



Revista Eureka sobre Enseñanza y

Divulgación de las Ciencias

E-ISSN: 1697-011X

revista@apac-eureka.org

Asociación de Profesores Amigos de la

Ciencia: EUREKA

España

Verónica Godoy, Andrea; Segarra, Carmen Inés; Di Mauro, María Florencia  
Una experiencia de formación docente en el área de Ciencias Naturales basada en la indagación  
escolar

Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, vol. 11, núm. 3, septiembre-diciembre, 2014, pp. 381-397

Asociación de Profesores Amigos de la Ciencia: EUREKA  
Cádiz, España

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92031829010>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# Una experiencia de formación docente en el área de Ciencias Naturales basada en la indagación escolar

**Andrea Verónica Godoy, Carmen Inés Segrra, María Florencia Di Mauro**

*Universidad Nacional de Mar del Plata. Argentina. [avgodoy@mdp.edu.ar](mailto:avgodoy@mdp.edu.ar)*

[Recibido en marzo de 2013, aceptado en abril de 2014]

En este trabajo se presenta y analiza un curso de formación docente para alumnos del Profesorado de Educación Primaria basado en el modelo didáctico por indagación. Durante el curso, los alumnos pudieron implicarse en distintas actividades de indagación que consistieron en situaciones problemáticas contextualizadas, sencillas y guiadas, que permiten distintas formas de resolución y que requieren poner en juego diferentes habilidades de pensamiento científico. Además, pudieron reflexionar acerca de esta forma de enseñanza y de sus propios aprendizajes. La evaluación de la experiencia mostró que los docentes en formación al transitar el TFO lograron comprender las ideas básicas que caracterizan a la enseñanza por indagación, a la vez que modificaron sus concepciones sobre la actividad experimental como herramienta didáctica para enseñar los contenidos conceptuales y promover el desarrollo de habilidades de pensamiento científico. También desarrollaron habilidades para planificar actividades de indagación guiadas para el desarrollo de habilidades científicas específicas como el diseño experimental y la interpretación de resultados.

**Palabras clave:** formación docente inicial; enseñanza por indagación; educación primaria; habilidades de pensamiento científico.

## A prospective teacher training experience in science based on an inquiry approach

This paper presents and analyzes a course for preservice elementary teachers, based on inquiry. During the course, students were involved in activities of inquiry that consisted in contextualized problem situations, simple, guided, allowing various forms of resolution and requiring different scientific thinking skills. They were also able to reflect on this form of teaching and their own learning. The evaluation of the experience showed that the prospective teachers were able to understand the basic ideas that characterize inquiry teaching and learning, while modified their conceptions of experimental activities as teaching tools to teach scientific concepts and promote the development of scientific thinking skills. They also developed skills to plan guided inquiry activities for the development of specific scientific skills such as experimental design and interpretation of results.

**Key words:** prospective teacher training, inquiry, elementary school, scientific skills.

## Introducción

En las últimas décadas la alfabetización científica se ha convertido en un objetivo estratégico a nivel mundial. Una educación científica relevante y de calidad para todos debería contribuir a la formación de ciudadanos con interés por el mundo natural y social, debería desarrollar el pensamiento crítico y creativo y ayudar a democratizar la toma de decisiones en asuntos que afectan el futuro de la sociedad (UNESCO, 2008). En este marco, la educación primaria se presenta como una etapa fundamental para construir las bases de una participación ciudadana responsable e informada. Para ello debería acercar a los alumnos las formas potentes que tiene la ciencia para explicar el mundo natural y realizar una contribución esencial a sus habilidades de pensamiento crítico.

Sin embargo en Argentina existe una preocupación creciente por los bajos resultados que los alumnos alcanzan en exámenes como PISA (Programme for International Student Assessment) y SERCE (Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo) en el área de ciencias (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2008; UNESCO, 2008). En particular, los resultados de estos exámenes muestran que los desempeños de los alumnos en habilidades de pensamiento científico son muy bajos. Los

estudiantes terminan la educación básica obligatoria poco preparados para identificar problemas científicos, explicar fenómenos o utilizar evidencia científica para resolver problemas de la vida cotidiana que se relacionan con la ciencia y la tecnología.

Si a esta situación, le sumamos lo que ocurre en las aulas, podemos encontrar algunas respuestas al bajo rendimiento de los alumnos: en las clases de ciencias naturales predomina una enseñanza tradicional, en el que las ciencias se presentan como un conjunto de conocimientos acabados y descontextualizados del proceso por el cual fueron producidos (Comisión Nacional para el Mejoramiento de la Educación de las Ciencias Naturales y la Matemática, 2007). En este tipo de enseñanza primero se explican los conceptos y marcos teóricos y luego se presentan los ejemplos y, en el mejor de los casos, las conexiones con situaciones de la vida cotidiana. Además, los experimentos suelen utilizarse muy poco y cuando se utilizan, son meramente demostrativos: ilustran lo que supuestamente ya se ha aprendido. Está bastante aceptado que este modelo genera aprendizajes frágiles y superficiales y, además, reproduce una imagen distorsionada de la ciencia, alejada de su propia naturaleza.

Este panorama contrasta con los nuevos diseños curriculares en Argentina, los cuales proponen una enseñanza que vincula el aprendizaje de conceptos con el desarrollo de habilidades de pensamiento científico, para que los alumnos, a partir de sus conocimientos previos, avancen en la reconstrucción del conocimiento científico (Núcleos de Aprendizajes Prioritarios, 2004; Diseño Curricular para la Educación Primaria, 2008). Este nuevo marco adoptado para la enseñanza de las ciencias, refleja las tendencias sugeridas en distintos informes a nivel mundial, que destacan la importancia de los métodos de enseñanza basados en la indagación o investigación escolar (Rocard *et al.*, 2007; National Science Education Standards, 1996; UNESCO, 2008). Este modelo didáctico plantea la exploración sistemática de fenómenos naturales y el trabajo con problemas, de un modo tal, que guarda ciertas similitudes con las formas que tiene la ciencia para generar conocimiento (Furman y Podestá, 2009; Gellon *et al.* 2005; Harlen, 2000). Durante las actividades de indagación los alumnos con la guía cercana del docente participan activamente, desarrollando tanto la comprensión de las ideas científicas como el entendimiento de la forma en que los científicos estudian el mundo natural (Gil Quilez *et al.*, 2008). Los métodos de enseñanza, basados en la indagación, han aportado el aprendizaje de las ciencias naturales en la escuela primaria al promover tanto el interés del alumnado como la buena disposición del profesorado para enseñar ciencia (Rocard *et al.* 2007). Las investigaciones muestran que, con el apoyo adecuado, los niños pueden llevar adelante prácticas científicas complejas y pueden lograr una comprensión profunda y sólida de los conceptos científicos (Lehrer *et al.*, 2000).

Hasta aquí podemos decir que, a pesar de las modificaciones de la normativa curricular a nivel nacional, aún existe una enorme distancia entre los resultados de las investigaciones, los documentos curriculares y lo que realmente sucede en las aulas. Este panorama da cuenta de la importancia de generar espacios de formación docente que puedan contribuir a hacer frente a los desafíos que plantea la educación primaria en ciencias en la Argentina. El modelo por indagación escolar se presenta como un enfoque didáctico integrador que puede resultar clave en la promoción de una educación científica de calidad.

