

**Un ciclo de diseño, implementación y evaluación de una Unidad Didáctica sobre  
Naturaleza de la Ciencia que integra la modelización de fenómenos electrostáticos para  
la formación docente de Nivel Inicial**

Lozano Eduardo  
Universidad Nacional de Río Negro  
[ceie@unrn.edu.ar](mailto:ceie@unrn.edu.ar)

Orlandini María Laura  
Universidad Nacional del Comahue  
[lauraorlandini85@gmail.com](mailto:lauraorlandini85@gmail.com)

**Línea temática:** Didáctica de las Ciencias Naturales en la Educación Superior  
**Modalidad:** 2

### **Resumen**

La asignatura Ciencias Naturales y su Didáctica del Plan de estudio del Profesorado de Nivel Inicial de la Universidad Nacional del Comahue, ubicada en Río Negro-Argentina, es un trayecto de formación que debe integrar aspectos disciplinares y metacientíficos. Sin embargo, ambos se presentan de manera fragmentada lo cual genera inconvenientes. El siguiente plan de tesis, aprobado por la comisión evaluadora, para el Doctorado en Enseñanza de las Ciencias tiene como objetivo analizar el diseño, implementación y evaluación de una unidad didáctica (UD) en ciclos iterativos, que integre aspectos de Naturaleza de la Ciencia (NOS) y disciplinares a la hora de modelizar fenómenos electrostáticos. La escasez en investigaciones sobre formación docente y sus concepciones sobre la actividad científica, llevan a plantear dicha investigación con el fin de aportar datos acerca de enseñar con un enfoque explícito y reflexivo temas sobre NOS integrados con modelos disciplinares.

### **Palabras clave**

Formación docente de Nivel Inicial. Naturaleza de la Ciencia. Unidad Didáctica. Integración línea disciplinar y metacientífica. Actividad Científica Escolar (ACE).

### **Objetivos**

- Diseñar, implementar y evaluar en un ciclo iterativo, una UD para la formación del profesorado de nivel inicial, que integre modelización metacientífica y disciplinar, sobre fenómenos electrostáticos, y propicie la reflexión metacognitiva sobre sus implicancias didácticas.
- Interpretar los procesos de modelización llevados a cabo por las y los estudiantes y las reflexiones producidas sobre sus implicancias didácticas.

## Introducción

En el Plan de Estudios para la formación del profesorado de Nivel Inicial (NI) perteneciente a la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional del Comahue, el espacio curricular Ciencias Naturales y su Didáctica corresponde al segundo año de la carrera. Cuenta con 6 horas semanales, entre clases teórico-prácticas, lo que equivale a 96 horas cuatrimestrales. Dicha asignatura consta de un bloque didáctico y un bloque disciplinar cuyos contenidos mínimos a abordar son: Bloque didáctico: ¿Qué se entiende por Ciencias Naturales? La concepción de ciencia y sus implicancias en la práctica docente. ¿Qué intencionalidad tienen las prácticas docentes en el área de Ciencias Naturales? Necesidad de abordar contenidos escolares del área de Ciencias Naturales. ¿Cómo aprenden los alumnos? Aportes que promueven la construcción del conocimiento infantil. ¿Cómo enseñar Ciencias Naturales? Propuestas de intervención educativa. ¿Cómo integrar contenidos? Relaciones con otros campos del conocimiento. Bloque disciplinar. Los procesos físicos y químicos del mundo natural. Los procesos vitales. El cuerpo humano y la salud. El medio natural. Los seres vivos y el ambiente. Relaciones y cambios. Esta propuesta implica el trabajo integrado de los contenidos del campo de la didáctica y de los contenidos de la Física, Química y Biología.

