

La reflexión en la práctica docente en la enseñanza de Ciencias Naturales en primaria. Un estudio desde la Didáctica de las Ciencias Naturales

Reflection in Teaching Practices in Natural Science Education at Elementary School. A Study from the Didactics of Natural Sciences

Martín Pérgola¹, Gastón Pérez^{1,2}

¹Instituto CEFIEC, CCPEMS, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires

²CONICET, CABA, Argentina

¹*martinpergola@gmail.com*; ²*gastonperezbio@gmail.com*

Recibido 11/01/2023 – Aceptado 06/04/2023

Para citar este artículo:

Pérgola, M. y Pérez, G. (2023). La reflexión en la práctica docente en la enseñanza de Ciencias Naturales en primaria. Un estudio desde la Didáctica de las Ciencias Naturales. *Revista de Educación en Biología*, 26 (2), 6-23.

Resumen

En este trabajo presentamos un estudio sobre la práctica docente de 31 estudiantes de un profesorado de primaria de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. La investigación consistió en el análisis, mediante una metodología mixta, de Diarios de la Práctica realizados por docentes en formación; en donde debían presentar reflexiones sobre su práctica profesional. La hipótesis es que las reflexiones sobre cómo enseñar ciencias naturales están sustentadas en el sentido común y las biografías escolares. El análisis permitió sacar conclusiones generales como base para posibles herramientas e instrumentos que promuevan las prácticas docentes reflexivas como insumo fundamental en la formación docente.

Palabras clave: Práctica docente; Reflexiones; Ciencias Naturales; Enseñanza primaria

Abstract

In this paper we present a study on the teaching practice of 31 students of a primary school teacher training program in the Autonomous City of Buenos Aires. The research consisted of the analysis, through a mixed methodology, of Practice Diaries made by the teachers in training, where they had to present reflections on their professional practice. The hypothesis was that reflections on how to teach natural sciences were based on common

sense and school biographies. The analysis allowed us to draw general conclusions as a basis for possible tools and instruments to promote reflective teaching practices as a fundamental input in teacher training.

Keywords: Teaching practice; Reflections; Natural Sciences; Primary teaching

Introducción

En las últimas décadas, las concepciones acerca de la actividad profesional docente, así como la de los procesos de enseñanza de las ciencias, se han visto modificadas. Transformaron la función del profesor de ejecutor y reproductor de información científica correcta e infalible a la de un profesional de la educación involucrado y comprometido con sus propias prácticas docentes. Quien debe promover competencias científicas en el alumnado (Imbernón, 2007). Desde las Didácticas de las Ciencias Naturales, dichas prácticas docentes están enfocadas en promover una enseñanza contextualizada de las ciencias. Basada en la construcción de modelos y que fomenten la autorregulación de las y los estudiantes (Adúriz-Bravo y Aymerich-Izquierdo, 2009; Bahamonde y Gómez Galindo, 2016; Izquierdo et al., 1999). Estas miradas suponen que los docentes generen herramientas en su formación inicial, para evaluar y autoevaluar su práctica reflexivamente (Alfageme González, 2007; Imbernón, 2007; Diker y Terigi, 2008; Nocetti, 2015; Valbuena Ussa, 2011).

Durante la formación inicial es habitual que los estudiantes reflexionen pero nos interesa particularmente qué tipos de reflexiones surgen respecto de la enseñanza de las ciencias. Planteamos la hipótesis de que las reflexiones emergen del sentido común y se sustentan en las biografías escolares de las estudiantes de profesorado. Respecto de cómo creen que es enseñar Ciencias Naturales y cómo se les ha enseñado. En tal sentido, resulta relevante precisar y especificar qué tipos de reflexiones específicas poseen estudiantes del profesorado de nivel primario. El objetivo de este trabajo es realizar un análisis exploratorio de las reflexiones de estudiantes del último año del profesorado de primaria acerca de la enseñanza de las Ciencias Naturales.

Marco Teórico

La reflexión en la formación de docentes

Existe un acuerdo generalizado respecto a que un docente en actividad, como profesional de la educación, debe ser capaz de ser reflexivo sobre su práctica como educador (Alfageme González, 2007; Cornejo y Fuentealba, 2008; Diker y Terigi, 2008; Nocetti, 2015; Imbernón, 2007; Valbuena Ussa, 2011). Esta capacidad de reflexionar, sobre la propia enseñanza, debe desarrollarse, en parte, durante la formación inicial. Se constituye como un conocimiento práctico profesional indispensable, en el que se generan criterios y habilidades para intervenir sobre la propia práctica con el fin de mejorarla. El objetivo último será: formar "Practicantes reflexivos" (Perrenoud, 2004). Capaces de reflexionar en y sobre la acción didáctica. Desde este enfoque, la reflexión formará parte de la identidad del profesional docente, y no será una mera acción episódica circunstancial.

A pesar que el concepto de reflexión aparece recurrentemente mencionado en la instancia de formación, en la actividad profesional docente y en la investigación educativa en pocas oportunidades se definen estrategias, herramientas e instrumentos precisos. Que permitan llevar adelante dichas prácticas reflexivas. Más aún, el término reflexión es polisémico. Encontramos en la literatura que incluso hay poca relación con la disciplina específica que el docente enseña (Sáez Bondía y Cortes García, 2019). La definición de dicha noción estará anclada entonces al objetivo con el que se propone una práctica docente reflexiva.

Desde el enfoque aportado por Schön (1998), el foco está puesto en dos procesos: la reflexión en la acción y la reflexión sobre la acción. Perrenoud (2004) retoma esta distinción y enfatiza en que la reflexión en la acción consiste en cuestionarse durante la práctica misma. Mientras que, la reflexión sobre la acción sería posterior. Toma como objeto a la propia acción docente para describirla, explicarla, compararla y criticarla. Davini (1995), por su parte, pone el foco en la necesidad de la verbalización de los propios supuestos, experiencias y puntos de vista para someterlos a la crítica metódica.

Componentes de la reflexión y modos de fomentarla

A pesar de la polisemia del término reflexión, rescatamos cuatro elementos que permiten precisarla en el marco de la profesionalización docente. Si bien, no solucionan el aspecto de la especificidad pueden orientar una práctica reflexiva.