## **La formación docente inicial en ciencias en Argentina**

En nuestro país, la formación docente inicial de profesores de nivel primario se desarrolla principalmente en Institutos Superiores de Formación Docente (ISFD), de nivel terciario, que no tienen conexiones con el sistema Universitario. Los ISFD han sido foco frecuente de críticas debido a la tendencia a reproducir algunos rasgos de la escuela secundaria, generando conductas poco autónomas en el alumno y bajos niveles de exigencia (Aguerrondo y Vezub,

2011). Sin embargo, a partir de la creación en el 2007 del Instituto Nacional de Formación Docente (INFOD), se han puesto en marcha políticas para promover el desarrollo y el fortalecimiento del sistema de formación docente, que han incluido la implementación de un nuevo diseño curricular (*Diseño Curricular para la Educación Superior*, 2008), el cual extiende a cuatro años las carreras de formación docente y las jerarquiza, otorgando títulos de profesor para todas las áreas y niveles.

Si analizamos la formación en ciencias del Profesorado de Educación Primaria, los nuevos planes de estudio, además de Didáctica General, prevén dos Didácticas de la Ciencias Naturales (I y II), en segundo y tercer año (*Diseño Curricular para la Educación Superior*, 2008). Ambas materias abarcan contenidos disciplinares propios de las Ciencias Naturales vinculados a su didáctica. En cuarto año se prevé un espacio de discusión y reflexión sobre problemas de la práctica docente en el área.

En línea con el modelo por indagación, el marco orientador de estas asignaturas contempla la enseñanza conjunta de conceptos y procedimientos, destacando que los conceptos científicos se elaboran y se aprenden a través de determinados procesos aplicados a la resolución de preguntas y problemas (*Diseño Curricular para la Educación Superior*, 2008). También resalta la importancia de seleccionar actividades que despierten la curiosidad, estimulen la formulación de preguntas, la propuesta de diseños experimentales, la obtención y registro de datos, el manejo de variables y la posibilidad de aprender a relacionarse con los otros. Sin embargo, es necesario preguntarse cómo están siendo enseñadas estas asignaturas. Al respecto Moreno y Ferreyra (2004) señalan que la enseñanza de las ciencias durante la formación docente transcurre generalmente con un formato expositivo-tradicional, con poca participación y autonomía del alumno. Algunas investigaciones indican que los estudiantes construyen una visión reducida y superficial, tanto de los contenidos disciplinares como de su didáctica, lo que resulta en el establecimiento de concepciones simplistas y deformadas de la ciencia y de sus formas de enseñanza y aprendizaje (Cañal, 2000; Weissmann, 1997). Otro dato importante es el poco uso del laboratorio o la ausencia de laboratorios en muchos ISFD (Aguerrondo y Vezub, 2011). Si bien estas investigaciones son anteriores a la reforma curricular y a las acciones del INFOD, no deben ser desestimadas hasta tanto podamos contar con evidencias acerca del impacto de las mismas sobre la formación de los futuros docentes.

Resumiendo, si bien en los últimos años se han dado pasos para mejorar la formación docente inicial del Profesor de Educación Primaria, la educación en ciencias en este nivel continúa presentando problemáticas particulares, como por ejemplo: la enseñanza centrada casi exclusivamente en los contenidos conceptuales, dando poco lugar al desarrollo de habilidades de pensamiento científico, la ausencia en muchos casos, de una enseñanza que promueva la comprensión del modelo didáctico por indagación, y el poco uso de los laboratorios, herramienta que enriquece la enseñanza integrada de conceptos y habilidades de pensamiento científico, tal como plantea el *Diseño Curricular*. Esto nos da algunas pistas claras para proponer alternativas que fortalezcan la educación científica de los futuros docentes.

## **Explorando nuevas alternativas para mejorar la formación en ciencias en Argentina**

En este trabajo presentamos y analizamos un curso, denominado *Trayecto de Formación Opcional (TFO)* para alumnos del Profesorado de Educación Primaria basado en la enseñanza por indagación. El TFO se organizó alrededor de dos ejes principales. En primer lugar, nos interesó que los docentes en formación comprendieran los fundamentos de la indagación científica y de la enseñanza de las ciencias basada en la indagación. Patiño Garzón *et al.* (2010) sostienen que desarrollar habilidades cognitivas en los estudiantes del nivel primario requiere

una estrategia de formación en las habilidades cognitivas de los docentes. Esto implica que los docentes, en servicio o en formación, requieren un acompañamiento para el desarrollo de sus habilidades de pensamiento científico para que a la vez puedan promoverlas en sus estudiantes. Reconociendo esta necesidad y la complejidad de la tarea que significa aprender y enseñar en el marco del modelo por indagación, recurrimos a la teoría de la cognición situada (Lave y Wenger, 1991). Esta teoría afirma que, la experiencia en contextos que se aproximan al contexto real, debe ser un componente esencial del aprendizaje, particularmente para aquellos aprendizajes complejos como el de aprender a enseñar. Participando en contextos auténticos, con la guía de expertos, los futuros docentes aprenden las normas, los valores y las prácticas asociadas a esos contextos en una forma similar a la del aprendiz con su maestro. En este sentido, los resultados de un estudio realizado por Haefner y Zembal-Saul (2004) con maestros en formación, en el marco de una innovación pedagógica, sugieren que implicar a los futuros docentes en actividades de indagación permite el desarrollo de una comprensión adecuada de la ciencia y de la indagación científica. Es por esto que los alumnos del curso se implicaron en la realización de distintas actividades de indagación, similares a las que se espera que en un futuro puedan realizar con sus alumnos.

Si bien existen numerosas perspectivas para la enseñanza de las ciencias basada en la indagación, esta propuesta estuvo enfocada específicamente en la construcción de conocimientos, actitudes y habilidades necesarias para: formular preguntas investigables, diseñar propuestas que incorporen la observación sistemática y la experimentación para responder a las preguntas investigables, construir explicaciones científicas haciendo uso de la evidencia, intercambiar ideas y comunicar los hallazgos (Furman y Podestá, 2009).

Para caracterizar las variadas formas de enseñanza por indagación que se observan en el aula, se ha desarrollado una clasificación que va desde la indagación estructurada (que incluye las experiencias de laboratorio demostrativas que verifican conceptos ya aprendidos usualmente denominadas recetas de cocina), a la indagación abierta, en la cual los alumnos seleccionan los temas e investigan sus propias preguntas (Liang y Richardson, 2009). Dentro de esta clasificación, nuestra propuesta se ubica en una categoría intermedia, denominada indagación guiada, en la cual el docente provee la pregunta y el equipamiento de laboratorio, mientras que los estudiantes diseñan el procedimiento, analizan los datos y realizan las conclusiones con la guía del docente. Consideramos que la indagación guiada es un punto de partida válido para construir los fundamentos de este tipo de enseñanza, que luego permitirán avanzar hacia formas más abiertas de indagación.