Se encuentra así, que durante este trayecto de formación se presentan de manera fragmentada los contenidos de la formación en didáctica de las ciencias con los contenidos de la formación disciplinar (ver figura 1). Esto genera varios inconvenientes, por un lado, queda a cargo de las y los estudiantes poder vincular los saberes disciplinares con la forma en la que los mismos fueron construidos. Además, el cómo transitan las concepciones sobre Naturaleza de la Ciencia (NOS) influye en sus futuras prácticas a la hora de tomar decisiones sobre la enseñanza de las ciencias naturales en el nivel inicial.

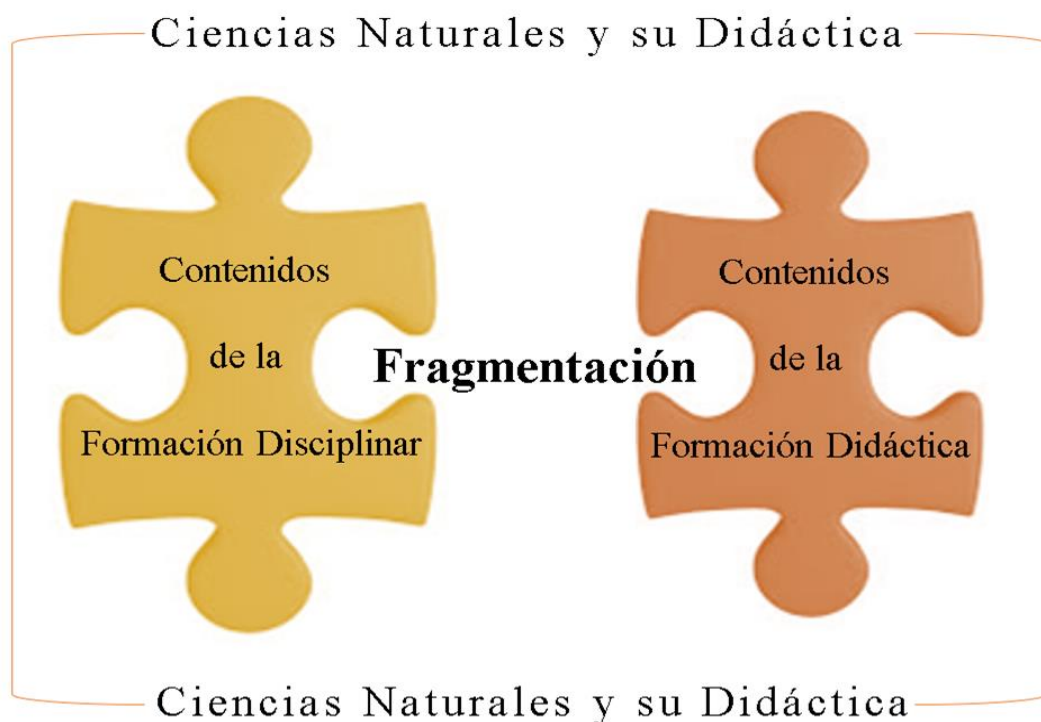


Figura 1: Fragmentación entre los contenidos didácticos y metacientíficos en la asignatura Ciencias Naturales y su Didáctica del Profesorado de Nivel Inicial.

A continuación, se explicitan las preguntas de investigación con los respectivos objetivos planteados para este trabajo:

*¿Es posible integrar la formación metacientífica y disciplinar en las y los estudiantes de profesorado y propiciar la reflexión didáctica mediante el diseño UD's? ¿Cuáles son los elementos teóricos y de práctica educativa que deben considerarse?*

- Diseñar, implementar y evaluar en un ciclo iterativo, una UD para la formación del profesorado de nivel inicial, que integre modelización metacientífica y disciplinar, sobre fenómenos electrostáticos, y propicie la reflexión metacognitiva sobre sus implicancias didácticas.

- Interpretar los procesos de modelización llevados a cabo por las y los estudiantes y las reflexiones producidas sobre sus implicancias didácticas.

