

Innovación educativa y reflexión sobre la Naturaleza de la Ciencia en escenarios de formación de Profesores de Ciencias Naturales

Educational Innovation and reflection on the Nature of Science in Training Scenarios for Natural Science Teachers

Silvana Marcela Ferragutti¹, Carola Soledad Astudillo², Isabel Cecilia Pastorino³

^{1 2 3} Dpto. de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina.

¹ferraguttisilvana@gmail.com; ²carolaastudillo1@gmail.com; ³pastorinomailin@gmail.com

Recibido 31/05/2020 – Aceptado 25/07/2020

Resumen

El presente trabajo explora el papel otorgado a la *Naturaleza de la Ciencia* (NdC) en propuestas de enseñanza elaboradas por docentes que finalizaron la Diplomatura Superior en Enseñanza de Prácticas Experimentales en Ciencias (UNRC). A través de un análisis documental, se identificaron los ejes de NdC contemplados en las propuestas y se caracterizaron alcances y limitaciones de las *Actividades Prácticas de Laboratorio* (APL) incluidas. Los resultados señalan que, en su mayoría, las producciones recuperan, tanto en fundamentaciones como en actividades, aspectos epistemológicos, sociológicos e históricos, aunque con diferentes alcances y niveles de integración y argumentación. En el análisis de las fases estructurales de las APL se identificaron rasgos innovadores que coexisten con perspectivas clásicas, lineales, aproblemáticas y descontextualizadas.

Palabras clave: Formación docente; Naturaleza de la Ciencia; Innovación educativa; Actividades prácticas de laboratorio

Abstract

This paper explores the role given to the Nature of Science (NOS) in teaching proposals elaborated by teachers who completed the Higher Diploma in Teaching of Experimental Practices in Science (UNRC). Through a documentary analysis, the NOS axes contemplated in the proposals were identified and the scope and limitations of the included Laboratory Practical Activities (LPA) were characterized. The results indicate that most of the productions recover epistemological, sociological and historical aspects, both in foundations and in activities, although with different scopes and levels of integration and argumentation. In the analysis of the structural phases of the LPA, innovative features were identified that coexist with classical, linear, unquestionable and decontextualized perspectives.

Keywords: Teacher training; Nature of Science; Educational Innovation; Practical Laboratory Activities

Introducción

La investigación actual en Didáctica de las Ciencias fundamenta la importancia de la Epistemología e Historia de la Ciencia como conocimiento integrado y estructurante de la formación disciplinar y didáctica del profesorado. De allí la importancia otorgada a propuestas de formación docente que atienden simultáneamente a aspectos conceptuales, procedimentales y axiológicos en íntima relación con los aportes de las líneas epistemológicas actuales. Se apuesta, de este modo, a que el profesorado de Ciencias pueda construir una posición argumentada sobre los productos y procesos de la actividad científica, valorar sus alcances y limitaciones e integrar, como aspecto central de la enseñanza, una reflexión metacientífica con profundo sentido educativo (Adúriz Bravo, 2010; Acevedo, Porro y Adúriz Bravo, 2013; Adúriz Bravo y Ariza, 2012; Astudillo y Rivarosa, 2012).

Ahora bien, aunque las propuestas de formación docente consigan integrar estos componentes, la investigación didáctica sobre la enseñanza de la NdC viene mostrando reiteradamente que tal enseñanza suele resultar poco eficaz. Una buena comprensión de los puntos de vista actuales sobre la NdC es necesaria, pero no garantiza per se que se vaya a poner en práctica una enseñanza más adecuada de la NdC (Acevedo, 2009).

Así, profesoras/es que han conseguido, a partir de experiencias de formación docente, una comprensión actualizada de algunos aspectos básicos de la NdC, no logran enseñarlos luego de manera explícita y reflexiva, o adoptan enfoques poco adecuados para ello (Acevedo, 2008; Lederman, 2006; Matthews, 1994). En consecuencia, es fundamental conocer cómo la/os profesores de Ciencias abordan la enseñanza de la NdC (Hanuscin, Lee y Akerson, 2008) e identificar la naturaleza de los obstáculos que enfrentan (Acevedo et al, 2004).

En esta línea la preocupación que emerge es: *¿Qué papel juega la formación docente en la generación de propuestas de innovación educativa que recuperen contenidos, enfoques y actividades de NdC? ¿Cuáles son los alcances y limitaciones de esta incorporación? ¿Cómo promover, desde la formación, nuevas prácticas de enseñanza desde modelos más acordes con la actual Epistemología e Historia de la Ciencia?*

Desde estas consideraciones, el objetivo general del presente trabajo consiste en indagar el papel otorgado a la NdC en propuestas de innovación educativa elaboradas por profesores de Ciencias Naturales sobre temáticas de Biología, Ambiente y Salud, que han participado en la primera cohorte (2016-2017) de la *Diplomatura Superior en Enseñanza de Prácticas Experimentales en Ciencias* (FCEFQyN - UNRC).