En primer lugar, la reflexión se corresponde con pensar sistemáticamente. Marcos teóricos sobre cómo se enseña, cómo se aprende o cómo influyen en el aprendizaje las concepciones de los estudiantes serán parte necesaria de los procesos de reflexión en el área de la enseñanza de las ciencias (Angulo Delgado y García Rovira, 1999; Edelstein, 2000; Sáez Bondía y Cortes García, 2019).

En segundo lugar, el reflexionar será un proceso de creación de significados que permita al futuro docente construir ideas sobre la experiencia; para mejorar su práctica futura. Esta construcción de ideas promoverá aprendizajes en los docentes sobre la experiencia transitada. Necesarios para tomar decisiones en el futuro (Angulo Delgado y García Rovira, 1999; Perrenoud, 2004; Sáez Bondía y Cortes García, 2019).

En tercer lugar, aquella no ocurre sólo in situ en la práctica docente, sino que también acaece en otras etapas. Donde la experiencia se transforma en objeto de reflexión y análisis (Perrenoud, 2004; Sáez Bondía y Cortes García, 2019).

En cuarto lugar, la reflexión debe ser objeto de enseñanza en la formación inicial (Edelstein, 2011; Perrenoud, 2004). Si bien los docentes en formación suelen reflexionar desde sus concepciones del sentido común, para profundizar aquella y que permita un aprendizaje genuino, el proceso reflexivo debe ser andamiado por los docentes formadores. Lo que suele venir de la mano de fomentar, en los estudiantes de profesorado, la explicitación de sus pensamientos y acciones volviéndolos objeto de reflexión. Recuperando la idea de metacognición (Pérez y González Galli, 2020), la reflexión implicará procesos

de índole metacognitivos; sobre cómo pensamos y tomamos decisiones en una clase, cómo planificamos y evaluamos nuestra performance. Como estrategias para lograr estos objetivos consideramos: entrevistas individuales, confección de textos escritos en diferentes formatos y con diferentes consignas, análisis de video filmaciones de las propias prácticas, discusiones grupales de estas filmaciones, entre otras (Cornejo y Fuentealba, 2008; Edelstein, 2011; Sáez Bondía y Cortes García, 2019).

Es esperable que las primeras reflexiones de los futuros docentes sean de tipo espontáneas cercanas a un nivel de reflexión descriptivo o informativo. Según Perrenoud, (2004) es necesario enseñar a reflexionar e ir complejizando sucesivamente esas primeras reflexiones espontáneas. Acompañado por marcos teóricos que ayudan a argumentar la toma de decisiones frente a algún aspecto de la práctica. Edelstein (2000) sugiere recuperar categorías teóricas pertinentes e iluminadoras que ayuden a comprender los núcleos problemáticos de la práctica. Es indispensable, para esto, que existan ciertos soportes conceptuales que permitan dar cuenta de la especificidad de la situación sobre la que se reflexiona. En el siguiente apartado, esbozaremos qué categorías teóricas podrían ser útiles para pensar la práctica en Ciencias Naturales.

La reflexión en la práctica docente asociada a la enseñanza de las Ciencias Naturales

La investigación sobre la reflexión sobre la práctica docente en ciencias naturales es relativamente escasa. Para promover docentes, que cuenten con el conocimiento sobre el contenido disciplinar científico y el conocimiento Didáctico acerca de cómo enseñarlo, contamos con múltiples marcos teóricos de la didáctica de las Ciencias Naturales como insumos: aspectos de Naturaleza de la Ciencias que permitan reflexionar sobre los aportes que realizan las distintas metaciencias a la educación científica (Adúriz-Bravo, 2008; Adúriz-Bravo y Pujalte, 2020; Amador-Rodríguez et al., 2023). La argumentación científica escolar que habilita la reflexión sobre los modos en que circula el lenguaje en las clases de ciencias (Revel-Chion y Adúriz-Bravo, 2014); la modelización escolar que permite reflexionar respecto de la manera en que los estudiantes construyen modelos científicos en el aula (Clement y Rea-Ramírez, 2008; Gómez Galindo, 2005; Sensevy et al., 2008; Pérez, Gómez Galindo y González Galli, 2018); el marco de la metacognición que aporta dimensiones para pensar cómo se lleva adelante la reflexión, pero también respecto de cómo se da el aprendizaje de los modelos de las Ciencias Naturales (Boszko y Rosa, 2020, 2021; Monereo et al., 2012; Pérez, Gómez Galindo y González Galli, 2022; Pérez y González Galli, 2020; Zohar y Barzilai, 2013); y el marco de contextualización de la enseñanza de las ciencias que permite ligar la modelización científica a la explicación de fenómenos naturales (Gilbert et al., 2011; Izquierdo, 2013).

Aspectos metodológicos

El trabajo tiene como objetivo: caracterizar reflexiones de estudiantes del último año del profesorado de primaria, de una institución de gestión pública de la Ciudad de Buenos Aires, acerca de la enseñanza de las Ciencias Naturales. En la materia: "Taller de

diseño de Proyectos de Enseñanza de Ciencias Naturales” (2019-2021), del “Campo de la Formación en la Práctica Profesional”. El espacio del Taller está destinado a la producción de secuencias de enseñanza y su implementación como práctica docente. Participaron 31 estudiantes de profesorado (docentes en formación), que escribieron sus reflexiones a partir de un instrumento generado ad hoc denominado Diario de la práctica (DdP) (similar a las propuestas de Boszko y Rosa, 2020, 2021). Para recuperar experiencias y reflexiones sobre la implementación de la secuencia didáctica diseñada (Figura 1).

Antes de poner en juego tu planificación

- 1- Elegí una imagen que represente cómo te sentís en este momento. Escribí un breve párrafo de por qué elegiste esa imagen.
- 2- Anotá tres ideas que consideres importante tener en cuenta cuando pongas en práctica tu planificación. Estas ideas deben tener que ver con la especificidad de una clase de ciencias naturales.
- 3- ¿Cómo te han enseñado ciencias? ¿En qué se diferencia con lo que trabajamos en este taller y de la construcción de tu planificación? Proponé ejemplos.