*¿Qué elementos constitutivos de la historia del modelo electrostático pueden ser útiles para contextualizar la enseñanza metacientífica y disciplinar integrada?*

- Desarrollar un encuadre histórico-epistemológico que dé cuenta de la producción de diferentes modelos explicativos sobre fenómenos electrostáticos, con el objeto de identificar diversos elementos que puedan ser insumos para la elaboración de actividades metacientíficas y disciplinares en a UD.

*¿Cuáles son las ideas claves metacientíficas y disciplinares a las que deberán aproximarse las y los estudiantes al finalizar la UD?*

- Elaborar ideas claves metacientíficas y disciplinares, a partir del encuadre histórico-epistemológico, para el desarrollo de la UD.

*¿Qué actividades son las que permitirán la modelización inicial e intermedia y la construcción de modelos de arribo en los ejes metacientífico y disciplinar?*

- Diseñar las actividades específicas de la UD, en el marco de la Actividad Científica Escolar para la modelización en el eje metacientífico y el disciplinar y establecer sus interacciones.

*¿Qué actividades destinadas a la metacognición y la autorregulación darán lugar a reflexiones didácticas sobre el trabajo realizado en la UD?*

- Diseñar las actividades para propiciar la reflexión didáctica de las y los estudiantes sobre la experiencia realizada.

*¿Qué modelizaciones llevaron a cabo en la UD y que proximidad tienen los modelos de arribo con las ideas claves?*

- Analizar e interpretar los procesos de modelización llevados a cabo y evaluar su vinculación con las ideas claves propuestas.

*¿Qué tipo de reflexiones sobre la enseñanza pueden hacer las y los estudiantes al pensar sobre lo realizado en la UD?*

- Analizar las reflexiones didácticas y evaluar su vinculación con las directrices teóricas propuestas para la formación.

*¿Qué modificaciones son necesarias hacer al diseño de la UD implementada en el Ciclo 1?  
¿Por qué?*

- Rediseñar la UD implementara en el ciclo 1 y volver a implementarla analizando los procesos de modelización llevados a cabo.
- Evaluar los procesos de modelización con las ideas claves propuestas y las reflexiones didácticas producidas, así como también con las directrices teóricas propuestas para la formación.

### Marco Teórico

Dentro de un panorama de renovación dentro de las líneas de investigación en didáctica de las ciencias, existe una línea pujante que trabaja con la intención de incorporar las metaciencias, disciplinas que tienen como objeto de estudio la ciencia, a la enseñanza de las ciencias naturales. Su interés radica en que las mismas ayudan a superar obstáculos en el aprendizaje de los contenidos, métodos y valores científicos, así como también generar ideas, materiales, recursos, enfoques y textos para diseñar la enseñanza de las ciencias. (Aduriz-Bravo, 2005). La “naturaleza de la ciencia” (NOS) se presenta, así como el *conjunto de ideas metacientíficas con valor para la enseñanza de las ciencias naturales*. (Aduriz-Bravo, 2005). Esta línea, que se nutre de las aportaciones de la epistemología, la historia y la sociología de la ciencia, investiga las imágenes de ciencia y de científico de la población y sus transformaciones como resultado de la intervención educativa y la participación del saber metateórico en la noción de alfabetización científica.

Desde una perspectiva epistemológica, la NOS implica dejar de poner el acento en que sabemos a poner el acento en cómo lo hemos llegado a saber, desde un enfoque humanista que contribuye a la formación del ciudadano. Esto permite desarrollar una reflexión crítica sobre qué es el conocimiento y cómo se elabora y a su vez a tomar decisiones razonadas acerca de cuestiones socio científicas desde un marco de participación ciudadana. En este sentido, lo análisis histórico-epistemológicos permiten adoptar una postura metacientífica articulada con la naturaleza de los modelos a enseñar. Estos estudios son en primera instancia “internalistas”, al enfocarse en las variables internas de la dinámica de la producción de modelos, pero, al atender también a los elementos históricos y sociales que actúan como condicionantes externos de esa dinámica, constituyen una valiosa herramienta de contextualización y de desarrollo de ideas que enriquecen y entran los contenidos biológicos y metacientíficos (Matthews, 1994; Aduriz-Bravo, 2010; Revel Chion, Meinardi & Aduriz-Bravo, 2013).