Nuestro interés en este escenario particular de formación docente obedece a la relevancia otorgada a la reflexión metacientífica a lo largo de los diferentes módulos de la carrera, que fueron organizados en torno a un interrogante principal: *¿cómo promover prácticas de enseñanza que integren actividades prácticas desde modelos más acordes con la actual Didáctica, Historia y Epistemología de las Ciencias Naturales?* (Lecumberry, Astudillo y Orlando; 2019). Como Trabajo Final Integrador (TFI) de la Diplomatura, los y las participantes -docentes de Ciencias Naturales en ejercicio en instituciones de nivel secundario y/o superior- elaboraron propuestas innovadoras para la enseñanza de las

ciencias, incluyendo al menos una actividad práctica. De este modo, el TFI se constituye como el objeto de nuestra investigación.

El presente estudio se focaliza en dos elementos existentes: en los mencionados TFI y en los apartados "Fundamentación y Actividades", prestando especial atención al diseño de los Actividades Prácticas de Laboratorio (APL). Los objetivos específicos planteados para esta investigación, fueron los siguientes: a) Identificar y analizar qué eje/s de la NdC la/os profesores incluyen en la Fundamentación y diseño de Actividades de enseñanza de las ciencias; y b) Caracterizar las APL propuestos por la/os docentes, analizando sus alcances y limitaciones como estrategia para la enseñanza de NdC.

Referentes Teóricos y/o Antecedentes

¿Qué es la Naturaleza de la Ciencia y cuáles son sus ejes?

Tal como se ha señalado, una de las líneas de investigación más pujante en el campo de la Didáctica de las Ciencias es aquella que trabaja con la intención de incorporar las llamadas "*metaciencias*". En este marco, Adúriz Bravo (2005; 2010) propone el término *Naturaleza de la Ciencia* (NdC) para el conjunto de ideas metacientíficas con valor para la enseñanza de las Ciencias Naturales. Desde su punto de vista, la contribución principal a la NdC debe provenir de la Epistemología, en tanto reflexión teórica por excelencia sobre la Ciencia y su Historia, que provee la "*ambientación*" para esas ideas. De esta forma, la Epistemología necesita aplicarse a contenidos científicos y la Historia de la Ciencia es una fuente inagotable de episodios paradigmáticos de creación de los mismos. Por último, la Sociología de la Ciencia contribuye con una lúcida llamada de atención contra el dogmatismo y el cientificismo de las visiones tradicionales acerca de la ciencia.

En este sentido, las aportaciones de esta Epistemología "*auxiliada*" por la Historia y la Sociología de la Ciencia a la tarea de enseñar Ciencias Naturales, pueden organizarse los "*Ejes de la NdC*", en tres perspectivas de análisis (Adúriz Bravo, 2005): (i) el "*Eje Epistemológico*", que apunta a determinar qué es la ciencia y cómo se elabora; (ii) el "*Eje Histórico*", que intenta responder a la pregunta de cómo cambia la ciencia con el tiempo y (iii) el "*Eje Sociológico*", que pretende caracterizar la cuestión de cómo se relaciona la ciencia con la sociedad y la cultura.

Las actividades prácticas de laboratorio en la enseñanza de la NdC

Acevedo (2009) menciona que para llevar a cabo en las aulas de Ciencias una enseñanza en contexto sobre la NdC, la/os profesores deberían ser capaces de: (i) implicar y orientar al alumnado en actividades de indagación científica o, inclusive, en investigaciones científicas auténticas; (ii) plantear asuntos tecnocientíficos controvertidos de interés social o cuestiones sociocientíficas; y (iii) utilizar la Historia de la Ciencia para hacer a la/los estudiantes más comprensibles y accesibles algunas de las principales características de la NdC.

Respecto al primero de los aspectos que señala Acevedo (2009), Fernández-Marchesi (2018) comenta que en la enseñanza de la Biología, Física y Química se pueden emplear

muchos tipos de actividades, siendo las de laboratorio y las salidas de campo características de estas disciplinas científicas. Esta misma autora señala que en la literatura, es frecuente hallar la sinonimia entre los conceptos de *trabajos prácticos* y *actividades prácticas*. Sin embargo, este trabajo adhiere a lo propuesto por algunos autores (Bonito y Trindade, 2008; Fernández-Marchesi, 2014;2018; Mordegliá y Mengascini, 2014) quienes sostienen que el uso del concepto de “*actividad*”, trae consigo una connotación relacionada con la acción de obrar, operar, realizar tareas propias, constituyéndose de esta forma, en un concepto apropiado para denominar a las prácticas que los y las estudiantes realizan desde un enfoque constructivista. Así, “*el concepto de actividades prácticas, se vislumbra como más amplio y válido dentro de las corrientes actuales de la didáctica de las ciencias naturales*” (Fernández-Marchesi, 2018:206).