Durante la puesta en juego de la planificación

- Hacé un relato de cada clase. Para ello, tené en cuenta lo siguiente:
- Incorporá aspectos positivos de tu actuación docente que quisieras preservar y aspectos negativos que quisieras modificar en tu futuro accionar docente. Para los aspectos negativos ¿Se te ocurren modos de modificarlos? ¿Cuáles? ¿Qué harías la próxima?
 - ¿Qué funcionó y qué no de tu secuencia? ¿Por qué te parece?
 - ¿Cumpliste los objetivos de la actividad? Si los cumpliste ¿cómo te diste cuenta? Si no los cumpliste ¿en qué creés que falló la actividad?
 - Describí problemas que hayas tenido y cómo los solucionaste. ¿Cómo los solucionarías si se presentaran otra vez?

- ¿Qué concepto/teoría trabajado en el profesorado te permite entender lo que pasó en algún momento de la clase? Lo ideal sería que estas reflexiones las analices apoyándote en la teoría. Podés tomar cualquier concepto que hayas trabajado en la cursada del profesorado (incluso tópicos de este taller). En todas las clases tené a mano la lista de ideas importantes para planificar en ciencias naturales y modificá lo que creas conveniente (tachá, agregá, complejizá). Marcá con colores la modificación e indicá por qué modificaste.

Al finalizar la puesta en juego de la planificación

- 1- Retomá el punto 2 del momento "Antes de poner en juego la planificación" ¿En qué medida considerarás que te sirvieron esas tres ideas? Si se te ocurren algunas otras que te podrían ayudar en próximas clases, escribílas.
- 2- ¿Cuáles eran tus concepciones sobre la enseñanza de las ciencias antes de pasar por este taller? ¿En qué medida se modificaron? Da ejemplos.
- 3- Escribí nuevas habilidades que hayas aprendido en el transcurso de este taller, en relación con diseñar actividades para enseñar ciencias naturales.

Figura 1. Consigna del Diario de la Práctica.

El análisis fue realizado desde un enfoque metodológico mixto cuya base se sustentó en el paradigma cualitativo, complementado con algunos aspectos cuantitativos.

En relación al paradigma de tipo cualitativo, (Flick, 2007) optamos por analizar las reflexiones a partir de un análisis temático (Braun y Clarke, 2013; Neuendorf, 2019). Con este método, se sistematiza y organiza el conjunto de datos. Buscamos patrones en estos, que estén relacionados con los objetivos de la investigación. Este tipo de análisis es heredero del análisis de contenido pero presta más atención a los aspectos cualitativos del material analizado.

El análisis temático involucra seis fases: (1) Familiarización con los datos, Las reflexiones de las estudiantes. (2) Generación inicial de códigos. Etiquetas que se ponen a los fragmentos de reflexiones, relevantes para responder las preguntas de investigación. Los códigos pueden provenir de un resumen de algún aspecto de la reflexión o describir su contenido; o surgir de los significados de los participantes o de la teoría. (3) Búsqueda de temas o categorías. Un tema o una categoría captura algo importante de los datos, en nuestro caso de las reflexiones, y representa algún patrón dentro del conjunto de datos. Se realiza a partir de identificar similitudes entre códigos, realizando clústeres de estos. (4) Revisión de temas o categorías. Se chequea la calidad y se los delimita. En esta etapa aparece la triangulación entre investigadores, (Flick, 2007) en nuestro caso, corresponde a los dos autores de este artículo. (5) Definición de los temas o categorías. (6) Escritura y comunicación de aquellos.

El aspecto cuantitativo consistió en calcular el porcentaje de docentes que realizaron las reflexiones. Agrupadas en subcategorías que se construyeron de la misma manera que explicitamos anteriormente.

Resultados y discusión

En esta sección presentaremos categorías y subcategorías emergentes construidas para caracterizar las reflexiones que realizaron las docentes en formación sobre la enseñanza de las Ciencias Naturales (Tablas 1 a 6). En las tablas se presenta el porcentaje de docentes en formación (31) que esbozaron reflexiones. Algunas de las categorías y subcategorías se ilustrarán con ejemplos empíricos analizados según la bibliografía tomados de los diarios de la práctica. Seleccionamos sólo algunos extractos específicos, lo que mejor representan la categoría analizada.

i) Reflexiones sobre la dificultad del uso del lenguaje científico en el aula

En esta categoría se incluyen reflexiones de las estudiantes que refieren al uso del lenguaje específico en la enseñanza de las Ciencias Naturales y sobre la necesidad de comunicarlo a niños y niñas a través de diversos modos de representación (Tabla 1).

Tabla 1. Reflexiones de las docentes en formación sobre dificultades en el uso del lenguaje científico en el aula.

Las docentes en formación reconocieron que:	% de docentes en formación
i)...durante el diseño de la planificación, el uso de narrativas resultó una forma de comunicación efectiva de contenidos de ciencias	13%
ii)...luego de la implementación de la secuencia didáctica, surgieron dificultades con el uso de representaciones y lenguaje científico.	6%
iii)...tuvieron dificultades para ligar el lenguaje científico utilizado y para comunicarlo con los modelos científicos.	6%
iv)...era necesario el uso de diversos y variados lenguajes para la enseñanza de las ciencias, y no solo al lenguaje verbal o el escrito.	6%
v)...el uso de narrativas le resultó dificultoso.	6%

En la Tabla 1 se puede ver que solo el 6% de las docentes en formación plantearon explícitamente que el uso de diversos lenguajes y representaciones sería una estrategia útil para la enseñanza de las ciencias naturales (subcategoría iv). El 13% que podrían usarse narrativas como recurso didáctico (subcategoría i). En el siguiente extracto del DdP de una futura docente se puede percibir la relevancia que le asigna al uso del lenguaje científico en el aula, y su relación con el lenguaje cotidiano:

"...la incorporación del lenguaje científico será un contenido a trabajar. Aprender ciencias implica la apropiación y aplicación de los lenguajes propios de cada una de ellas (...) diferentes del lenguaje de la cotidianidad de los estudiantes." (Renata)

Asimismo, Renata destaca la necesidad de abordar esa complejidad del lenguaje científico, pues su apropiación no es espontánea por parte de los niños:

"Cuando los alumnos me indicaron que usaron muchas palabras raras, yo les pedí que nos tomáramos unos minutos para pensarlas juntas y entender de qué estábamos hablando (...) eran palabras nuevas, que quizás nunca escucharon y que no era necesario que las repitieran sin entenderlas." (Renata).