Asimismo, los procesos de diseño, implementación y evaluación (DIyE) de UD’s constituyen dispositivos privilegiados para el desarrollo de investigaciones en el campo de la Didáctica de las Ciencias Naturales, ya que pueden dar lugar a la producción de innovaciones y de transformaciones profundas en las prácticas concretas de enseñanza y constituirse como ejemplos validados que pueden ser extendidos en diferentes contextos educativos. (Lozano, Bahamonde, Cremer, y Mut, 2018). A la hora de tomar decisiones acerca del diseño de UD’s en espacios de la formación docente, es importante focalizar en la vinculación explícita de los campos disciplinares y didácticos a través de relaciones significativas en contextos de problematización significativos (ver figura 2). Esto les permite a las y los estudiantes reflexionar aspectos de la ciencia y sobre la ciencia, es decir, modelizar el fenómeno, y a la vez pensar sobre la naturaleza de la modelización y el modelo, resignificando en “ideas claves” aspectos de la propia historia y evolución de esa construcción científica (Lozano, et al. 2018).

Dicha integración favorecería el desarrollo de capacidades de las y los estudiantes para otorgar significados a dichos contextos de problematización y también de actuación para modificar prácticas, individuales y colectivas, de manera informada. De este modo se considera que, mediante el DIyE de las UD's, se avanzaría en una integración explícita y también profunda entre modelos disciplinares y reflexión metacientífica.



*Figura 2: Modelo de integración de perspectivas teóricas en la formación del profesorado en Nivel Inicial aplicado al diseño e implementación de la Unidad Didáctica. (Adaptado de Lozano, E.; Diaco, P.; Bahamonde, N.; Mut, P.; Cremer, C.(2018). El Diseño de unidades didácticas para la integración disciplinar, metacientífica en la formación del profesorado en biología).*

F y Adúriz-Bravo, A. (2005), la reflexión epistemológica es indispensable en la formación del profesorado ya que permite fundamentar y estructurar la imagen de ciencia que se considere valiosa en la educación del ciudadano científicamente alfabetizado. Esto es, construir un marco de ciencia que incluye ideas acerca de su provisionalidad, su carácter social y comunitario, y los valores puestos en juego en el trabajo científico, entre otros. De este modo, también se otorga significatividad al aprendizaje de los contenidos científicos. Esto impacta sobre las futuras prácticas de las y los estudiantes ya que, la noción de ciencia que tengan, determina consciente o inconscientemente las situaciones de enseñanza que propongan. A su vez, la forma en que entiendan cómo ocurre el aprendizaje de conocimientos científicos, también condicionarán la forma en que propongan sus actividades. (Adúriz-Bravo y Dibarbouré, 2013).

En este sentido, las ciencias cognitivas, destacan el hecho de que tanto la ciencia como los aprendizajes son el resultado de actividades cognitivas donde es necesario actuar con una meta propia, representando mentalmente lo que se está haciendo y emitiendo juicios. El modelo cognitivo de ciencia escolar (MCCE) toma estos aportes y nos brinda así un marco para el diseño de la ciencia escolar. (Izquierdo, 1999). Este modelo hibrida una vertiente epistemológica: la concepción semántica de las teorías científicas (Gieryn, 1988; Adúriz-Bravo, 2012), con una vertiente axiológica de la filosofía de las ciencias. La primera, otorga un lugar

central a la producción de modelos teóricos en los procesos de construcción del conocimiento científico, mientras que la segunda, define a la ciencia como una actividad humana para intervenir en el mundo.