El concepto de “*actividades prácticas*” es amplio y alude a diferentes tipos que han sido definidos en la literatura empleando diversos criterios. Entre las propuestas de clasificación, y aun sosteniendo la advertencia señalada en relación con el uso extendido de la denominación *trabajo práctico*, en este artículo creemos pertinente retomar lo postulado por Martins et al. (2007), quienes proponen los siguientes tipos: 1) *Trabajo laboratorial*, definido como un conjunto de actividades que surge en el laboratorio, con equipos propios o con estos mismos equipos en otro lugar; 2) *Trabajo práctico*, término que se aplica a todas las situaciones en las que el alumnado participa activamente en la realización de una tarea, que puede ser de tipo laboratorial o no; 3) *Trabajo experimental*, aplicado a las actividades prácticas donde existe manipulación de variables. En base a esta clasificación, los autores proponen una zona de intersección entre los diferentes tipos para aludir a “*los trabajos prácticos de laboratorio experimentales*” (Figura 1, zona 4). Atendiendo a los argumentos ya expuestos, en este trabajo referiremos a este último tipo como “*actividades prácticas de laboratorio experimentales*” (en adelante APLE).

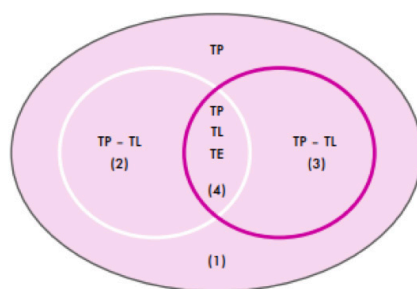


Figura 1: Tipos de trabajos prácticos según Martins et al., 2007 (Tomado de Fernández-Marchesi, 2018)

Retomando lo planteado por Acevedo (2009), para llevar a cabo una enseñanza en contexto sobre la NdC a través de actividades prácticas, es necesario observar algunos aspectos sobre su organización para potenciar un cambio efectivo en la estructura de conocimiento de las/os estudiantes (Rodríguez, 1999 citado en Nieto Calleja, Carrillo Chávez, González Muadás, Montagut Bosque y Sansón Ortega, 2005). En este sentido Nieto et al (2005) proponen 4 fases “*deseables*” en la estructura de los APL, basándose en las propuestas por Hodson (1994), ellas son: *Fase 1, “Diseño y planificación”,* la cual

involucra el planteo de situaciones problemáticas con diferente grado de indagación, enunciadas de tal forma que se busque dar relevancia y sentido a su estudio, diseñadas para la expresión de ideas, planteo de preguntas propias, búsqueda de respuestas, debate con sus compañeras/os, propiciando que cada estudiante construya sus propios conocimientos; *Fase 2, "Realización"*, promueve la emisión de hipótesis y el planteo de estrategias experimentales que propicien la destreza en el manejo de instrumental y la realización de procedimientos básicos en el laboratorio; *Fase 3, "Reflexión"*; y *Fase 4, "Elaboración de informe"*, que estimula la comunicación de los resultados por medio de informes de trabajo, mapas conceptuales, V de Gowin, etc.

Es importante mencionar que, coincidiendo con lo expuesto precedentemente, otros autores como Carrascosa, Gil Pérez y Vilches (2006), consideran que para que una actividad práctica se enmarque en una orientación investigativa del aprendizaje de las ciencias, ha de dejar de ser un trabajo puramente experimental e integrar muchos otros aspectos de la actividad científica igualmente esenciales. Entre ellos se observa el potenciar los análisis cualitativos y significativos que ayuden a comprender las situaciones planteadas, recuperando el conocimiento disponible; la formulación de preguntas sobre lo que se busca y el análisis de las posibles implicancias CTSA de lo abordado, entre otros.

Desde estas perspectivas, el planteo de situaciones problemáticas abiertas en la fase inicial de las actividades prácticas juega un rol principal. En ese marco, cobra relevancia atender a otras dos variables: (i) *Diversidad de métodos*, es decir si la APL propone instancias de reflexión sobre la existencia de uno o varios métodos posibles para dar solución a la situación problemática planteada; y (ii) *Elección del método a ensayar*, es decir si la metodología a ensayar es propuesta por la/el docente o es de libre elección por parte de la/os estudiantes (Caamaño, 2004).

Metodología

El enfoque metodológico adoptado es de corte cualitativo-interpretativo (Vasilachis, 2006) y la estrategia utilizada es el análisis documental (Urbano y Yuni, 2014). De la totalidad de los TFI (41), se delimitó como universo para nuestro análisis, aquellos referidos a temáticas de Ciencias Biológicas, Ambiente y Salud (29).

En una primera aproximación analítico-descriptiva, los 29 TFI se clasificaron en función de la presencia/ausencia de aspectos relacionados a la NdC en los apartados "Fundamentación y Actividades", considerando la amplitud con que los mismos fueron incorporados.

Seguidamente, se avanzó en la fase analítico-interpretativa de los aspectos de NdC incorporados por los/as docentes en sus TFI, tomando como categorías de análisis los Ejes de la NdC: Epistemológico, Histórico y Sociológico (Adúriz Bravo, 2005). En primer lugar, este análisis se realizó por separado en las distintas secciones de los TFI: Fundamentación y Actividades. Dentro del primer apartado, se identificaron expresiones, ideas, reflexiones sobre la NdC y, en el segundo apartado, se identificó la incorporación de contenidos de NdC, es decir la presencia de ideas epistemológicas que, introducidas a través de tareas, lecturas,

ejemplos o casos, sintonizan con la imagen de ciencia actualmente vigente. Finalmente, se analizó al interior de cada propuesta didáctica, la coherencia entre lo explicitado en ambas secciones.

Posteriormente y en relación al segundo objetivo específico, se delimitó el subconjunto de TFI que incluyeran APLE (11), caracterizando sus estructuras, según las fases y criterios expuestos (Nieto et al, 2005; Caamaño, 2004).

Resultados y discusión

La NdC en las fundamentaciones de las producciones docentes

A partir del proceso de lectura de los TFI, se identificaron tres tipos de propuestas didácticas que describimos a continuación:

- *Tipo 1 (68.9%): Recuperan diferentes aspectos de NdC en el apartado "Fundamentación" con diferentes niveles de formulación:*

- *Tipo 1.1 (37.9%): Desarrollan y argumentan ideas referidas a NdC, utilizando bibliografía específica. Además, dentro del apartado actividades, presentan más de una actividad sobre contenidos de NdC.*

- *Tipo 1.2 (31%): Incluyen una mención o referencia bibliográfica sobre algún aspecto de la NdC, sin profundización. Además, dentro del apartado actividades, presentan una única actividad con contenidos de NdC.*

- *Tipo 2 (31%): No recuperan aspectos de NdC en la fundamentación; pudiendo incluir o no algún contenido de NdC en el marco de una actividad.*

Al profundizar el análisis de la incorporación de la NdC en las fundamentaciones de los TFI Tipo 1, observamos que el eje Epistemológico es el que se incorpora en mayor medida, tanto en los tipos 1.1 como en los tipos 1.2 (Figura 2).

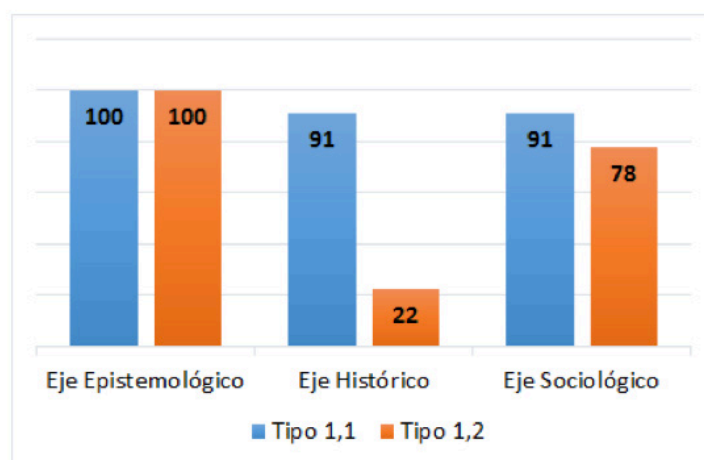


Figura Nº 2: Porcentajes de Trabajos Finales Integradores (Tipo 1.1 y 1.2) que incluyeron en sus fundamentaciones referencias a los Ejes de NdC. N=29.

La explicitación de ideas sobre qué es y cómo se elabora la ciencia se refleja, por ejemplo, en expresiones como las siguientes: *"Recuperar el progreso de las ideas, la evolución de las cosmovisiones y movilizar concepciones arraigadas acerca de una ciencia descontextualizada, a-problemática y a-temporal, acumulativa, simplista y de crecimiento lineal, sin mostrar el proceso de su construcción de conocimiento científico, ni referirse a las frecuentes confrontaciones entre teorías rivales, ni a los complejos procesos de cambio"* (TFI N° 10); *"Superar prácticas habituales relacionadas con las actividades experimentales que priorizan encontrar la respuesta correcta o bien, ilustrar la teoría con un sentido de demostración, procurando problematizar la idea de un 'método científico infalible' y de una ciencia empírico-inductiva, descontextualizada, neutra y objetiva"* (TFI N° 12).

En los TFI tipo 1.1 además del Eje Epistemológico también se incluyeron fuertemente los Ejes Histórico y Sociológico, a diferencia de los TFI tipo 1.2, en los que el Eje Histórico se incluyó en mucho menor medida que el Sociológico (Figura 1). Algunos ejemplos de la incorporación de estos dos ejes en las Fundamentaciones son:

-Eje Histórico: "Historizar el contenido posibilita entender los dilemas, las experiencias, los saberes y los sentimientos que acompañaron" (TFI N° 11) ; "Considerar los aportes de la Historia y de la Epistemología de las Ciencias, permite comprender cómo evolucionan las ciencias a través de un proceso complejo de naturaleza no lineal, riguroso, creativo y que depende del contexto socio cultural" (TFI N° 11); "Dialogando con los aportes filosóficos e históricos para ayudar a entender el desarrollo científico como proceso complejo, no lineal, creativo y contextualizado en las estructura y dinámica social" (TFI N° 3).