En relación con las dificultades, que aparecieron con el uso del lenguaje científico en las aulas, solo 6% de las docentes en formación realizaron reflexiones explícitas (subcategoría iii). El siguiente extracto de la misma docente es un ejemplo relevante:

"Una cuestión que me genera dudas es el tema del lenguaje científico: determinar cuál es el momento adecuado para introducirlo parece ser el tema a resolver, (...). considero que no importa tanto la palabra sino el significado que le asignamos a la misma. (...) "adaptación" fue usada indistintamente por los niños, pero no había una comprensión profunda de lo que significa" (Renata).

La reflexión de Renata permite recuperar los modos en que los estudiantes construyen sus discursos incorporando el lenguaje científico. En este sentido, las investigaciones muestran que la gran mayoría de los estudiantes emplea espontáneamente lenguaje ambiguo en sus explicaciones. Aunque, gran parte de estas explicaciones son científicamente incorrectas. Así, es importante considerar que cuando los niños están aprendiendo nuevos conceptos científicos incorporan los términos a sus explicaciones (nombrándolos o imitándolos) sin comprender el significado de aquello que dicen. Pero esta situación no parecería ser negativa, ya que acuerda con el principio general de que el aprendizaje del significado de las palabras (Stahl, 2003 citado en Rector et al., 2013) es un proceso incremental que ocurre a través del tiempo con múltiples exposiciones a ese lenguaje.

Renata plantea una inquietud genuina, acerca de dificultades para conciliar el lenguaje de los alumnos, sustentada culturalmente en el lenguaje cotidiano y del sentido común, con el lenguaje científico, basado en los modelos científicos escolares, una problemática central en la enseñanza de las ciencias naturales (Lemke, 1997).

ii) Reflexiones sobre el dominio conceptual de los contenidos

En esta categoría se incluyen reflexiones de las estudiantes que refieren a la necesidad de conocer los contenidos científicos que se enseñan. Así, también, como su desconocimiento supone inseguridades y temores al presentarlos en el aula (Tabla 2).

Tabla 2. Reflexiones de las docentes en formación sobre el dominio conceptual de los contenidos.

Las futuras docentes reconocieron que...	% de docentes en formación
i)...para enseñar un contenido necesitan dominarlo conceptualmente.	19%
ii)...habían cometido errores conceptuales en la implementación de la planificación y hacerlos conscientes promovió aprendizajes de ciencias.	10%
iii)...se sienten inseguras al enseñar temas desconocidos.	6%

El 19% de las docentes en formación mencionan que sólo se sienten seguras para enseñar contenidos si los dominan conceptualmente (subcategoría i). Algo ya relevado en otros trabajos en una población similar (García-Ruiz y Sánchez Hernández, 2006).

Algunos ejemplos empíricos de esta categoría son lo que siguen a continuación:

"(...) el dominio del contenido fue fundamental en las clases, ya que más allá del contenido específico, les estudiantes solían realizar preguntas o conjeturas que eran necesarias responder desde un 'nivel más alto' de conocimiento." (Milena)

"Necesité reforzar mis conocimientos adquiridos durante mi formación docente y al momento de poner en práctica mi secuencia didáctica me sentía segura y respaldada por mis conocimientos previos en ciencias naturales". (Carmen)

Estas reflexiones son relevantes para repensar la formación de docentes de nivel primario. En donde las docentes deben actuar como generalistas y abarcar una gran cantidad de saberes y extensos diseños curriculares. Por lo que abordarán la enseñanza de modelos científicos que no dominan y que tendrán que aprender por su cuenta como declara Carmen. Esto es problemático si consideramos la contraintuitividad de los conceptos científicos y la dificultad de su aprendizaje (Gonzalez Galli, 2020; Pozo, 2014; Vosniadou, 2013). En este punto, el apoyo institucional y el trabajo cooperativo entre docentes puede ser una estrategia para promover que las docentes aborden temas desconocidos por su cuenta sin que esto bloquee la enseñanza (Pérgola y Galagovsky, 2020).

El 10% de las docentes en formación reconocieron haber cometido errores conceptuales ligados con los temas que tenían que enseñar (subcategoría ii). Y que haberlos detectado, haciéndolos conscientes como "falencias" conceptuales, les sirvió como motivación para aprender por su cuenta sobre esos temas. Esto habilita una interesante reflexión acerca de la valoración del error durante la enseñanza y el aprendizaje de conceptos científicos. En lugar de considerar el error como algo descalificador de docentes y estudiantes, que debe evitarse o corregirse -lo cual inhibirá a los estudiantes y los conducirá a ocultar su forma de pensar ante el temor de cometer errores y quedar expuestos- es necesario

asumir la equivocación como parte natural de todo proceso cognitivo y social (Astolfi, 1999). El extracto del diario de Renata que se presenta a continuación presenta reflexiones relevantes sobre el tratamiento didáctico del error:

“Creo que no se puede forzar el aprendizaje de un contenido. Los niños necesitaban más tiempo. Había fallas, errores graves de concepto que uno esperaría que ya no estuvieran. El niño que dice que el mar es un ser vivo porque tiene movimiento... ahí hay que hacer una revisión, ir para atrás un poco. Lamentablemente, en la escuela parece que vamos siempre para adelante. Así, se acumulan en las carpetas, hojas y hojas con palabras que se las lleva el viento.” (Renata)

iii) Reflexiones sobre la actividad experimental

En esta categoría se incluyen reflexiones de las docentes en formación que refieren a que los experimentos son necesarios para enseñar Ciencias Naturales (Tabla 3).

Tabla 3. Reflexiones de las futuras docentes sobre la actividad experimental.

Las futuras docentes consideraron que...	% de docentes en formación
i)...los experimentos son reveladores para los niños, pues permiten aprendizajes por comprobación de hechos experimentales.	26%
ii)...durante el diseño de la planificación, las actividades experimentales eran fundamentales para enseñar Ciencias Naturales.	13%
iii)...durante su escolaridad el laboratorio era utilizado para comprobar teoría que habían visto en clase o para experiencias demostrativas	10%
iv)...lo que más recuerdan de las clases de ciencias naturales de su propia escolaridad, es usar el laboratorio para hacer experimentos.	6%
v)...durante su escolaridad las clases de ciencias eran teóricas y no recuerdan haber ido al laboratorio o haber realizado experimentos.	6%

Resaltamos que más del 30% de las docentes en formación explicitaron que consideran fundamental diseñar actividades experimentales para enseñar Ciencias Naturales (subcategorías i y ii), como puede verse en el siguiente extracto:

“...incluí la mayor cantidad de experiencias directas que los alumnos pudieran tener. Las clases de Ciencias Naturales deben incluir experimentos a partir de las cuales se pueden observar, manipular, conocer, analizar y trabajar los contenidos” (Patricia).