A la hora de explicar fenómenos del entorno a través de modelos escolares, las actividades didácticas se consolidan como conjunto de acciones planificadas que tienen como finalidad promover aprendizajes en relación con determinados contenidos. A través de ellas se favorece la comunicación entre tres polos: el del saber, el del que enseña y el del que aprende (Sanmartí, 2002). En este contexto, construir modelos que proporcionen buenas representaciones y explicaciones de fenómenos naturales, desde un MCCE, implica diseñar la enseñanza en torno a actividades científicas escolares (ACE) que permitan desarrollar habilidades del campo científico y sus formas de comunicar. Esto es, promover que las y los estudiantes tengan oportunidades de pensar teóricamente al mundo con la finalidad de intervenir en él (Sanmartí, 2002; Gilbert, Justi, 2016; Adúriz-Bravo, 2012).

Así como la actividad científica queda guiada por finalidades como explicar y entender el cómo y porqué de ciertos fenómenos, las ACE quedan definidas por dichos objetivos. Esto implica transformar hechos en hechos científicos escolares que favorezcan la construcción de modelos significativos desde la ciencia. Estas experiencias paradigmáticas escolares (Sanmartí, Marquéz, Rovira, 2002), forman parte del modelo tanto porque las miramos con sus ojos como porque las ideas se han generado en torno a ellas. Así, el proceso de modelización surge de la necesidad de explicar algo a través de cambiar las formas de razonar, de hablar y de emocionarse. Es posible profundizar estas relaciones entre las dos líneas, mediante el diseño de actividades puntuales que tengan como objetivo el de empujar, traccionar (Lozano, Diaco, Bahamonde, Mut, Cremer, 2018) el desarrollo de algún aspecto del modelo disciplinar desde la línea metacientífica y también a la inversa (ver figura 3).



*Figura 3:* Modelo de vinculación metacientífica y disciplinar mediante el diseño de actividades científicas escolares en la Unidad Didáctica. (Adaptado de Lozano, E.; Diaco, P.; Bahamonde, N.; Mut, P.; Cremer, C. (2018). El Diseño de unidades didácticas para la integración disciplinar, metacientífica en la formación del profesorado en biología).

## Metodología

Así como la didáctica de las ciencias puede ser definida como una ciencia de diseño, “en la medida en que teoriza sobre la transmisión y construcción del conocimiento y sobre los procedimientos que las hacen posibles” (Estany et al., 2001, p. 17), el término diseño, en este tipo de estudios de campo, refiere al diseño instructivo que se elabora, implementa y somete a escrutinio de investigación. En este marco de diseños, se llevará a cabo un trabajo de diseño, implementación y evaluación de una secuencia de enseñanza en un ciclo iterativo (Psillos & Kariotoglou, 2016). Desde esta perspectiva, para el desarrollo de esta investigación, se implementarán dos ciclos de diseño denominados: Ciclo 1 o estudio preliminar, y un Ciclo 2, o estudio definitivo, para el análisis general y las conclusiones. En el plan de actividades se detallan las tareas a llevar a cabo en cada estudio.

Durante las implementaciones de la UD, se recogerán producciones de textos escritos, tanto grupal como individual, producciones de gráficos y esquemas realizados por las y los estudiantes. Se elaborará un diario de investigación en el cual se registrarán apreciaciones al finalizar cada uno de los encuentros y las reflexiones en conjunto con un asesor que acompañara estas instancias. Los episodios de trabajos grupales, los intercambios y las discusiones se registrarán a partir de grabaciones y videos, o tomando nota en el diario de investigación. A la hora de analizar los datos, se propone la construcción de categorías de análisis que surjan de los mismos registros, permitiendo así conocer y explicar las representaciones cognoscitivas que otorgan sentido a los relatos comunicativos. Para el caso de los textos escritos, se analizarán los párrafos producidos por las y los estudiantes, así como también las representaciones en conjunto con los textos que las acompañen, teniendo en cuenta su desarrollo y evolución a la hora de explicar situaciones propuestas en la UD.