-Eje Sociológico: "Mostrar a la ciencia como un proceso de construcción del conocimiento, la actividad científica como una actividad humana y cultural. Evidenciando cómo a través de estudios experimentales desarrollados para dar respuestas a problemas concretos de la sociedad se obtuvieron importantes conocimientos que contribuyeron al desarrollo de la microbiología como ciencia" (TFI N° 13); "Una visión contextualizada y problematizadora, sobre dilemas éticos y políticos de las prácticas de investigación" (TFI N° 24); "El valor social del conocimiento en los contextos actuales y su eventual comunicación, transferencia, educación para con la sociedad" (TFI N° 1).

Los contenidos de NdC en las actividades de las propuestas didácticas

Considerando ahora las actividades de aprendizaje diseñadas por los y las docentes en relación a los contenidos y su inclusión dentro de los ejes de NdC, los resultados obtenidos muestran que (Figura 3):

- *La mayoría de los TFI Tipo 1.1 (que presentan más de una actividad de NdC dirigida a los estudiantes) han seleccionado contenidos relacionados con los ejes Epistemológico e Histórico, aunque el eje Sociológico también es recuperado en algunos casos.*
- *Menos del 50% de los TFI Tipo 1.2 (que presentan una única actividad de NdC dirigida a estudiantes) han seleccionado contenidos vinculados a alguno de los tres ejes, en aproximadamente la misma medida.*

- En el caso de los TFI Tipo 2, el 50% de los mismos presentó una única actividad con contenidos de NdC vinculadas al Eje Epistemológico, fundamentalmente.

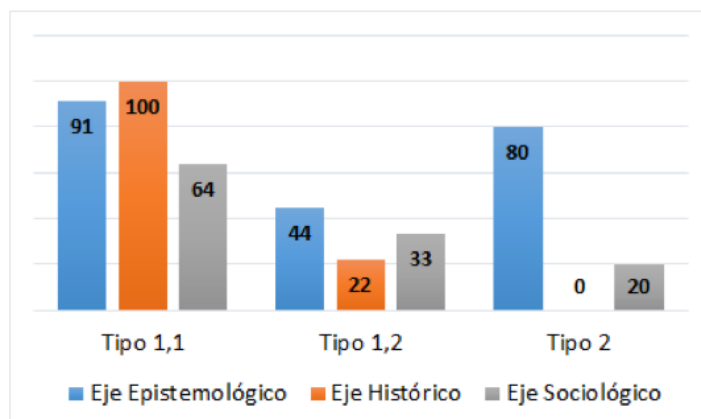


Figura 3: Porcentajes de Trabajos Finales Integradores (Tipo 1.1, 1.2 y 2) que incluyeron actividades correspondientes a los diferentes Ejes de NdC. N=29.

A continuación se exponen, a modo de ejemplo, algunos de los contenidos abordados por las propuestas de tipo 1 en relación con cada uno de ejes de NdC considerados:

-Históricos: controversia Pasteur vs. Liebig sobre la fermentación; modelos provisorios para el modelo del Mosaico Fluido; historia y contexto del descubrimiento de la molécula de ADN; referencias socio-históricas y biográficas del test de Ames; historia de las investigaciones sobre el sistema cardiovascular; biografía de Rachel Carson y su lucha contra el uso de plaguicidas en los años 60; historia de las metodologías de estudio de las algas; arte victoriano con diatomeas; historia del microscopio y sus principales representantes.

-*Epistemológicos*: naturaleza provisoria del conocimiento científico; complejidad, creatividad y recursividad en los procesos de experimentación; naturaleza no lineal, abierta y reflexiva de los diseños experimentales; pluralidad metodológica en la investigación científica; el papel del error, la controversia, el disenso y la colaboración en la construcción del conocimiento científico; los modelos como mecanismo de construcción de conocimiento científico; la interdisciplina y los temas fronteras como características de la investigación científica actual.

-*Sociológicos*: controversias sobre el uso de biocombustibles; ciencia y derechos humanos: el Banco nacional de datos genéticos para desaparecidos de Argentina; Proyecto Genoma Humano: controversias; aplicaciones y conflictos éticos de tecnologías vinculadas con el ADN (criminalística, paternidad; identidad, mejoramiento genético, clonación); nuevas líneas de investigación en neurociencias y sus aplicaciones; problemáticas sociales vigentes en virología; las algas como bioindicadores de calidad ambiental; nuevas aplicaciones de la microbiología industrial.

Cabe señalar que los TFI de tipo 1.1 sostienen cierta coherencia entre lo explicitado en sus Fundamentaciones y los contenidos seleccionados para trabajar con estudiantes a

través de las diferentes actividades. Por su parte, los TFI Tipo 1.2, en la mayor parte de los casos, presentan una mención sobre los diferentes ejes de NdC en su Fundamentación, limitando su propuesta a una única actividad referida al Eje Epistemológico, principalmente.

Actividades prácticas de laboratorio experimentales: análisis didáctico y NdC

Respecto a la caracterización de la estructura de las APLE, los resultados pueden sistematizarse de la siguiente manera:

-Fase I (Diseño y planificación): Estuvo presente en todos los APLE, aunque en diferentes grados de complejidad en su formulación. Adicionando las categorías propuestas por Caamaño (2004) para una mejor interpretación de la misma, se pudo observar que:

_ TFI Tipo 1.1: Si bien no presentan situaciones problemáticas de partida, incluyen la reflexión sobre diferentes diseños metodológicos y la mayoría propone la elección del método a ensayar por parte de estudiantes. Además, presentan instancias de planteo de preguntas propias, anticipaciones de respuestas, instancias de intercambio de ideas con compañeros/as, expresión de concepciones previas en cuanto al fenómeno en estudio y se contextualizan diferentes situaciones en la que podría situarse el APLE.

_ TFI Tipo 1.2: Se diferencian de los anteriores porque algunos logran plantear una situación problemática de partida. Sin embargo, se trata, en general, de problemas cerrados, planteando un único camino metodológico de resolución, siendo el/la docente la que propone la metodología a ensayar.

_ Los TFI Tipo 2: Presentan APLE basados en problemas cerrados y reconocen en general la posibilidad de desarrollar diferentes metodologías. El diseño a ensayar, en algunos casos, es propuesto por cada docente mientras que en otros es elegido por estudiantes. No se han reconocido instancias de planteo de preguntas propias, anticipaciones de respuestas, momentos de intercambio con compañeros/as, y de expresión de concepciones previas en cuanto al fenómeno, pero sí de contextualización del problema que se pretende resolver.

- Fase II (Fase de Realización): Estuvo presente en todos los TFI, sin embargo, sólo en los TFI Tipo 1.1 se pudieron identificar instancias que propicien la emisión de hipótesis por parte de estudiantes. Los TFI Tipo 1.2 y 2, a pesar de que utilizaron situaciones problemáticas para dar inicio al desarrollo de sus APLE, no hicieron hincapié en la formulación de hipótesis y sí lo hicieron, en cambio, en la adquisición de destrezas en el manejo de instrumental de laboratorio, la realización de procedimientos básicos y el trabajo colaborativo.

-Fase III (Fase de Reflexión): Se observa explicitada en los TFI Tipo 1 y se refiere a momentos de análisis de los resultados obtenidos en confrontación con las anticipaciones de respuestas y/o hipótesis emitidas. En los TFI Tipo 2, no existen instancias de reflexión en torno a los resultados obtenidos. El análisis de los resultados consiste simplemente en confirmar o refutar una respuesta inicial formulada a un problema cerrado.

-Fase IV (Fase de Elaboración de Informes): Estuvo presente en todos los TFI. Se observan instancias explícitas de estimulación de la comunicación de los resultados

en los TFI Tipo 1.1 y Tipo 2, encontrándose ausentes en los TFI Tipo 1.2. Dentro de las modalidades observadas se encuentran diferentes variantes, desde las comunicaciones científicas "tipo posters congreso", actividades mediadas por TIC y los informes de laboratorio. Cabe destacar que un grupo minoritario de trabajos utilizó la modalidad de narrativas como estrategia para lograr un nivel de profundización mayor en el análisis de los resultados obtenidos.

Las actividades prácticas de laboratorio: entre la innovación y la tradición

A continuación, se presenta una descripción de aspectos que dan cuenta de cierta movilización hacia enfoques o perspectivas innovadoras en los APLE o que, por el contrario, más bien reflejan rasgos de modelos tradicionales.

La Fase de "*Diseño y planificación*" es la que visibiliza una mayor movilización en cuanto a la presencia de aspectos innovadores o deseables, desde un punto de vista didáctico. En primer lugar, debido al planteo de situaciones problemáticas de partida contextualizadas que se resuelven con el desarrollo del APLE, seleccionando temáticas relevantes al perfil profesional de las carreras involucradas y sus respectivos ámbitos de desarrollo y/o actuación o incluso en relación a problemáticas CTSA, recuperando características propias de un modelo de enseñanza basado en problemas. En segundo lugar, por la presencia de instancias explícitas de búsqueda de antecedentes bibliográficos, lectura interpretativa de diferentes metodologías posibles a ensayar, poniendo énfasis en el principio de pluralidad metodológica a la hora de abordar problemas de ciencias. Y además, por la presencia de instancias para elaborar anticipaciones de resultados, manejo de variables, expresión de concepciones previas en cuanto al fenómeno e intercambios de ideas con compañeros y docentes, trabajando de forma colaborativa.

En cuanto al diseño de la "*Fase de Realización*", se identificaron rasgos propios de modelos clásicos o tradicionales que, de alguna manera, dan cuenta de algunos obstáculos en la innovación didáctica. En la mayor parte de los casos, no se pautan momentos para la emisión de hipótesis y, a pesar de que muchas veces se valora explícitamente la pluralidad metodológica, en la mitad de los casos, se ensaya la metodología que el/la docente propone. Además, prevalece la relevancia en la adquisición de destrezas en el manejo del instrumental de laboratorio y las cuestiones procedimentales, revelando un enfoque principalmente técnico de abordaje de la tarea.