Patricia enfatiza que: “las clases de Ciencias Naturales deben incluir experimentos”. Lo que parecería ser parte irrenunciable de los procesos de enseñanza de las Ciencias Naturales. El 26% de las próximas docentes supusieron que hacer experimentos

demostrativos o promover experimentos, para comprobar teoría o deducirla a partir de lo observado, eran suficientes para que hubiera aprendizaje de ciencias (subcategoría i), lo cual puede verse en el siguiente ejemplo de un futuro docente:

"El objetivo fue experimentar el cambio de un huevo sumergido durante una semana en Coca Cola, para hacer una analogía con los dientes. No les conté el experimento, para aprovechar lo nutritivo de la anticipación del experimento y construir hipótesis sobre qué sucedería con dicho huevo. (...) Había mucha expectativa de parte de los alumnos (...) Primero recuperamos todas las hipótesis iniciales y luego retiramos juntos el huevo de la Coca Cola. Se los presenté para que pudiesen observarlo. (...) establecieron que había pasado: tenía olor a Coca Cola y, comparado con el huevo original. Les pregunté qué pasaría con sus dientes si los tuviesen siempre sucios de Coca Cola y no se los limpiasen. Ellos mismos utilizaron el experimento para concluir que los dientes se pondrían negros, débiles, se romperían y que tendrían mal olor. Sistematizamos en el cuaderno" (Gabriel).

Reflexiones como estas podrían ser una expresión de una visión empiroinductivista. Donde se resalta el rol de la observación y la experimentación, asumiéndolos como la parte fundamental con la que se hace ciencia. Y por ende, cómo se aprende, un modelo de ciencia en crisis hace varias décadas (Izquierdo et al., 1999).

Nos preguntamos aquí si no existe una mirada ingenua de la actividad experimental en el aula. Que supondría que los alumnos podrían aprender ciencia inductivamente a partir de la experimentación, sin necesidad de problematizar y modelizar lo que ocurre en dichas actividades experimentales.

iv) Reflexiones sobre la naturaleza de la ciencia

En esta categoría se incluyen aquellas reflexiones de las docentes en formación concernientes a una reflexión epistemológica sobre la ciencia (Tabla 4).

Tabla 4. Reflexiones de las docentes en formación sobre la naturaleza de la ciencia

Las futuras docentes consideraron que...	% de docentes en formación
i)...la ciencia es una actividad dinámica a lo largo de la historia, donde existen controversias y no existe una acumulación lineal	19%
ii)...la actividad científica admite las incertidumbres en el conocimiento científico y es necesario presentar esta imagen al enseñar ciencias.	13%
iii)...la actividad científica no implica únicamente realizar "descubrimientos" sino también explicar y modelizar fenómenos	10%
iv)...los modelos científicos son una parte fundamental de la actividad científica a lo largo de la historia.	10%
v)...durante su escolaridad, no hubo referencias a temáticas de género, y la enseñanza de las ciencias fue descontextualizada	10%
vi)...es necesario presentar una imagen de ciencia en la escuela que admita la diversidad cultural y de género.	10%

Las docentes en formación reflexionaron sobre la importancia de mostrar una perspectiva epistemológica moderna. La ciencia construye modelos explicativos, no se construye solo por hombres, sino que es una construcción colectiva. Pareciera haber una intencionalidad de correrse de la perspectiva tradicional, aunque luego esto se dificulte en la práctica. A continuación, se presentan algunos extractos como ejemplos:

"La ciencia no descubre la realidad a partir de la observación, sino que se aproxima a la misma construyendo modelos (...que) no son la realidad sino aproximaciones que permiten comprender porciones de la misma. Cada representación proporciona una perspectiva de los hechos, por lo que en cualquier caso siempre es parcial e imprecisa. Sin embargo, las personas organizadas alrededor de una comunidad científica son capaces de llegar a acuerdos sobre cuáles son los modelos que mejor se ajustan a esa realidad cuando se mira de una determinada perspectiva." (Carmen)

"...(la idea era) aproximarse a una ciencia que construye modelos explicativos en base a las pruebas, y no una ciencia que "descubre" u observa cosas. Esto les llamó mucho la atención a les estudiantes. (...) transmitir un modelo de ciencia cambiante, en proceso de construcción permanente, atravesada por intereses sociales." (Milena)

Es destacable que, a pesar de mencionar que las estudiantes podrían tener miradas ingenuas sobre la experimentación escolar posiblemente sustentadas en su biografía escolar (Alliaud, 2003), otras ideas son acordes con miradas epistemológicas actuales recomendadas para la formación docente y los docentes profesionales (Adúriz-Bravo, 2008; Adúriz-Bravo y Pujalte, 2020; Amador-Rodríguez et al., 2023).

v) Reflexiones sobre el rol de las ideas previas

En esta categoría se incluyen aquellas reflexiones de las estudiantes sobre el rol de las ideas previas en la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales (Tabla 5).

Tabla 5. Reflexiones de las docentes en formación sobre el rol de las ideas previas.

Las futuras docentes consideraron que es necesario...	% de docentes en formación
i)...diseñar actividades que tengan en cuenta las ideas previas de los alumnos como parte fundamental del proceso de aprendizaje.	68%
ii)...poner en duda las ideas previas de los estudiantes y confrontarlas para que exista aprendizaje.	23%

A continuación, presentaremos algunos ejemplos sobre el rol de las ideas previas:

"Una idea que tenía antes de pasar por el taller era planificar desde las ideas

previas de los alumnos, retomándolas y enriqueciéndolas. Volviendo una y otra vez a ellas y avanzando en las actividades para ir sumando. (...) se parte desde la explicación posible que dan las y los alumnos sobre un tema, como punto de partida. (...) Me parece un modelo interesante e importante para darle el protagonismo a las y los alumnos. Teniendo así más participación, se involucran en la secuencia con un rol activo" (Diana).