### *Ciclo 1:*

La primera etapa, implica el diseño de la UD para la cual se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- El desarrollo de un estudio histórico/epistemológico sobre la modelización de los fenómenos electrostáticos para dar lugar a la identificación de episodios que puedan vincularse con el desarrollo de ideas clave metacientíficas.
- La selección del modelo de partícula cargada y la explicitación de los aspectos a enseñar mediante la elaboración de ideas claves.
- El diseño de actividades en el marco de la ACE, para la línea metacientífica y disciplinar que implican tareas de modelización inicial, intermedia, elaboración de modelos de arribo y actividades de aplicación y la producción de interacciones significativas entre ambas líneas.
- El diseño de actividades para propiciar la reflexión didáctica de las y los estudiantes sobre la experiencia realizada.

Una segunda etapa constará de la implementación de la UD en una comisión de la asignatura de Ciencias Naturales y su Didáctica perteneciente al profesorado de nivel inicial de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional del Comahue. Durante esta etapa, luego de la implementación se evaluará la misma a través de producciones de textos escritos, producciones de gráficos y esquemas, episodios del trabajo grupal, interacciones con

materiales, discusiones a partir de grabaciones/videos tomando nota en el cuaderno de registros.

### *Ciclo 2:*

El análisis y evaluación de la UD en el estudio anterior, permitirá la elaboración de ajustes y el rediseño de la misma a partir de los datos obtenidos a través de toma de registro en clases y unidades de análisis. Luego se implementará nuevamente la UD para finalizar en un análisis retrospectivo.

## **Conclusiones**

Son escasos los estudios sobre la formación docente de NI en Argentina y sobre todo en el ámbito universitario. En lo que concierne a los espacios de formación a cargo de los Institutos de Formación Docente, podemos encontrar algunos estudios que profundizan en el desarrollo de las competencias profesionales. Se enfatiza en los mismos, que la formación en competencias, como el saber qué enseñar; a quién; cómo enseñarlo; y para qué, constituyen el núcleo central sobre el que debieran estructurarse los programas (Aimaretti, 2015). En lo que respecta a investigaciones en la Didáctica de las Ciencias Experimentales, se pone de manifiesto la escasez de propuestas en el campo de la educación infantil, así como también sobre las y los docentes que se ocupan de la enseñanza en esta etapa, en especial, sobre las concepciones sobre el conocimiento científico y la actividad científica durante su formación. (Doménech, Pro-Bueno, Solbes, 2017).

En el Plan de Estudios para la formación del profesorado de Nivel Inicial (NI) perteneciente a la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional del Comahue, el espacio curricular Ciencias Naturales y su Didáctica corresponde al segundo año de la carrera. Durante este trayecto de formación se presentan de manera fragmentada los contenidos de la formación en didáctica de las ciencias con los contenidos de la formación disciplinar. Esto genera varios inconvenientes, por un lado, queda a cargo de las y los estudiantes poder vincular los saberes disciplinares con la forma en la que los mismos fueron construidos. Además, el cómo transitan las concepciones sobre Naturaleza de la Ciencia (NOS) influye en sus futuras prácticas a la hora de tomar decisiones sobre la enseñanza de las ciencias naturales en el nivel inicial. Proponemos en este trabajo diseñar, implementar y evaluar, una UD que integre aspectos sobre y de la ciencia, como la modelización de fenómenos electrostáticos contextualizados explícitamente por ideas históricas y epistemológicas, permitiendo así traccionar el desarrollo del modelo disciplinar de partícula cargada desde la línea metacientífica.