Del mismo modo, la "*Fase de Reflexión*" da cuenta de limitaciones, tales como elaboración de consignas limitadas que no favorecen la reflexión sobre las hipótesis formuladas y/o los resultados esperados/obtenidos. Por lo general, esta fase se acota a la verificación o refutación de lo planteado o definido en el momento inicial del APLE.

Finalmente, en la "*Fase elaboración de informes*", se reconocieron como deseables las instancias de comunicación de los resultados en formatos similares a los utilizados por la comunidad científica, resaltando las formas de comunicación y lenguajes que son propios a la ciencia; además del uso de estrategias de comunicación innovadoras y reflexivas,

como el uso de narrativas. Sin embargo, el énfasis otorgado a esta última fase es menor comparativamente con las demás, ya que persiste en la mayoría de las propuestas la elaboración del informe de laboratorio y la formulación de conclusiones, entendidas como consecuencias lineales o directamente derivadas de los resultados o datos recogidos.

Del análisis de las fases estructurales de los APLE y a pesar de la identificación de rasgos innovadores en los mismos, se infiere que los/las docentes aún sostienen posturas cercanas a perspectivas clásicas en torno a la experimentación en el aula: rígidas, lineales, apblemáticas y descontextualizadas.

Conclusiones o Reflexiones finales

Intentando una síntesis de los resultados de esta investigación, nos parece pertinente recuperar en este momento, los supuestos de partida que la orientaron. En primer lugar, partimos de que la formación docente con énfasis en la reflexión sobre NdC, como la ofrecida por la Diplomatura, contribuye a su consideración en propuestas de innovación de la enseñanza. En este sentido, se pudo observar que aproximadamente el 70% de los TFI de la Diplomatura han recuperado algún aspecto o reflexión sobre NdC en las fundamentaciones de sus propuestas, y que a su vez, el 40% de las mismas, han recuperado los tres ejes de la NdC.

En segundo lugar, partimos del supuesto de que la formación docente con énfasis en la reflexión sobre NdC también contribuye a la consideración de contenidos históricos y epistemológicos en las propuestas de innovación de la enseñanza. En relación a este supuesto, se pudo observar que la totalidad de los TFI han considerado el planteo de actividades incluyendo contenidos del Eje Epistemológico. Las propuestas focalizadas en la enseñanza de temáticas estrictamente disciplinares (genética, ecología, fisiología), abordaron contenidos históricos, además de los epistemológicos. En cambio, aquellas propuestas que abordaron problemáticas ambientales o de salud, seleccionaron contenidos metacientíficos dentro del Eje Sociológico, además del Epistemológico. Cabe mencionar que los aspectos de NdC considerados no transversalizan las propuestas, sino que se encuentran presentes de manera puntual en algún componente de las mismas, con fines ilustrativos o de contextualización.

Finalmente, hemos considerado relevante estudiar la inclusión de la NdC en propuestas educativas innovadoras en tanto creemos que contribuye a delimitar necesidades de formación docente. Acordamos con Acevedo (2009) en que, aunque la/los profesores de ciencias tengan una adecuada comprensión de la NdC, todavía quedaría pendiente el conocimiento a fondo de los factores que impiden o dificultan su incorporación integrada y debidamente fundamentada en la construcción de propuestas de enseñanza. En este sentido, creemos importante profundizar en torno a algunos factores que las investigaciones vienen señalando como principales obstáculos: 1) las concepciones epistemológicas de ciencias y sus visiones estereotipadas sobre la ciencia y la actividad científica (Acevedo, Porro y Adúriz Bravo, 2013; Pujalte, Adúriz Bravo y Porro, 2015); 2) la percepción de un escaso valor real de la NdC como contenido curricular si se compara con otros contenidos

conceptuales o procedimentales de ciencias (Abd-El-Khalick, Bell y Lederman, 1998; Banet, 2007; Lederman, 1999); y 3) desconocimiento de enfoques didácticos más adecuados para la enseñanza de la NdC (Abd-El-Khalick, Bell y Lederman, 1998; Bell, Lederman y Abd-El-Khalick, 2000; Hanuscin, Lee y Akerson, 2008).

Referencias Bibliográficas

- Abd-El-Khalick, F., Bell, R.L. y Lederman, N.G. (1998). The nature of science and instructional practice: making the unnatural natural. *Science Education*, 82(4): 417-436. Disponible en: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199807\)82:4<417::AID-SCE1>3.0.CO;2-E](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199807)82:4<417::AID-SCE1>3.0.CO;2-E)
- Acevedo Díaz, J.A. (2008). El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(2): 134-169.
- Acevedo Díaz, J.A. (2009). Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (ii): una perspectiva. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(2): 164-189.
- Acevedo, J.A., Acevedo, P., Manassero, M.A., Oliva, J.M., Paixão, M.F. y Vázquez, A. (2004). Naturaleza de la ciencia, didáctica de las ciencias, práctica docente y toma de decisiones tecnocientíficas. En: I. P. Martins, F. Paixão y R. Vieira (Org.), *Perspectivas Ciência-Tecnologia-Sociedade na Inovação da Educação em Ciência* (pp. 23-30). Aveiro (Portugal): Universidade de Aveiro. Disponible en: <https://www.oei.es/historico/salactsi/acevedo21.htm>
- Acevedo C., Porro, S. y Adúriz Bravo, A. (2013). Concepciones epistemológicas, enseñanza y aprendizaje en las clases de ciencias. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis*, N° 34, 29-46.
- Adúriz Bravo, A. (2005). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia. La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. 1º Ed. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Adúriz Bravo, A. (2010). Aproximaciones histórico-epistemológicas para la enseñanza de conceptos disciplinares. *Revista EDUCyT*, 1 (1): 125-140.
- Adúriz Bravo, A. y Ariza, Y. (2012). *Importancia de la filosofía y la historia de la ciencia en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias*. En Monroy Nasr, León- Sánchez y Álvarez (comp). *Enseñanza de la Ciencia*. México D.F.: Universidad Autónoma de México.
- Astudillo, C. y Rivarosa, A. (2012). Un papel para la epistemología en la enseñanza de las ciencias. *Revista Ciencia Escolar*, 2(2): 11-34.
- Banet, E. (2007). Finalidades de la educación científica en secundaria: opinión del profesorado sobre la situación actual. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(1): 5-20.
- Bell, R. L., Lederman, N.G. y Abd-El-Khalick, F. (2000). Developing and acting upon one's conception of the nature of science: a follow-up study. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6): 563-581.
- Bonito, J. y Trindade, V. (2008). La calidad de la enseñanza y las actividades prácticas de laboratorio: análisis e implicaciones de las actividades alternativas a las propuestas del manual escolar, realizadas por alumnos visitantes de la Universidad de Évora. En A. Calonge, L. Rebollo, M.D. López Carrillo, A. Rodrigo e I. Rábano (eds.), *Actas del*

- XV Simposio sobre Enseñanza de la Geología* (pp. 23-32). Madrid: Instituto Geológico y Minero de España. Disponible en: http://rdpc.uevora.pt/bitstream/10174/4843/1/Bonito_Trindade.pdf
- Caamaño, A. (2004). Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: ¿una clasificación útil de los trabajos prácticos? *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 39: 8-19.
- Carrascosa, J., Gil Pérez, D. y Vilches, A. (2006). Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 23(2): 157-181.
- Fernández-Marchesi, N. (2014). *Los trabajos prácticos de laboratorio de biología en los libros de texto de ciencias naturales para el nivel secundario utilizados en la ciudad de Ushuaia (tesis de maestría)*. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.
- Fernández-Marchesi, N. (2018). Actividades prácticas de laboratorio e indagación en el aula. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis*, 44: 203-218.
- Hanuscin, D.; Lee, L. y Akerson, V. (2008). Pedagogical content knowledge for teaching the nature of science: a study of teachers effective in impacting students' views. *Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*. Baltimore, BA (March 30 - April 2).
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3): 299-313.
- Lecumberry, G., Astudillo, C. y Orlando, S. (2019). Propuesta novedosa, contextualizada e interdisciplinaria para la formación de docentes de ciencias. Diplomatura Superior en Enseñanza de Prácticas Experimentales. *Revista de Educación en Biología*, 22(1): 89-94.
- Lederman, N.G. (1999). Teachers' understanding of the nature of science: factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(8): 916-929.
- Lederman, N.G. (2006). Research on nature of Science: reflections on the past, anticipations of the future. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 7(1).
- Martins, I., Veiga, M.L., Teixeira, F., Tenreiro-Vieira, C., Marques Vieira, R., Rodrigues, A. y Couceiro, F. (2007). *Educação em Ciências e Ensino Experimental. Formação de Professores*. Coleção Ensino Experimental das Ciências. Lisboa: Ministério da Educação – dgjdc.
- Matthews, M.R. (1994). Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 12 (2): 255-77.
- Mordeglia, C. y Mengascini, A.S. (2014) Caracterización de prácticas experimentales en la escuela a partir del discurso de docentes de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 32 (2): 71-89.
- Nieto Calleja, E., Carrillo Chávez, M., González Muadás, R., Montagut Bosque, P. y Sansón Ortega, C. (2005) Nuevos contenidos, nuevos enfoques. Trabajos prácticos en microescala. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra. VII Congreso.
- Pujalte, A., Adúriz-Bravo, A. y Porro, S. (2015). Las imágenes de ciencia en profesoras y profesores de Biología: entre lo que se dice y lo que se hace. *Revista Boletín Biológica*, 33: 5-10.

Rodríguez, M. (1999). *Modelos del cambio conceptual*. Madrid: Aique.

Urbano, C. y Yuni, J. (2014). *Técnicas para investigar: recursos metodológicos para la preparación de proyectos de investigación*. Córdoba: Brujas.

Vasilachis, I. (2006). *Estrategias de Investigación Cualitativa*. Barcelona: Gedisa.