También consideramos importante que los docentes en formación desarrollemn habilidades reflexivas. Comprender cuáles son los elementos básicos que caracterizan a la enseñanza por indagación, requiere, además de un aprendizaje situado, de una reflexión a distintos niveles. La reflexión no es nueva en el campo de la educación en ciencias. Abell y Bryan (1997) sostienen que aprender a enseñar ciencias, al igual que aprender a hacer ciencias, es un proceso que requiere re-evaluar y re-formar de manera permanente las explicaciones existentes a la luz de las nuevas evidencias. Esta forma de reflexionar puede ser utilizada para asistir a los docentes en el desarrollo de un entendimiento más profundo del proceso de indagación (Moseley y Ramsey, 2008). Por lo tanto durante el TFO las actividades de indagación se articularon con instancias de reflexión que permitieran re-evaluar los propios aprendizajes y los posibles aprendizajes de los niños en el marco de este modelo. También consideramos importante generar espacios de reflexión para cuestionar algunas creencias sobre el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias. Los docentes en formación que han tenido malas experiencias escolares en el área de ciencias, desarrollan actitudes negativas y bajos niveles de confianza para aprender y enseñar ciencias (Liang y Richardson, 2009). En contraposición, existen evidencias de la influencia positiva que, la participación de los docentes en experiencias de

enseñanza por indagación, tiene sobre la confianza en sus habilidades para enseñar ciencias (Liang y Richardson, 2009).

Finalmente, las actividades del TFO fueron además concebidas con un fuerte componente de trabajo en equipo, entendido éste como la capacidad de trabajar compartiendo para la consecución de los objetivos y metas comunes. Se intentó crear un ambiente en el cual la diversidad de ideas y opiniones sea valorada como un componente enriquecedor del aprendizaje.

## Objetivos

El presente trabajo se desarrolló en el marco del grupo de extensión universitaria “Laboratorios con ciencia” perteneciente a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP). Este grupo de extensión trabaja desde el 2007 con los distintos niveles del sistema educativo público para mejorar la enseñanza de las ciencias. Uno de los proyectos se centra en la formación docente inicial para Profesores de Educación Primaria. La meta general de este proyecto es brindar instancias de formación que promuevan la comprensión del modelo didáctico por indagación y le permitan a los futuros docentes revalorizar las actividades experimentales como vehículos para enseñar los contenidos conceptuales y promover el desarrollo de habilidades de pensamiento científico.

En este trabajo hemos realizado un estudio de carácter descriptivo de algunos aspectos de un curso de formación para futuros Profesores de Educación Primaria, cuyos objetivos específicos son los siguientes:

- Conocer la valoración de los docentes en formación respecto del uso de las actividades experimentales antes y después de realizar el TFO.
- Indagar acerca de las dificultades percibidas por los docentes en formación para realizar actividades experimentales antes y después de realizar el TFO.
- Analizar la aplicación de algunos elementos básicos de la enseñanza por indagación en la planificación de actividades de indagación.

## Metodología

### Contexto de la experiencia

La experiencia que se presenta en este trabajo corresponde a la primera etapa de un espacio de articulación institucional entre la UNMdP y el Instituto Superior de Formación Docente N°19 (ISFD19). Este espacio ha sido concebido para generar formas de intercambio que enriquezcan la calidad de la formación brindada para los estudiantes de ambas instituciones. Históricamente las relaciones entre las universidades y los institutos superiores han estado atravesadas por desencuentros y críticas mutuas. Experiencias como las que aquí se presentan sientan las bases para iniciar la construcción de nuevas formas de intercambio más fructíferas entre ambas instituciones.

Dado que el ISFD19 cuenta con un laboratorio nuevo y bien equipado, pero prácticamente no es utilizado por los profesores del área de Ciencias Naturales, se diseñó e implementó durante 2011 el curso o Trayecto de Formación Opcional (TFO) “El laboratorio escolar: indagar y aprender”. El mismo estuvo dirigido a alumnos de 3<sup>er</sup> y 4<sup>to</sup> año del Profesorado de Educación Primaria. Los TFO son concebidos como recorridos complementarios que cada institución formadora desarrolla en base a las necesidades educativas locales. El diseño y dictado del TFO

estuvo a cargo de las autoras de este trabajo, miembros del grupo de extensión “Laboratorios con ciencia”.

El TFO se dictó durante el segundo cuatrimestre de 2011 (del 24 de agosto al 16 de noviembre). El régimen de cursada fue de una clase semanal obligatoria y presencial de tres horas durante doce semanas y la participación obligatoria en cinco actividades desarrolladas a través de la plataforma virtual del ISFD19. Las clases presenciales se realizaron en su mayor parte en el laboratorio del ISFD19.

Debido a las escasas dimensiones del laboratorio del ISFD19 el TFO se dictó para un pequeño número de alumnos. Sin embargo, consideramos importante evaluar algunos aspectos de esta experiencia como insumo para la mejora y, eventualmente, para considerar su transferencia a otros ISFD.

### **Participantes**

Los alumnos que cursaron el taller fueron ocho, seis alumnos de 4to año del Profesorado de Educación Primaria y dos alumnos de 2do año del Profesorado de Educación Inicial. Como el TFO fue diseñado para alumnos de Educación Primaria, en este trabajo solo se analiza este grupo, compuesto por seis mujeres, con un rango de edad de entre 24 y 38 años. Este grupo de alumnas se encontraba cursando el último año del Profesorado y paralelamente al TFO realizaban la residencia, dependiente del departamento de Prácticas Docentes. Si bien el TFO no articulaba formalmente con dicho departamento, de manera espontánea las alumnas comenzaron a compartir sus planificaciones para el aula con los docentes del TFO y a traer sus dudas, lo que generó un espacio fructífero de intercambio y reflexión.

### **Propuesta pedagógica del TFO**

El TFO “El laboratorio escolar: indagar y aprender” sigue la línea pedagógica de los Diseños Curriculares para la Educación Primaria y la Formación Docente Inicial en Ciencias Naturales. Asumimos que la ciencia no es solamente un cuerpo de conocimientos sino, fundamentalmente, un proceso a través del cual se genera dicho conocimiento. Por lo tanto, proponemos que el aprendizaje conceptual debe estar integrado al desarrollo de habilidades de pensamiento científico y el conocimiento de aspectos epistemológicos. Este posicionamiento implica que las habilidades de pensamiento científico, también llamadas competencias científicas, deben ser enseñadas de forma explícita e intencional y, por lo tanto, deben ser objeto de planificación e intervención educativa al igual que los contenidos conceptuales (García Barros y Martínez Losada, 2001). También implica que ambos tipos de contenidos no son independientes entre sí y que por lo tanto las actividades deberán actuar como vehículos facilitadores del aprendizaje tanto de conceptos (conocimientos que permiten la comprensión del mundo natural), como de competencias científicas (habilidades y destrezas relacionadas con el pensamiento científico).

Como se mencionó en la introducción El TFO se organizó alrededor de dos ejes principales que se trabajaron en forma integrada: el eje de la indagación y el eje de la reflexión.

#### **El eje de la indagación**

Los alumnos del TFO se implicaron en la realización de cuatro actividades de indagación. Las actividades consistieron en situaciones problemáticas contextualizadas, sencillas y guiadas, que permiten distintas formas de resolución y que requieren poner en juego diferentes habilidades de pensamiento científico. A su vez, cada actividad fue elaborada en torno a algún tema del Diseño Curricular de Educación Primaria, de modo que los alumnos también pudieron revisar y profundizar conceptos. En el Cuadro 1 se presenta como ejemplo una de las actividades de

indagación, en la cual, a partir de una situación problemática se trabaja el diseño de experimentos, la presentación e interpretación de resultados y la elaboración de conclusiones en base a la evidencia experimental.

**Cuadro 1.** Ejemplo de una actividad de indagación guiada.

**¿DE QUÉ SE ALIMENTAN LAS LEVADURAS?**  
*Elaborada por Di Mauro y Furman (2013)*

Sonia, una maestra de 4º grado está preparando la clase de ciencias para la semana próxima. Ella encuentra las siguientes actividades en un libro viejo y quiere probarlas antes de llevarla al aula.

¡Vamos a ponernos en sus zapatos!

**ACTIVIDAD N° 1:** Lean el siguiente problema y realicen las actividades propuestas:

*Boris leyó en un libro de ciencias naturales que existen unos organismos muy pequeños, llamados levaduras. Clarita le contó a Boris que cuando las levaduras se alimentan, liberan un gas y se observan pequeñas burbujas y que cuanto mejor se alimentan más burbujas producen. Boris le dice que él está seguro que las levaduras se alimentan mejor de edulcorante que de azúcar y Clarita le propone ponerlo a prueba realizando un experimento sencillo. ¡Vamos a ayudarlos!*

**1-A-** Elaboren la pregunta investigable que se desprende de la situación problemática y diseñen un experimento que permita contestar la pregunta planteada. Les proponemos el siguiente formato como guía.

-Pregunta investigable:.....

-Diseño experimental para “poner a prueba” la hipótesis (preguntas claves para planificar la experimentación).

- ✓ ¿Qué vamos a comparar?
- ✓ ¿Qué vamos a medir? ¿Cómo lo vamos a medir?
- ✓ ¿Qué variables dejamos constantes?
- ✓ ¿Qué variable/s modificamos?
- ✓ ¿Qué materiales necesitamos? Anoten TODO lo necesario para realizar la experiencia.
- ✓ ¿Cómo registramos los datos? Elaborar un instrumento para registrar los resultados.

**1-B-** Esquematicen o relaten el diseño experimental completo.

**1-C-** Revisión entre pares del diseño experimental y luego realización del experimento planificado.

**1-D-** Registro de resultados y elaboración de conclusiones.

**1-F-** Escriban nuevas preguntas investigables que surgieron durante la experimentación.

En esta actividad a partir de una situación problemática se trabajó el diseño de experimentos, la presentación e interpretación de resultados y la elaboración de conclusiones en base a la evidencia experimental, utilizando preguntas que guían paso a paso la planificación del experimento (Di Mauro y Furman, 2013). Se realizó una instancia de revisión de pares de los diseños experimentales elaborados, durante la cual se discutió la pertinencia de los mismos. Luego de la ejecución de los experimentos, se realizó una puesta en común para que cada grupo presente sus resultados y conclusiones.

En este eje también se trabajó el análisis de libros de texto con propuestas experimentales. Estos suelen constituir el punto de partida durante la planificación de un tema, especialmente de los docentes que recién se inician. Por ello es importante que los docentes en formación aprendan a mirarlos críticamente, reconociendo sus fortalezas y las falencias. Considerando que en muchos casos los libros de texto presentan actividades experimentales meramente demostrativas, se trabajó en la selección, adaptación y transformación de estas actividades experimentales.

## El eje de la reflexión

Cada una de las actividades de indagación se articuló con actividades de análisis y reflexión de la propuesta pedagógica. Se propusieron instancias para trabajar sobre los propios aprendizajes, sobre cómo aprenden los niños en el marco de este modelo, cuál es el rol del docente y el alumno, qué tipo de preguntas suele hacer el docente y qué tipo de respuestas suele dar. Hacia el final del TFO también se trabajó en el análisis de relatos de clases y de material filmico obtenido a partir de las distintas experiencias de enseñanza por indagación desarrolladas en las escuelas del distrito en el marco de nuestro grupo de extensión.

En el Cuadro 2 se ejemplifica una de las actividades de reflexión, que propone analizar y comparar aspectos fundamentales del modelo tradicional de enseñanza versus el modelo de enseñanza por indagación. Esta actividad pone de manifiesto las ideas previas de los alumnos acerca de la efectividad de ambos modelos en el aula, abriendo un espacio para la discusión y revisión de las concepciones personales.

**Cuadro 2.** Ejemplo de una actividad de análisis y reflexión.

### Analizamos el trabajo de laboratorio

A continuación, se presenta el relato de una clase en donde se abordan contenidos similares a los trabajados en este práctico. Leer detenidamente y luego analizar de acuerdo a las preguntas.

*"Es una clase de sexto año. En el pizarrón se lee el título de la unidad que los alumnos están por comenzar: "Soluciones". La docente comienza la clase con una pregunta: "¿Qué piensan ustedes que es una solución?" Los chicos dicen cosas diversas, en su gran mayoría diferentes a lo esperado por la docente. Un alumno responde "Es algo como lo que aprendimos de mezclar el año pasado?". La docente asiente satisfecha y escribe en el pizarrón:*

*Solución: Mezcla homogénea (una sola fase) compuesta por dos o más sustancias llamadas soluto y solvente.*

*La docente lee la definición en voz alta y repasa la idea de mezcla homogénea. Luego continúa: "¿Qué es un soluto?" Los chicos miran con cara de confundidos. "Un soluto es el componente que está en menor proporción en la mezcla. El solvente es el que está en mayor proporción, generalmente es un líquido. Por ejemplo, se dice que el agua es un solvente universal porque disuelve muchas cosas. Copiemos todo esto en el pizarrón".*

*Luego de que todos han copiado las definiciones, la docente da algunos ejemplos de soluciones: café con leche, agua con azúcar, agua con alcohol. En cada uno identifica el soluto y el solvente. Les pide a los chicos que den otros: algunos contestan correctamente, la docente copia todos los ejemplos en el pizarrón. ¿Entendieron? Copiemos todo en la carpeta. De tarea, les pide que traigan al menos 3 nuevos ejemplos de soluciones que encuentran en la vida cotidiana."*

*Extraída de Furman y Podestá. La aventura de enseñar Ciencias Naturales. Ed. Aique.*

Preguntas:

- En esta clase tradicional la docente comienza presentando los términos científicos (soluciones, soluto) para luego definir y explicar los conceptos y finalmente dar ejemplos concretos de la vida cotidiana. Si tuviéramos que esquematizar la estrategia didáctica de esta clase podría expresarse de la siguiente manera: TERMINOLOGÍA - DEFINICIÓN O IDEA – FENÓMENO.
- Compare esta clase con el trabajo de laboratorio e intente esquematizar la estrategia didáctica del mismo ¿Cuáles son las similitudes y diferencias con la clase tradicional?
- ¿Qué ventajas y desventajas puede marcar para cada estrategia y cómo le parece que las mismas influyen en los aprendizajes?
- ¿En cuál de las dos clases se aborda el desarrollo de competencias científicas (herramientas fundamentales que hacen en conjunto al pensamiento científico)? ¿Considera importante su abordaje en la escuela primaria? ¿Por qué?
- Imagine para cada estrategia lo que habrán sentido los alumnos y el docente durante la clase (entusiasmo, desinterés, poca o mucha participación, etc.).

La actividad del Cuadro 2 plantea la comparación de una clase tradicional en la que se aborda el concepto de solución con una actividad de indagación guiada, que aborda el mismo tema, y que fue vivenciada por los alumnos del TFO. Las preguntas apuntan a analizar las características más importantes que subyacen a cada tipo de enseñanza y a poner en evidencia

y poder discutir concepciones que los alumnos tengan en cuanto a estos dos modelos de enseñanza.

### Instrumentos de evaluación y análisis de los datos

Para conocer la valoración de las docentes en formación respecto del uso de las actividades experimentales e indagar acerca de las dificultades percibidas se utilizó una prueba diagnóstica de lápiz y papel (pre-test) y otra final (post-test) de las mismas características. Las pruebas fueron elaboradas en base a un test utilizado en el Programa Escuelas Bicentenario, gentilmente cedido por la Dra. Melina Furman. A los fines de este artículo, sólo se analizan algunos ítems de las pruebas. La prueba diagnóstica se administró durante el primer encuentro del TFO, mientras que la prueba final fue administrada durante el último encuentro. Al último encuentro sólo asistieron cuatro alumnas, de modo que para el análisis solo se consideraron los pre y post-test de estas alumnas.

El primer ítem de la prueba es una pregunta abierta de opinión que indaga acerca del uso de las actividades experimentales en la clase ciencias.

*“1-¿Para qué considera que sirve la experimentación en la clase de Ciencias?”*

Para el análisis de esta pregunta se utilizaron tres categorías descriptas en Godoy *et al.* (2012) que dan cuenta de las ideas que con mayor frecuencia aparecen en los docentes en servicio en relación al uso de las actividades experimentales: las actividades experimentales sirven para despertar motivación y/o estimular la curiosidad de los alumnos; para reforzar o facilitar la enseñanza de conceptos; para desarrollar habilidades de pensamiento científico. Estas ideas se rastrearon e identificaron en las respuestas de las alumnas y se comparó el perfil de las mismas entre el pre-test y el post-test.

El segundo ítem se trata de una pregunta cerrada, con cinco categorías, que busca indagar acerca de los obstáculos percibidos por las alumnas para utilizar experiencias de laboratorio en la clase de ciencias. Las categorías para esta pregunta se definieron en base a las dificultades que con más frecuencia mencionan los docentes en servicio (Godoy *et al.*, 2012). Para su análisis se determinaron las categorías seleccionadas por las alumnas en este ítem y se compararon los perfiles de respuestas obtenidas en el pre y el post-test.

*“2-Indique alguna/s de las razones que se transcriben a continuación por la cual cree que podría ser complicado realizar actividades de experimentación en la escuela:”*

- No encuentra experimentos apropiados para los temas que debe abordar.*
- Son situaciones que “desordenan” la clase.*
- No llega con los tiempos.*
- La dificultad de conseguir los materiales necesarios.*
- No sabe cómo se aplican.*
- Otras.*

En la prueba final o post-test, se incluyó además un ítem que permitiera a las alumnas analizar y reflexionar sobre sus logros y vivencias a lo largo del TFO (ítem 3). Estas producciones escritas personales, fueron utilizadas en este trabajo para enriquecer la evaluación en torno a las dificultades percibidas por las alumnas para realizar actividades experimentales.

*“3- Compare su encuesta inicial con la encuesta final. Con esta comparación y las vivencias del camino recorrido haga un análisis crítico del aporte de este curso a su formación.”*

Para analizar la aplicación de algunos elementos básicos de la enseñanza por indagación en la planificación de actividades se diseñó un trabajo final como instrumento de evaluación. El mismo consistió en utilizar una actividad experimental estructurada o “receta de cocina” como punto de partida para elaborar una actividad de indagación con mayor grado de participación del estudiante. Las alumnas tenían a disposición cuatro “recetas de cocina”, extraídas de un libro de experimentos sencillos (Loeschig, 2001), que consistían en procedimientos que debían seguirse paso por paso para demostrar o verificar un principio (Cuadro 3). Para elaborar la actividad de indagación contaron con las siguientes preguntas guía: ¿Qué concepto/s clave voy a enseñar con esta actividad? ¿Qué competencias científicas voy a trabajar con esta actividad y por qué? ¿Qué problema o pregunta investigable voy a plantear a mis alumnos? ¿Cómo voy a presentar el problema o pregunta? ¿Cómo voy a organizar el trabajo de los alumnos? (qué tareas/actividades les voy a proponer). En caso de incluir experimentos debe quedar claro el diseño de los mismos así como los posibles resultados y sus interpretaciones ¿Cómo voy a llevar a cabo la puesta en común? ¿Cómo voy a hacer el cierre de la clase? (Furman y Podestá, 2009). Para la presentación por escrito de la actividad, se pidió que toda la información requerida en las preguntas guía esté presente. La consigna para el trabajo final y las actividades tipo “recetas de cocina” fueron subidas a la plataforma virtual del TFO dos semanas antes de la fecha de entrega. Durante este tiempo también se abrió un foro de discusión que sirvió como espacio colectivo de consultas. De los seis trabajos finales, se consideraron cinco, ya que uno de ellos carecía de la información necesaria para realizar el análisis.

**Cuadro 3.** Ejemplo de una actividad tipo “receta de cocina” utilizada por las alumnas como punto de partida para elaborar una actividad de indagación guiada.

#### Infusión de especias

Los químicos utilizan a menudo la palabra infusión. Cualquier cosa que se disuelva en agua es una infusión. Algunas personas beben infusiones todos los días en forma de café o té. En esta actividad, tú crearas tus propias infusiones y además disfrutaras del placer de beberlas.

Necesitas:

- Una tetera con agua caliente
- Un colador de cocina pequeño
- Media cucharadita de al menos 6 hierbas o especias: partes enteras, como hojas de laurel u hojas de orégano, albahaca, menta o perejil; brotes o semillas de clavo, mostaza, hinojo o anís; canela en rama, etc.
- Tazas
- Cucharas
- Papel y lápiz para anotar

Cómo hacerlo:

Pon una hierba o especia con un colador y colócalo sobre una taza. Vierte un poco de agua de la tetera. Deja que la sustancia se empape o remoje durante 2 o 3 minutos. Quita el colador y límpialo bajo un chorro de agua fría. Luego prueba tu infusión y describe el sabor. Repite estos pasos con otras hierbas o especias.

Qué sucede:

Las especias y las hierbas se empapan y disuelven en el agua y le añaden color y sabor. Algunas sustancias de hierbas y especias son más solubles o se disuelven con más facilidad en el agua caliente que otras. La composición química está muy relacionada con la solubilidad.

Los elementos analizados en los trabajos finales se relacionaron con la coherencia entre los contenidos (conceptos y competencias científicas) y las actividades propuestas, es decir, si las actividades constituyen un vehículo apropiado para que los alumnos comprendan los

conceptos y/o trabajen las competencias científicas elegidas. Con respecto a los conceptos, un obstáculo que suele verse en las planificaciones de los docentes es que utilizan actividades (observaciones sistemáticas o experiencias) que no abordan los conceptos centrales que se quieren enseñar, es decir no existe coherencia entre los contenidos conceptuales propuestos y las actividades planteadas. Analizamos entonces, si en los trabajos finales las actividades abordaban o no los contenidos conceptuales propuestos. Para ello establecimos las categorías que se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Categorías para el análisis de la coherencia entre los contenidos conceptuales y las actividades propuestas en la planificación de una actividad de indagación.

Descripción de la categoría	Nivel de coherencia entre los contenidos conceptuales y las actividades propuestas
Las actividades no abordan los contenidos conceptuales	ALTO
Las actividades abordan algunos de los contenidos conceptuales	MEDIO
Las actividades abordan todos los contenidos conceptuales	BAJO

Con respecto a las competencias científicas, consideramos que una actividad de indagación es coherente cuando apunta a trabajar la o las competencias seleccionadas y las trabaja adecuadamente. Por ejemplo, si se establece trabajar diseño de experimentos, en la actividad debería considerarse una instancia para que los alumnos realicen el diseño y, a su vez, el docente debería poder anticipar algún diseño experimental correcto. Esto implica que el docente debe dominar la habilidad de pensamiento científico que pretende trabajar. En los cinco trabajos finales se plantearon como habilidades de pensamiento científico centrales el diseño de un experimento y la interpretación de resultados. Es por ello que, en primer lugar, analizamos si aparecía una instancia explícita de trabajo para estas competencias. En segundo lugar evaluamos el desempeño en el diseño de experimentos, analizando la ausencia o presencia de ciertos componentes en base al análisis realizado por Di Mauro y Furman (2013) para esta habilidad de pensamiento científico. Los componentes analizados se presentan en la Tabla 2. Se consideró un muy buen desempeño en la competencia diseño de experimentos cuando se encontraron los cuatro componentes; un desempeño bueno cuando se encontró tres de los cuatro componentes y un desempeño regular cuando se encontraron uno o dos componentes.

**Tabla 2.** Componentes analizados en los trabajos finales de la competencia científica diseño de experimentos.

Competencia científica	Descripción de los componentes analizados
Diseño de experimentos	Plantea una comparación correcta entre dos situaciones. Plantea una estrategia de medición adecuada. Identifica todas las variables que deben permanecer constantes. Propone un buen instrumento para el registro de los resultados.

## Resultados

### La valoración del uso de las actividades experimentales en las clases de Ciencias Naturales

Para rastrear las ideas previas acerca de la utilidad de la experimentación en la clase de ciencias, se analizó el ítem 1 de los pre-test. Las alumnas aludieron a la motivación de los alumnos

como una de las principales utilidades de las actividades experimentales. A modo de ejemplo transcribimos las repuestas de dos estudiantes:

**Miriam** “Haría las clases más entretenidas para los alumnos y para los docentes”.

**Florencia** “A los niños particularmente les interesa todo lo relacionado con la naturaleza y por ese motivo resulta pertinente experimentar con ella”.

También aparece la experimentación como un vehículo que facilita la comprensión de contenidos en el área de ciencias:

**Macarena** “Creo que la experimentación es fundamental a la hora de llevar la ciencia al aula porque facilita la comprensión de los contenidos que se estén presentando”.

**Florencia** “Es sumamente interesante y enriquecedora la experimentación ya que permite una mayor comprensión de los fenómenos, objetos y hechos que nos rodean”.

En síntesis, en el pre-test solo aparecen en las respuestas de las alumnas dos de las tres categorías utilizadas para el análisis. Las alumnas valoran las actividades experimentales por su capacidad para motivar a los alumnos y porque facilitan la compresión de los conceptos.

Es interesante notar que luego de transitar el TFO, en el post-test, la mayoría de las alumnas valoraron las actividades experimentales como experiencias áulicas que, además de generar motivación en los alumnos y de facilitar el aprendizaje conceptual, potencian el desarrollo de competencias científicas, las cuales, previamente a este recorrido no habían sido mencionadas. Este cambio se ilustra con las respuestas de Florencia y Miriam.

**Florencia** “Es necesaria la experimentación ya que implica el despliegue de determinadas competencias científicas tales como formulación de una pregunta investigable, ejecución y análisis de una situación problema”.

**Miriam** “Para que los alumnos puedan primero a través de la observación, hipótesis, registros aprender los conceptos impartidos por la docente para responderse preguntas, ser autónomos críticos y permite reflexionar”.

En las ideas expresadas por las alumnas antes y después del TFO se evidencia un cambio en la valoración del uso de las actividades experimentales en las clases de ciencias. Antes de realizar el TFO las alumnas consideraban a las actividades experimentales como vehículos para despertar el interés de los alumnos y favorecer la comprensión de los conceptos científicos. Luego de transitar el TFO las alumnas reconocen, además, su potencia para desarrollar habilidades propias de las ciencias como plantear preguntas investigables, hacer inferencias, proponer posibles caminos para responder una pregunta investigable, analizar evidencias científicas.

### **La revisión de las dificultades percibidas para realizar actividades experimentales en el aula**

Con respecto a las dificultades reconocidas por los futuros docentes para realizar actividades experimentales en clase (ítem 2), en el pre-test las estudiantes plantearon no encontrar experimentos apropiados para los temas que deben abordar, no contar con los materiales necesarios y la generación de desorden en la clase como principales obstáculos. Luego del TFO no seleccionaron ninguna de las cuatro opciones prestablecidas, sino que redactaron sus propias respuestas bajo el ítem “Otras”. En todos los casos mencionaron la formación docente como condición necesaria para realizar actividades experimentales y resaltaron la importancia de la planificación de la actividad, siendo más optimistas con respecto a las dificultades. La siguiente respuesta de una de las alumnas refleja esta interpretación:

“Considero que si se quiere los obstáculos pueden superarse. Es imprescindible la capacitación continua de los docentes ya que el tiempo puede organizarse, los materiales pueden conseguirse, la clase puede

organizarse, pero que un docente no sepa aplicar la experimentación en el aula creo que es un obstáculo muy importante.”

En las producciones escritas de las alumnas (ítem 3), aparecieron varios elementos que apoyan los resultados que surgen del ítem 2. En el análisis de Miriam se hace evidente un cambio de opinión sobre las posibilidades de realizar actividades de indagación. El TFO parece haberle ayudado a cuestionar ciertas ideas previas sobre las dificultades de este tipo de enseñanza.

**Miriam** “La diferencia de la encuesta final con la inicial no fueron muchas, pero si veo reflejado un cambio de opinión que no hay excusas para no enseñar a través del método por indagación, todo depende de las ganas que tenga el docente de enseñar y brindarles a los niños la posibilidad de desarrollar habilidades científicas.”

Un cambio similar también se advierte en las palabras de Macarena. En la misma línea de pensamiento, es interesante la reflexión de Florencia que reconoce como principal obstáculo durante su residencia el desconocimiento (propio y del entorno) acerca de las actividades de indagación.

**Macarena** “Comprendí que se puede trabajar con los niños/as desde los primeros grados y que es importante el contexto de los alumnos, pero que con ganas y convicción se puede llevar adelante cualquier actividad en cualquier ámbito.”

**Florencia** “En la primera encuesta había marcado que una razón para no experimentar sería el desorden en la clase. Pero creo que lo fundamental es una continua capacitación y la implementación de cursos de este tipo ya que el principal obstáculo que pude observar en la residencia fue el desconocimiento de cómo implementar una verdadera actividad de indagación.”

En síntesis, las estudiantes que participaron del TFO pudieron revisar algunas ideas acerca de las dificultades percibidas para implementar actividades experimentales en el aula. Al finalizar el TFO reconocieron que el principal obstáculo que tuvieron que enfrentar es el desconocimiento de este tipo de enseñanza y se mostraron más optimistas acerca de la posibilidad de utilizar actividades de indagación con sus futuros alumnos.

### **La aplicación de algunos elementos básicos de la enseñanza por indagación en la planificación de actividades.**

El desarrollo de habilidades para planificar actividades de indagación se evaluó a través de un trabajo final. El mismo consistió en transformar una “receta de cocina” en una actividad, con mayor grado de participación del estudiante, que permitiera la comprensión de conceptos científicos y el desarrollo de competencias científicas. En primer lugar se analizó la coherencia entre las actividades propuestas y los contenidos conceptuales seleccionados según las categorías descriptas en la Tabla 1. Cuatro de los cinco trabajos alcanzaron un nivel de coherencia alto, es decir, que las actividades propuestas abordaron todos los contenidos conceptuales previstos. Solo en un trabajo la coherencia fue media ya que las actividades abordaron algunos de los contenidos conceptuales. El Cuadro 4 presenta un resumen del trabajo final “Infusión de especias” correspondiente a un nivel de coherencia alto. En el mismo se hace evidente la relación entre el concepto central seleccionado (la modificación de la solubilidad de una sustancia en función de la temperatura del solvente) y las actividades planteadas.

Por otra parte, el análisis de las competencias científicas reveló que en los cinco trabajos se planificaron instancias específicas para que los alumnos trabajen el diseño de experimentos y la interpretación de resultados. En la Tabla 3 se muestra el análisis de una serie de componentes para el diseño de experimentos. La presencia de dichos componentes da cuenta de un buen desempeño. Todas las alumnas lograron establecer comparaciones correctas entre dos situaciones. Por ejemplo en el trabajo “*Infusión de especias*” (Cuadro 3) se plantea comparar infusiones de hierbas realizadas con agua caliente y agua fría. En el trabajo “*El té de Sofía y*

*Diana*" se plantea comparar el color y el sabor del té rojo a lo largo del tiempo. Además, todas las alumnas lograron elaborar buenos instrumentos para el registro de resultados en forma de tablas de doble entrada. Algunas alumnas fueron capaces de reconocer y poder enunciar todas las variables que deben permanecer constantes en el experimento, mientras que otras sólo pudieron enunciar algunas. Teniendo en cuenta que en cada trabajo se encontraron al menos tres de los cuatro componentes analizados, podemos concluir que las alumnas lograron un buen desempeño en el diseño de experimentos.

**Cuadro 4.** Resumen del trabajo final "Infusión de especias".

El trabajo final "Infusión de especias" utiliza como punto de partida la receta de cocina que se muestra en el Cuadro 3. Su autora selecciona como concepto central la variación de la solubilidad de una sustancia con la temperatura del solvente, en este caso agua. Como punto de partida plantea una situación problema protagonizada por Nacho y Agustina: Agustina decide hacer té de anís con agua fría porque hace mucho calor pero Nacho le advierte que el té preparado con agua fría no va a tener sabor ni color. Agustina no está muy segura y ambos acuerdan realizar un experimento para resolver el problema. A continuación, la autora trabaja con los alumnos qué pregunta quieren contestar Nacho y Agustina y les propone diseñar un experimento para contestarla. Como materiales les entrega agua fría, agua caliente, frascos de vidrio, filtros de papel y distintas hierbas aromáticas, incluidas el anís. La autora prevé que los alumnos plantearán experimentos en donde preparen infusiones de las distintas hierbas hechas con agua fría y caliente y las comparen. Para ello deberían utilizar cantidades iguales de hierbas y de agua y deberían ponerse de acuerdo en el tiempo de preparación de las infusiones. La autora prevé que los alumnos podrían, por ejemplo, establecer comparaciones determinando el color y el olor de las infusiones (utilizando escalas cualitativas para registrar sus observaciones en una tabla de doble entrada diseñada por ella misma). Según la autora al interpretar los resultados los alumnos podrán decir que Nacho tenía razón "*porque todas las disoluciones que observamos al prepararlas con agua caliente, intensificaron su color y su olor a comparación de los mismos materiales pero expuestos al agua fría*". Aquí vemos como la autora puede explicar con claridad el tipo de interpretación que espera que sus alumnos elaboren a partir de la evidencia experimental. Al cierre de la clase propone trabajar con los alumnos la siguiente conclusión "*La temperatura, entonces, es un factor importante que influye en la capacidad para disolver del agua*". Esta conclusión permite conectar la interpretación de los resultados del experimento con el concepto central que la autora seleccionó para trabajar.

**Tabla 3.** Análisis de la presencia de distintos componentes de la competencia científica diseño de experimentos.

Competencia científica	Descripción de los componentes analizados	Número de trabajos en donde se encontró el componente
Diseño de experimentos	Plantea una comparación correcta entre dos situaciones.	5
	Plantea una estrategia de medición adecuada.	4
	Identifica todas las variables que deben permanecer constantes.	3
	Propone un buen instrumento para el registro de los resultados	5

En conclusión, el análisis de los trabajos finales muestra que las alumnas pudieron elaborar una actividad de indagación con un buen grado de coherencia, es decir, han podido proponer actividades experimentales adecuadas para trabajar los contenidos conceptuales previstos y el desarrollo de la competencia científica de diseño de experimentos.

## Consideraciones finales

Hay estudios que muestran las dificultades percibidas y experimentadas por los docentes de primaria en comprender los contenidos científicos y aspectos básicos sobre la naturaleza de la

ciencia. En muchos casos los docentes proponen actividades experimentales demostrativas que no sirven como vehículos para aprender contenidos, tienen dificultades para poner sus ideas en práctica y en algunos casos hasta evitan enseñar ciencias (Davis y Smithey, 2009). Coincidimos con Moreno y Ferreyra (2004) en que comprender los fundamentos de la enseñanza por indagación y tener oportunidades durante la formación inicial para implicarse y reflexionar sobre este tipo de enseñanza son instancias que contribuyen a solucionar estos problemas.

En este trabajo describimos los ejes principales de un taller de formación opcional en ciencias naturales que se llevó adelante con la articulación de dos instituciones de formación docente: la Universidad Nacional de Mar del Plata y el Instituto de Formación Docente N°19 y analizamos los resultados de su implementación. La evaluación del recorrido mostró que las estudiantes lograron comprender las ideas básicas que caracterizan a la enseñanza por indagación, a la vez que modificaron sus concepciones sobre la actividad experimental como herramienta didáctica para enseñar los contenidos conceptuales y promover el desarrollo de habilidades de pensamiento científico.

Wright (2001), menciona que el aprendizaje se basa tanto en la reflexión, la explicación y la socialización como en la experiencia. Las actividades del TFO apuntaron a trabajar de forma integrada los elementos mencionados, la oportunidad de vivenciar actividades de indagación poniéndose en el lugar de los alumnos (eje de indagación) y luego de reflexionar sobre la práctica realizada haciendo explícitas sus concepciones sobre las actividades experimentales y su potencialidad como herramienta didáctica (eje de reflexión) han resultado aspectos claves del recorrido. Esto resulta coincidente también con lo que señalan Reyes *et al.* (2001), particularmente para los maestros, hacer explícitas sus creencias en torno a la ciencia, a la enseñanza, y al aprendizaje, reflexionar y cuestionarse en forma continua y sistemática sobre ellas, potencia posibilidades de cambio en el ser y que hacer del maestro en pro del mejoramiento de la enseñanza y el aprendizaje de la disciplina.

Además, al recorrer el TFO, los docentes en formación desarrollaron habilidades para organizar indagaciones guiadas, mostrando buenos desempeños para trabajar el diseño de experimentos y para proponer actividades que propicien el aprendizaje de los conceptos seleccionados. Los resultados también nos muestran que algunas habilidades cognitivas requeridas para elaborar actividades experimentales más complejas, como por ejemplo el control de variables, se han logrado de forma parcial.