Consideramos que esto permitiría hacer más estables y significativos los aprendizajes vinculados tanto a modelos didácticos como a modelos disciplinares de las ciencias naturales que construyan las y los estudiantes. Además, la posterior reflexión metacognitiva sobre las dimensiones metacientífica y disciplinar implicadas a la hora de aprender ciencias naturales, tendría valor como registro didáctico para futuras prácticas docentes puesto que las estrategias didácticas que un docente pone en juego en el “acto de enseñar” están relacionadas con lo que piensan de manera explícita o implícita acerca de la ciencia, sus modelos y productos y los aportes de las metaciencias ayudan a estudiar esta relación. (Dominguez, 2011).



## Bibliografía

- Acevedo Díaz, A. (2009). *Enfoques explícitos versus implícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia*. En Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 6(3) pp. 355-386.
- Adúriz-Bravo, A. (2005). ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias? Una cuestión actual de la investigación didáctica. *Tecne, Episteme y Didaxis*, 23-33.
- Aduriz-Bravo, A. (2010). Aproximaciones histórico-epistemológicas para la enseñanza de conceptos disciplinares. En Revista EDUCyT; Vol.1, Enero-Junio, ISSN 2215-8227
- Adúriz-Bravo, A. (2012). *'Semantic' View of Scientific Models for Science Education*. Science & Education DOI 10.1007/s11191-011-9431-7.
- Aduriz-Bravo, A.; Dibarboure, M. (2013): *El quehacer del científico al aula*. Uruguay. ISBN: 978-9974-7910-1-5. Fondo Editorial Queduca.
- Aimaretti, S. A. (2015). *Formación de docentes para los niveles inicial y primario*. Revista Iberoamericana de Educación, 67(2), 131-142.
- Doménech, J.; Pro-Bueno, A.; Solbes, J.; (2017). *¿Qué resultados de aprendizaje alcanzan los futuros maestros de Infantil cuando planifican unidades didácticas de ciencias?* Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 14 (3), 666-688.
- Estany, A.; Izquierdo, M. (2001) *Didactología: una ciencia de diseño*. Éndoxa: Series Filosóficas, n. 14, pp. 13-33. UNED, Madrid
- Giere, R. (1988) *La explicación de la ciencia: un acercamiento cognoscitivo*. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Gilbert, J., Justi, R. (2016). *Models of modelling*. En J. Gilbert, R. Justi (Ed.) *Modelling-based Teaching in Science Education* (pp. 17-40). Switzerland: Springer.
- Izquierdo, M.; Sanmartí, N. Espinet, M (1999). *Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales*. Enseñanza de las ciencias, 17 (1), 45-59.
- Lozano, E.; Bahamonde, N.; Cremer C.: Mut, Paula (2018) *El desarrollo de una línea metacientífica para la enseñanza del modelo de presión arterial en la formación del profesorado en Biología*. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 17 (3), 564-580.
- Lozano, E.; Diaco, P.; Bahamonde, N.; Mut, P.; Cremer, C. (2018). *El diseño de unidades didácticas para la integración disciplinar, metacientífica en la formación del profesorado en biología*. XIII Jornadas Nacionales – VIII Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología. VI Seminario Iberoamericano CTS y X Seminario CTS. Bernal - Prov. De Buenos Aires – Argentina.

- Matthews, M.; (1994). Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: La aproximación actual. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 12 N°2, 255-278.
- Psillos, D., & Kariotoglou, P. (2016). Iterative desing of teaching-learning sequences. Springer.
- Revel Chion, A.; Meinardi E.; Adúriz-Bravo, A. (2013) Elementos para un análisis histórico-epistemológico del concepto de salud con implicaciones para la enseñanza de la Biología. *Filosofia e História da Biologia*, v. 8, n. 1, p. 1-19, 2013.
- Sanmartí, N. (2002). Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria. Madrid: Editorial Síntesis Educación.
- Valdivia, E.; Cuellar, L.; Rodriguez, C.; (2017). *La naturaleza de la ciencia en la formación inicial de Educadores de Párvulos Experiencia de un modelo de formación.* cap. 2 en Enseñanza de las Ciencias e Infancia. Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile