuentemente dicen problematizar el contenido utilizando múltiples recursos. Queda para próximas investigaciones

indagar sobre cuáles de estos recursos generan mejores niveles de problematización del contenido y eventualmente logran involucrar a los estudiantes en los debates colectivos.

Si bien los docentes usualmente dicen fomentar la participación de los estudiantes y que sus aportaciones son escuchadas, pocas veces mencionaron que se promueven instancias en donde se produzcan debates en pequeños grupos y en el grupo clase. Esto da cuenta de un pobre reconocimiento sobre el valor de los intercambios entre los futuros docentes para lograr instancias de aprendizaje colectivo de la física durante las clases.

Los trabajos prácticos de laboratorio, como una actividad para aprender sobre las formas de construcción del conocimiento de la física, son implementados con poca frecuencia según lo dicho por los docentes. Cuando lo hacen, en general utilizan los laboratorios como experiencias demostrativas o para ilustrar la teoría. En ningún caso se advierte la utilización de TPL como medio para construir modelos, que es una práctica habitual en física y que sería epistemológicamente valioso reproducir en las clases para los futuros docentes.

Finalmente, en relación a la frecuencia con la que los docentes dicen trabajar desde las ideas previas de los estudiantes, se ha encontrado que los docentes atribuyen a la noción de idea previa o modelo alternativo a un conocimiento normativo no aprendido. Esto último no coincide con el significado de idea previa o modelo alternativo reportado en la literatura de investigación en enseñanza de las ciencias (Driver y Gaalen Erickson, 1983). Para profundizar el análisis, será necesario observar algunas clases a los fines de poder triangular la información obtenida con el cuestionario y las entrevistas.

Los resultados obtenidos en la encuesta marcan una tensión entre las orientaciones para la enseñanza presentes en el currículum prescripto y las características de las actividades de enseñanza que los docentes dicen implementar en los espacios curriculares de física en los institutos de formación superior de la Provincia de Córdoba. Esta tensión parece ratificarse y profundizarse al observar los resultados obtenidos en las entrevistas. Estas conclusiones constituyen un excelente diagnóstico para comenzar a reflexionar sobre la coherencia de las prácticas áulicas y las orientaciones para la enseñanza brindadas por el currículum, y poder así, repensar la enseñanza en el nivel superior a partir de los saberes y prácticas de los docentes de los espacios curriculares disciplinares. En este sentido, los autores de este trabajo están llevando a cabo una iniciativa en esa dirección, implementando una investigación basada en el diseño en un espacio curricular de física en un instituto de formación de Córdoba Capital (Velasco y Buteler, 2022).

6. REFERENCIAS

Adúriz-Bravo, A. (2005). ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias? Una cuestión actual de la investigación didáctica. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 23-33.

Aguiar, O. G., Mortimer, E. F., & Scott, P. (2010). Learning from and responding to students' questions: The authoritative and dialogic tension. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National*

Association for Research in Science Teaching, 47(2), 174-193.

Alís, J. C., & Sales, M. C. D. (2017). Problemas que dificultan una mejor utilización de la Didáctica de las Ciencias en la Formación del Profesorado y en la Enseñanza Secundaria. *Revista científica*, 30(3), 167-180.

Blackburn, V. Y Moissan, C., (1987). *La formation continue des enseignants dans les douze états membres de la Communauté Européenne*. Bruselas

De Longhi, A. L., & Rivarosa, A. (2015). Los nuevos estándares para la formación docente: reflexiones y tensiones. *Revista de Educación En Biología*, 18(2), 5-10.

De Longhi, A. L., Martínez, S., Solbes, J., & González, E. M. (2018). ¿Cursar un posgrado en educación en ciencias mejora la enseñanza? *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (44), 129-146.

Driver R. & Gaalen Erickson G. (1983) *Theories-in-Action: Some Theoretical and Empirical Issues in the Study of Students' Conceptual Frameworks in Science*, *Studies in Science Education*, 10:1, 37-60.

Engle, R. & Conant, F. (2002): Guiding Principles for Fostering Productive Disciplinary Engagement: Explaining Emergent Argument in a Community of Learners Classroom. *Cognition and Instruction*, 20(4), 399-483.

García-Carmona, A., Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2012). Comprensión de los estudiantes sobre la naturaleza de la ciencia: análisis del estado actual de la cuestión y perspectivas. *Enseñanza de las Ciencias*, 30(1), 23-34.

Gil-Pérez, D. & Valdés, P. (1996). La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(2), 155-163.