"...antes creía que las ideas previas eran solamente puntos de partida que solo servían como insumo para conocer lo que sabían y que no se retomaban demasiado a lo largo de la secuencia. Hoy entiendo que estas ideas previas darán pie a las nuevas ideas y que será necesario que no estén tan alejadas del punto de partida al nivel de que esto imposibilite apropiarse de ellas, ni tampoco ser tan cercanas como para que no permitan que la construcción de nuevos aprendizajes sea significativos" (Paula).

Las reflexiones de Diana y Paula son ejemplo de muchas otras reflexiones similares. Las docentes en formación explicitan que antes de la práctica docente, declaraban que había que conocer o retomar las ideas previas de las y los niños y enriquecerlas. Sin embargo, en el momento de la práctica docente es cuando el trabajo didáctico sobre las ideas previas se torna relevante. En el caso de Diana cobra sentido desde el marco de la "modelización escolar" (Gómez Galindo, 2005). Creemos que este marco ofrece un modo de entender a las ideas previas como puntos de partida de los procesos de modelización, a la vez que ofrece algunas estrategias para pensar en su progresión (Acher et al., 2007; Clement y Rea-Ramírez, 2008; Gilbert y Boulter, 2000; Justi et al., 2011; Svoboda y Passmore, 2013).

El 23% de las docentes en formación consideran que las ideas previas de los alumnos deben ser confrontadas como se muestra en los siguientes ejemplos:

"Rescato como positivo generar un espacio de intercambio en el que los alumnos explicaron y argumentaron los fenómenos observados. Lo que agregaría en el intercambio, sería tratar de contraponer o poner en duda lo que decía cada uno para que argumenten con mayor intensidad sus ideas previas" (Ricardo).

"A pesar del genuino interés de les estudiantes por el tema, era necesario poner en juego y en jaque esas ideas que ellxs ya traían" (Zoe).

Las y los docentes en formación no profundizan cómo "poner en jaque" o "en duda" las ideas de los niños. Pero suponemos que sería una estrategia para promover el conflicto cognitivo. Advertimos que poner en duda los modelos mentales de los alumnos o la simple confrontación entre modelos del alumnado versus modelos científicos no es suficiente para que haya aprendizaje. Si no, que el conflicto cognitivo debería generarlo el propio sujeto que aprende y debe ser siempre consciente para que sea motivador. Un sujeto que no toma consciencia sobre informaciones contradictorias entre sí estaría poniendo en evidencia un aprendizaje memorístico, aislado. En el que no se detectarían contradicciones entre los fenómenos del mundo real y los modelos mentales para explicarlos. Hacer consciente

un conflicto cognitivo promueve reconocer desconocimientos y superarlos con nuevos aprendizajes (Duit, 2006; Gómez Galindo, 2008; Pérgola y Galagovsky, 2021).

Conclusiones

Al comenzar esta investigación, consideramos que los y las docentes en formación de primaria suelen estar en situaciones donde se promueve la reflexión. Pero nos preocupaba particularmente cómo eran esas reflexiones sobre aspectos de la enseñanza de las ciencias naturales. Para ello, planteamos indagar sus reflexiones a partir de un instrumento elaborado para esta instancia (el DdP).

El análisis de las reflexiones presentadas por 31 docentes en formación permitió justificar nuestra hipótesis inicial acerca de que estaban orientadas por el sentido común y por sus biografías escolares (Alliaud, 2003). Sin embargo, también encontramos reflexiones más específicas sobre la enseñanza de las ciencias naturales: docentes en formación tienden a reflexionar acerca de la dificultad de enseñar contenidos que no han sido abordados en su formación inicial. Acerca de las dificultades respecto de la enseñanza del lenguaje científico. Sobre el rol de la actividad experimental en la enseñanza de las ciencias naturales. Relativo a las perspectivas respecto de la naturaleza de las ciencias que atraviesan sus producciones didácticas. En referencia al rol de las ideas previas en los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

Si bien algunas de las reflexiones que hicieron revelan poco bagaje teórico que las sustente (como las reflexiones sobre la experimentación), al mismo tiempo emerge la necesidad de despegarse de una enseñanza tradicional de las ciencias. Presentamos reflexiones potentes para evaluar su propia práctica docente en ciencias naturales. En este sentido la visión de ciencia que sostendrían sería más cercana a las miradas epistemológicas actuales (Adúriz-Bravo, 2008; Adúriz-Bravo y Pujalte, 2020; Amador-Rodríguez et al., 2023). También encontramos que la perspectiva didáctica sobre el rol de las ideas previas de los niños en la enseñanza de las ciencias naturales cobra un nuevo sentido en la práctica misma; más coherente con las perspectivas teóricas actuales (De Vecchi y Giordan, 2006; Gómez Galindo, 2008). Consideramos que este tipo de reflexiones, son más bien específicas y se diferencian de otros ámbitos, como el pedagógico, o desde la didáctica general aplicables indistintamente a otras áreas del conocimiento.

Planteamos que podría existir una progresión en las reflexiones de las propias docentes. Desde un estilo de enseñanza cercana a lo tradicional, hacia un estilo deseado que integraría estrategias didácticas, aspectos de naturaleza de las ciencias, y otros marcos teóricos actuales de la Didáctica de las Ciencias Naturales. Entendemos que este proceso progresivo suele ser difícil, porque la biografía escolar de las docentes en formación forma parte de su vida cotidiana. Es por eso que, destacamos la importancia de reflexionar explícitamente sobre estas cuestiones y ligarlas a la especificidad de la enseñanza de las ciencias naturales. De manera que, a lo largo de la formación inicial pero también de su ejercicio profesional, reelaboren sus ideas sobre enseñar ciencias, aproximándolas a los nuevos planteamientos de la investigación en didáctica de las ciencias naturales (Alliaud,

2003; Angulo Delgado y García Rovira, 1999).

En este aspecto, valoramos el instrumento "diario de la práctica" desarrollado ad hoc pues resultó de utilidad para promover que las estudiantes de profesorado explicitaran reflexiones de carácter reflexivo. Aquellos relacionados con aspectos de Ciencias Naturales. Dadas las categorías obtenidas en base a este instrumento podría ser revisado y mejorado de manera de fomentar mayor especificidad en las reflexiones.

Asimismo, proponemos que las categorías desarrolladas podrían resultar de ayuda para orientar actividades de materias de formación inicial, donde se proponga el análisis reflexivo de las prácticas docentes sobre la enseñanza de las Ciencias Naturales. Ya que podrían ser útiles para estructurar las reflexiones y mejorarlas en el sentido de lograr dotarlas de especificidad.