Consideramos que este trabajo muestra de forma exploratoria el impacto de un taller de formación docente que pretende lograr cambios en la forma en que los docentes de primaria planifican y trabajan en las clases de ciencias naturales, de manera tal que sean coherentes con un modelo didáctico actualizado. Se propone a futuro ampliar el número de participantes y estudiar en profundidad los cambios logrados por los estudiantes en situaciones concretas de prácticas áulicas, por ejemplo, en el espacio curricular de práctica docente.

Creemos que sería importante que los futuros docentes cuenten con más oportunidades, durante la etapa de formación inicial, para aumentar su comprensión acerca de la indagación científica y desarrollar más confianza y efectividad para enseñar ciencias con un enfoque indagatorio. Sería importante también contar con un diagnóstico acerca de las habilidades de pensamiento científico de los docentes en formación para poder ajustar esta y otras propuestas.

Esperamos que este trabajo pueda ayudar a re-pensar la formación en ciencias de los futuros docentes, incorporando las dimensiones empírica y metodológica a su enseñanza, de modo de considerar el proceso de generación del conocimiento científico a la enseñanza de conceptos.

Por otra parte, también debería incluirse la dimensión epistemológica y la idea de la ciencia como construcción social. Consideramos relevante sistematizar experiencias de este tipo, dado que a pesar de los auspiciosos cambios curriculares, aún predominan en Argentina los mecanismos de enseñanza tradicional. Estas experiencias, además de aportar al conocimiento de la formación inicial docente en el área de ciencias, pueden contribuir a la socialización de propuestas de enseñanza acordes al cambio que se pretende instalar curricularmente.

## Referencias Bibliográficas

- Abell, S., y Bryan, L. (1997). Reconceptualizing the elementary science methods course using a reflection orientation. *Journal of Science Teacher Education*, 8(3), 153-166.
- Aguerrondo, I. y Vezub, L. (2011). Las instituciones terciarias de formación docente en Argentina. Condiciones institucionales para el liderazgo pedagógico. *Educar*, 47(2), 211-235.
- Cañal, P. (2000). El conocimiento profesional sobre las ciencias y la alfabetización científica en primaria. *Alambique*, 24, 46-56.
- Comisión Nacional para el Mejoramiento de la Educación de las Ciencias Naturales y la Matemática (2007). *Mejorar la Enseñanza de las Ciencias y la Matemática: una Prioridad Nacional*. Buenos Aires: Ministerio de Educación.
- Davis, E.A. y Smithey, J. (2009). Beginning teachers moving toward effective elementary science teaching. *Science Education*, 93(4), 745-770.
- Di Mauro M. F. y Furman, M. (2013). El diseño de experimentos en la escuela primaria: un diagnóstico de habilidades científicas en niños de 4to grado. En P. Membiela y N. Casados (Ed.). *Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias*. Vigo: Educación Editora, pp. 407-411.
- Diseño Curricular para la Educación Primaria (2008). *Diseño Curricular para la Educación Primaria*. La Plata: Dirección General de Cultura y Educación de la provincia de Buenos Aires.
- Diseño Curricular para la Educación Superior (2007). *Diseño Curricular para la Educación Superior. Nivel Inicial y Primario*. La Plata: Dirección General de Cultura y Educación de la provincia de Buenos Aires.
- Furman, M. y Podestá, M.E. (2009). *La aventura de enseñar Ciencias Naturales*. Buenos Aires: Aique.
- García Barros, S. y Martínez Losada, C. (2001). Qué actividades y qué procedimientos utiliza y valora el profesorado de educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), 433-452.
- Gellon, G., Rosenvasser Feher, E., Furman, M. y Golombek, D. (2005). *La ciencia en el aula*. Buenos Aires: Paidós.
- Gil Quílez, M.J., Martínez Peña, M.B., De La Gándara Gómez, M., Calvo Hernández, J.M. y Cortés García A.L. (2008). De la universidad a la escuela: no es fácil la indagación científica. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 66(22,3), 81-100.
- Godoy, A.V., Di Mauro, M.F., Iglesias, M.J., Panzeri, A.M., Tardivo, D., Víau, J. y Segarra, C.I. (2013) La enseñanza de las ciencias en la escuela primaria: aportes para la formación docente. En Pedro Membiela (Ed.). *Experiencias de investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias*. Vigo: Educación Editora.
- Haefner, L.A. y Zembal-Saul C. (2004). Learning by doing? Prospective elementary teachers' developing understandings of scientific inquiry and science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 26(13), 1653-1674.

- Harlen, W. (2000). *The Teaching of Science in Primary Schools*. London: David Fulton Publishers.
- Lave, J., y Wenger, E. (1991). *Situated Learning. Legitimate peripheral participation*. Cambridge: University of Cambridge Press.
- Lehrer, R., Carpenter, S., Schuabile, L. y Putz, A. (2000). Designing classrooms that support inquiry. En J. Minstrell y E. Van Zee (Eds.). *Inquiring into inquiry learning and teaching in science*. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- Liang, L.L. y Richardson, G.M. (2009). Enhancing prospective teachers' science teaching efficacy beliefs through scaffolded, student-directed inquiry. *Journal of Elementary Science Education*, 21(1), 51-66.
- Loeschig, L.V. (2001). *Experimentos sencillos de química*, Barcelona: Oniro.
- Moreno, M.A. y Ferreyra, A. (2013, 26 de enero). La relevancia de las visiones de sentido común de los maestros en el desarrollo de propuestas innovadoras de enseñanza de las ciencias en primaria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3(3), 287-300.
- Moreno, M.A. y Ferreyra, A. (2004). La relevancia de las visiones de sentido común de los maestros en el desarrollo de propuestas innovadoras de enseñanza en las ciencias en Primaria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3(3), 287-300.
- Moseley, C. y Ramsey, S.J. (2008). Elementary Teachers' Progressive Understanding of Inquiry through the Process of Reflection. *School Science and Mathematics*, 108 (2), 49-57.
- National Science Education Standards: An Overview (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Núcleos de Aprendizajes Prioritarios (2004). *Núcleos de Aprendizajes Prioritarios. Primer ciclo EGB/Nivel primario*. Buenos Aires: Consejo Federal de Cultura y Educación, Ministerio de Educación.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) (2008). *Informe Pisa 2006: Competencias Científicas para el Mundo del Mañana*. España: Santillana.
- Patiño Garzón, L., Vera Márquez, A.V. y Meisel Donoso, J.V. (2010). Análisis de la práctica docente desde una experiencia de la Enseñanza de la Ciencia Basada en la Indagación (ECBI). *Educere*, 14 (49), 333-344.
- Reyes Herrera, L.; Perafán Echeverri, G. y L. Salcedo Torres (2001). Explorando creencias acerca de la naturaleza de la enseñanza en maestros de ciencias naturales del grado sexto en Bogotá DC. *Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología* Bogotá, DC. (10), 22-33.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walwerg Henriksson, H. y Hemmo, V. (2007). *Informe Rocard - Enseñanza de las ciencias ahora: Una nueva pedagogía para el futuro de Europa*. Bruselas: Comisión Europea.
- UNESCO (2008). *Los aprendizajes de los estudiantes de América Latina y el Caribe: Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo*. Santiago de Chile: Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe.
- Weissmann, H. (1997). *Didáctica de las Ciencias Naturales. Aportes y reflexiones*. Buenos Aires: Paidós Educador.
- Wright, D. (2001). Creativity and learning: Creative work and the construction of learning. *Reflective Practice*, 2(3), 261-273.