Herrenkohl, L. R., Palincsar, A. S., DeWater, L. S., & Kawasaki, K. (1999). Developing scientific communities in classrooms: A sociocognitive approach. *Journal of the Learning Sciences*, 8(3-4), 451-493.

Hiebert, J., Carpenter, T. P., Fennema, E., Fuson, K., Human, P., ... & Wearne, D. (1996). Problem solving as a basis for reform in curriculum and instruction: The case of mathematics. *Educational researcher*, 25(4), 12-21.

Levrini, O., Fantini, P., Tasquier, G., Pecori, B., & Levin, M. (2015). Defining and operationalizing appropriation for science learning. *Journal of the Learning Sciences*, 24(1), 93-136.

Mäntylä, T. & Nousiainen, M. (2014) Consolidating Pre-service Physics Teachers' Subject Matter Knowledge Using Didactical Reconstructions. *Science & Education*, 23, 1583-1604.

Murphy, P. K., Greene, J. A., Firetto, C. M., Hendrick, B. D., Li, M., Montalbano, C., & Wei, L. (2018). Quality talk: Developing students' discourse to promote high-level comprehension. *American Educational Research Journal*, 55(5), 1113-1160.

Namakforoosh (2000). *Metodología de la investigación*. México: Limusa

Periago O, M. C. & Bohigas Janoher, X. (2005). The Prevalence of Prior Knowledge about Electric Potential, Current Intensity and Ohm's Law in Second-Year Students of Engineering. *Revista electrónica de investigación educativa*, 7(2), 1-23.

Perines, H. (2018). ¿Por qué la investigación educativa no impacta en la práctica docente? *Estudios sobre educación*, 34, 9-27. <https://doi.org/10.15581/004.34.9-27>

Reznitskaya, A., & Gregory, M. (2013). Student thought and classroom language: Examining the mechanisms of change in dialogic teaching. *Educational Psychologist*, 48(2), 114-133.

Ros, A. C. (2003). Los trabajos prácticos en ciencias. *Enseñar ciencias* (pp. 95-118). Graó.

Solbes, J.; Domínguez-Sales, M. C.; Fernández-Sánchez, J.; Furió, C.; Cantó, J. R. & Guisasaola, J. (2013). ¿El profesorado de Física y Química incorpora los resultados de la investigación en Didáctica? *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 27, 155-178.

Solbes, J., Fernández-Sánchez, J., Domínguez-Sales, M. C., Doménech, J. C., & Aranzábal, J. G. (2018). Influencia de la Formación y la Investigación Didáctica del Profesorado de Ciencias sobre su Práctica Docente. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 36(1), 25-44.

Velasco, J., Buteler, L., Briozzo, C., & Coleoni, E. (2022). Learning entropy among peers through the lens of coordination class theory. *Physical Review Physics Education Research*, 18(1), 010127.

Velasco, N., & Buteler, L. (2022). Strengthening Pedagogical Content Knowledge Of Preservice Physics Teachers: 3 Cases on Electric Circuits. *Revista do Professor de Física*, 6(Especial), 618-627.

Velasco, N., & 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), 43-55.

Vygotsky, L. S., & Cole, M. (1978). *Mind in society: Development of higher psychological processes*. Harvard university press.

Wissinger, D. R., & De La Paz, S. (2016). Effects of critical discussions on middle school students' written historical arguments. *Journal of Educational Psychology*, 108(1), 43.

6. ¿Cuáles son las potencialidades y debilidades de promover el debate entre los estudiantes sobre el contenido de tu espacio curricular? ¿Podrías caracterizar a tus clases como participativas? ¿Por qué?
7. ¿Cómo caracterizarías a los TPL que utilizas en clase? ¿Qué pretende lograr con los TPL?
8. En el Cuestionario se le consultó sobre si problematiza el contenido para comenzar a trabajarlo. ¿Cómo logra esa problematización?
9. Tienes algún comentario, alguna cosa que nos hayamos dejado en el tintero

ANEXO

Protocolo de la entrevista

1. ¿Podrás comentar cuáles son los conceptos en los cuales los estudiantes tienen más dificultades? ¿Cuál puede ser la causa de esas dificultades?
2. ¿Puedes reconocer algunas preconcepciones típicas en los estudiantes sobre algún contenido de la materia que dictas?
3. ¿Cómo intentas que esas ideas progresen hacia el conocimiento normativo?
4. ¿Cuáles son los hitos históricos más relevantes en relación a los contenidos de tu espacio curricular? ¿Por qué lo consideras importante? ¿Puedes implementar el abordaje histórico con frecuencia?
5. ¿Cuál es la ventaja de utilizar el abordaje de la NdC en la enseñanza de la Física? ¿Encuentras dificultades para implementarlo?