Esto último habilita a considerar una conclusión más general, relacionada con la orientación de las propuestas de reflexión de la práctica docente. Tanto en su etapa de formación inicial como en la de desarrollo profesional: la indagación sobre reflexiones docentes debe estar particularmente orientada por las áreas disciplinares (en este caso las Ciencias Naturales). De otro modo, lo que aparecen son reflexiones de tipo más generales relacionadas con lo pedagógico o la didáctica general. Si las reflexiones sólo proceden de estos últimos campos será difícil romper con las formas tradicionales de dar clases de Ciencias Naturales. Inclusive en docentes en formación que desean alejarse de estos modos tradicionales. Creemos que si no hay herramientas conceptuales de la didáctica específica de las ciencias naturales, que ayuden a reflexionar y repensar dichas ideas, emergerá nuevamente la biografía escolar (a menudo de forma inconsciente). Acordamos con Boszko y Rosa (2021), que si queremos que las reflexiones sean metacognitivas e impacten en la formación, debemos guiarlas y a esto, agregamos orientarlas con marcos teóricos de las didácticas específicas.

Este trabajo abre nuevas líneas de indagación sobre la reflexión respecto de la práctica docente en docentes en formación de nivel primario. Queda pendiente un análisis más exhaustivo, para indagar acerca de la caracterización de estilos docentes y la progresión entre unos y otros por parte de las actuales estudiantes de profesorado de primaria. Así como, sobre la implementación efectiva de lo que declaran en sus reflexiones.

Consideramos que este trabajo nos permitió sacar conclusiones valiosas sobre la reflexión sobre la práctica docente. Mediante el desarrollo de instrumentos de relevamiento de reflexiones específicas y desafíos para desarrollar nuevas investigaciones. Este aspecto resulta de particular interés porque apunta a mejorar y fortalecer el análisis reflexivo sobre las prácticas docentes en su etapa de formación inicial. La que consideramos una herramienta indispensable para fomentar prácticas de autoevaluación sobre la propia práctica durante el posterior desarrollo profesional docente.

Referencias Bibliográficas

- Acher, A., Arcà, M., y Sanmartí, N. (2007). Modeling as a teaching learning process for understanding materials: A case study in primary education. *Science Education*, 91 (3), 398-418. doi.org/10.1002/sce.20196
- Adúriz-Bravo, A. (2008). La naturaleza de la ciencia. En C., Merino Rubilar, A. Gómez Galindo y A. Adúriz-Bravo, (Coords.), *Áreas y Estrategias de Investigación en la Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 115-129). Universitat Autònoma de Barcelona: Barcelona.
- Adúriz-Bravo, A. y Aymerich-Izquierdo, M. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 4(1), 40-49.
- Adúriz-Bravo, A. y Pujalte, A. (2020). Social Images of Science and of Scientists, and the Imperative of Science Education for All. En H. Yacoubian y L. Hansson (Eds.), *Nature of Science for Social Justice* (pp. 201-224). Switzerland: Springer.
- Alfageme González, M. (2007). *El portafolio reflexivo: metodología didáctica en el EEES*. Educatio siglo XXI, 25.
- Alliaud, A. (2003). *La biografía escolar en el desempeño profesional de los docentes noveles* (tesis de doctorado). Universidad de Buenos Aires. FFyL. Argentina.
- Amador-Rodríguez, R., Cobo, J., Lozano, E., Nisperuza, E. y Adúriz-Bravo, A. (2023). Visiones sobre la naturaleza de la ciencia en docentes: Pistas para pensar cambios en su formación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 20(1). https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i1.1601
- Angulo Delgado, F. y García Rovira, P. (1999). Aprender a Enseñar Ciencias: Una propuesta basada en la Autorregulación. *Revista Educación y pedagogía*, 11(25), 67-86.
- Astolfi, J. P. (1999). *El "error", un medio para enseñar*. Sevilla: Díada.
- Bahamonde, N. y Gómez Galindo, A. (2016). Caracterización de modelos de digestión humana a partir de sus representaciones y análisis de su evolución en un grupo de docentes y auxiliares académicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(1), 129-147. dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1748
- Boszko, C. y Rosa, C.T.W. (2020). Diários Reflexivos: definições e referenciais norteadores. *Revista Insignare Scientia-RIS*, 3(2), 18-35.
- Boszko, C. y Rosa, C.T.W. (2021). Diários de aprendizagem como ferramenta metacognitiva: análise dos registros produzidos por professores de física em formação inicial. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 14(1), 479-500. <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2021.e73011>
- Braun, V. y Clarke, V. (2013). *Successful qualitative research: A practical guide for beginners*. Los Ángeles: Sage.
- Clement, J. y Rea-Ramirez, M. (2008). *Model Based Learning and Instruction in Science*. Dordrecht: Springer
- Cornejo, J. y Fuentealba, R. (2008). *Prácticas reflexivas para la formación profesional docente: ¿qué las hace eficaces?*. Santiago de Chile: Ediciones UCSH.
- Davini, C. (1995) *La formación docente en cuestión: política y pedagogía*. Buenos Aires: Paidós.
- De Vecchi, G. y Giordan, A. (2006). *Guía práctica para la enseñanza científica*. Sevilla:

Díada Editorial.

- Diker, G., y Terigi, F. (2008). *La formación de maestros y profesores: hoja de ruta* (3er edición). Buenos Aires: Paidós.
- Duit, R. (2006). Enfoques del cambio conceptual en la enseñanza de las ciencias. En W. Schotz, S. Vosniadou y Carretero, M. (Comps.), *Cambio conceptual y educación* (pp. 219-250). Buenos Aires: Aique.
- Edelstein, G. (2000). El análisis didáctico de las prácticas de la enseñanza. Una referencia disciplinar para la reflexión crítica sobre el trabajo docente. *Revista del IICE*, 13 (17), 3-22. <http://repositorio.filo.uba.ar/handle/filodigital/6625>
- Edelstein, G. (2011). *Formar y formarse en la enseñanza*. Buenos Aires: Paidós.
- Flick, U. (2007). *Introducción a la investigación cualitativa*. Madrid: Morata.
- García-Ruiz, M. y Sánchez Hernández, B. (2006). Las actitudes relacionadas con las ciencias naturales y sus repercusiones en la práctica docente de profesores de primaria. *Perfiles educativos*, 28(114), 61-89.
- Gilbert, J. y Boulter, C. (2000). *Developing Models in Science Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Gilbert, J.K., Bulte, A.M.W. y Pilot, A. (2011). Concept Development and Transfer in Context-Based Science Education. *International Journal of Science Education*, 33(6), 817-837. doi.org/10.1080/09500693.2010.493185
- Gómez Galindo, A. (2005). *La construcción de un modelo de ser vivo en la escuela primaria: una visión escalar* (Tesis doctoral). Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona. <https://ddd.uab.cat/record/38225>
- Gómez Galindo, A. (2008). Las Concepciones Alternativas, el cambio conceptual y los modelos explicativos del alumnado. En C. Merino Rubilar, A. Gómez Galindo y A. Aduriz-Bravo. (Coords.), *Áreas y Estrategias de Investigación en la didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 17-38). Universitat Autònoma de Barcelona: Barcelona.
- González Galli, L. (2020). Enseñanza de la Biología y pensamiento crítico: la importancia de la metacognición. *Revista de Educación en Biología*, 22 (2), 4-24.
- Imbernón, F. (2007). *La formación y el desarrollo profesional del profesorado. Hacia una nueva cultura profesional*. Barcelona: Graó.
- Izquierdo, M. (2013). Consideraciones acerca de la diferencia entre 'contexto del alumno' y 'contexto de modelización científica escolar' y de las dificultades que de ella se derivan. *Perspectives Sobre El Context En Educació Científica: Aproximacions Teòriques Implicacions per a La Pràctica Educativa*, 20-31.
- Izquierdo, M., Espinet, M., García, M.P., Pujol, R.M. y Sanmartí, N. (1999). Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, 79-91.
- Justi, R., Chamizo Guerrero, J.A., García Franco, A. y Figueirêdo, K. (2011). Experiencias de formación de profesores de ciencias latinoamericanos sobre modelos y modelaje. *Enseñanza de las Ciencias*, 29 (3), 413-426. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/247900>
- Lemke, J. (1997). *Aprender a hablar ciencia*. Barcelona: Paidós.
- Monereo, C., Castelló, M., Clariana, M., Palma, M. y Pérez, M. (2012). *Estrategias de enseñanza y aprendizaje* (2º ed). Barcelona: Grao.
- Neuendorf, K. (2019). Content analysis and thematic analysis. En P. Brough (Ed.), *Research*

methods for applied psychologists: Design, analysis and reporting (pp. 211-223). New York: Routledge.

Nocetti, A. (2015) *Experiencia de reflexión de estudiantes de Pedagogía en Educación Media en Biología y Ciencias Naturales en las asignaturas de Prácticas Pedagógicas y Profesional en una universidad de la región del Bio Bio, Chile* (Tesis doctoral). Universidad de Barcelona.

Pérez, G., Gómez Galindo, A.A. y González Galli, L. (2018) Enseñanza de la evolución: fundamentos para el diseño de una propuesta didáctica basada en la modelización y la metacognición sobre los obstáculos epistemológicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(2), 2102. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i2.2102

Pérez, G. y González Galli, L. (2020). Una posible definición de metacognición para la enseñanza de las ciencias. *Investigações em Ensino de Ciências*, 25(1), 384-404.

Pérgola, M. S., y Galagovsky, L. (2020). Enseñanza en contexto: la importancia de revelar obstáculos implícitos en docentes. *Enseñanza de las Ciencias*, 38(2). <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2822>

Pérgola, M. y Galagovsky, L., (2021). Models, languages and representations: philosophical reflections driven from a research on teaching and learning about cellular respiration, *Foundations of Chemistry*, e-ISSN: 1572-8463, ISSN: 1386-4238. <https://doi.org/10.1007/s10698-022-09444-9>

Perez, G., Gómez Galindo, A. y González Galli, L. (2022). Metacognitive Regulation of Essentialism in the Teaching of Evolution. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 18(4), e2295. <https://doi.org/10.21601/ijese/12223> Perrenoud, P. (2004). Desarrollar la práctica reflexiva en el oficio de enseñar: profesionalización y razón pedagógica. Barcelona: Graó.

Pozo, J. (2014). *Psicología del Aprendizaje Humano: Adquisición de conocimiento y cambio personal*. Madrid: Morata.

Rector, M., Nehm, R. y Pearl, D. (2013). Learning the language of evolution: lexical ambiguity and word meaning in student explanations. *Research in Science Education*, 43 (3), 1107-1133. doi.org/10.1007/s11165-012-9296-z

Revel Chion, A. y Adúriz-Bravo, A. (2014). ¿Qué historias contar sobre la emergencia de enfermedades? El valor de la narrativa en la enseñanza de las ciencias, *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (36), 47-60.

Sáez Bondía, M. y Cortés Gracia, Á.L. (2019). ¿Cómo evaluar la reflexión sobre la práctica docente? Un ejemplo en la formación inicial del profesorado de Biología y Geología. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 37, 127-146. doi: 10.7203/DCES.37.14797

Schön, D. (1998). *El profesional reflexivo. Cómo piensan los profesionales cuando actúan*. Madrid: Paidós.

Sensevy, G., Tiberghien, A., Santini, J., Laubé, S., y Griggs, P. (2008). An epistemological approach to modeling: Cases studies and implications for science teaching. *Science Education*, 92 (3), 424-446. doi.org/10.1002/sce.20268

Svoboda, J. y Passmore, C. (2013). The Strategies of Modeling in Biology Education. *Science and Education*, 22, 119-142. doi.org/10.1007/s11191-011-9425-5

- Valbuena Ussa, E.O. (2011). Hipótesis de progresión del conocimiento biológico y del conocimiento didáctico del contenido biológico. Parte I: referentes teóricos. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 30, 30-52.
- Vosniadou, S. (2013). Model based reasoning and the learning of counter-intuitive science concepts. *Infancia y Aprendizaje*, 36(1), 5-33. doi.org/10.1174/021037013804826519
- Zohar, A. y Barzilai, S. (2013). A review of research on metacognition in science education: current and future directions. *Studies in Science Education*, 49(2), 121-169. doi.org/10.1080/03057267.2013.847261