

Comunicando la Ciencia

Avances en investigación
en Didáctica de la Ciencia



Ma. Gabriela Lorenzo · Héctor Santiago Odetti · Adriana Emilia Ortolani
(editores)

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL LITORAL



COLECCIÓN
CIENCIA Y TECNOLOGÍA

María Gabriela Lorenzo

Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia
y Bioquímica, Centro de Investigación y Apoyo a la
Educación Científica. CIAEC. CONICET.

Héctor Santiago Odetti

Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Bioquímica
y Ciencias Biológicas, Departamento de Química
General e Inorgánica.

Adriana Emilia Ortolani

Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Bioquímica
y Ciencias Biológicas, Departamento de Química
General e Inorgánica.

Comunicando la Ciencia / María Gabriela Lorenzo et ál.; editado por
Adriana Ortolani; Héctor Santiago Odetti; prólogo de Luz Lastres Flores
1a ed. Santa Fe: Ediciones UNL, 2018.

Libro digital, PDF (Ciencia y Tecnología)

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-749-105-0

1. Ciencia. 2. Educación Superior. I. Lorenzo, María Gabriela
- II. Ortolani, Adriana, ed. III. Odetti, Héctor Santiago, ed.
- IV. Lastres Flores, Luz, prólog.

CDD 507.11



Reservados todos los derechos

Consejo Asesor

Colección Ciencia y Tecnología

**Luis Quevedo / Erica Hynes / Ayelén García Gastaldo /
Gustavo Ribero / Gustavo Menéndez**

Coordinación editorial: Ma. Alejandra Sedrán

Corrección: Félix Chávez

Diseño de tapa e interiores: Analía Drago

© Adúriz-Bravo, Alcalá, Armúa, Bertelle, Cambra Badii,
Dos Santos Moreira Souza, Fabro, Falicoff, Farré,
Ferreira dos Santos, González Galli, Güemes, Idoyaga,
Lastres Flores, Lorenzo, Maeyoshimoto, Masullo, Meinardi,
Novaes dos Santos, Odetti, Ortolani, Paz, Pérez, Plaza, Porro,
Pujalte, Rossi, Sánchez, Sardinha da Silva, Tiburzi, Zanón, 2018.

© ediciones UNL



Universidad Nacional del Litoral, 2018

Facundo Zuviría 3563, cp. 3000, Santa Fe, Argentina

editorial@unl.edu.ar

www.unl.edu.ar/editorial



**Universidad
Nacional del Litoral**

Enrique Mammarella · Rector

Claudio Lizárraga · Vicerrector y Secretario de Planeamiento Institucional y Académico

Ivana Tosti · Directora Centro de Publicaciones

Adriana E. Ortolani · Decana Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas

Comunicando la Ciencia



Comunicando la Ciencia

Avances en investigación
en Didáctica de la Ciencia

María Gabriela Lorenzo
Héctor Santiago Odetti
Adriana Emilia Ortolani
(Editores)

Agustín Adúriz-Bravo
Ma. Teresa Alcalá
Aurora C. Armúa
Adriana Bertelle
Irene Cambra Badii
Geovânia Dos Santos Moreira Souza
Ana P. Fabro
Claudia B. Falicoff
Andrea S. Farré
Bruno Ferreira dos Santos
Leonardo González Galli
René O. Güemes
Ignacio J. Idoyaga
Jorge E. Maeyoshimoto
Marina Masullo
Elsa Meinardi
Karina Novaes dos Santos
Vilma A. Paz
Gastón M. Pérez
María V. Plaza
Silvia Porro
Alejandro Pujalte
Alejandra Ma. Rossi
Germán H. Sánchez
Eliana Sardinha da Silva
María del C. Tiburzi
Victoria Zanón
Luz Lastres Flores (Revisora)

Índice

→ **Prólogo / 9**

Luz Lastres Flores

→ **Agradecimientos / 11**

→ **PARTE I**

Investigación y Docencia en Interacción

→ Capítulo I

Proyecto Redes: Circuitos comunicativos entre grupos de investigación en educación en ciencias experimentales y naturales argentino-brasileño / 17

M. Gabriela Lorenzo

→ La comunicación en la ciencia / 18

→ Marco de pertenencia del proyecto redes / 19

→ Hace mucho que venimos trabajando... / 22

→ Descripción del proyecto / 24

→ Referencias bibliográficas / 27

→ Capítulo II

El lenguaje y el discurso en el aula y sus relaciones con la enseñanza y el aprendizaje de ciencias naturales / 28

Karina Novaes dos Santos, Geovânia dos Santos Moreira Souza, Eliana Sardinha da Silva y Bruno Ferreira dos Santos

→ Introducción / 29

→ La adquisición del lenguaje científico en clases de química / 30

→ Las investigaciones sobre las interacciones discursivas / 32

→ La teoría social sobre el discurso pedagógico de Basil Bernstein / 34

→ Referencias bibliográficas / 36

→ Capítulo III

El remodelado de una práctica pedagógica de química que altera características sociológicas / 38

Eliana Sardinha da Silva y Bruno Ferreira dos Santos

→ Introducción / 39

→ El contexto de aplicación / 39

→ La base teórica de la experiencia / 40

→ Los contenidos trabajados / 41

- Propuesta de la actividad / **41**
- La evaluación / **41**
- Los resultados / **42**
- Consideraciones finales / **52**
- Referencias bibliográficas / **53**

Capítulo IV

- **Las actividades experimentales simples: una alternativa para la enseñanza de la física / 55**
Ignacio Idoyaga y Jorge Maeyoshimoto
- Introducción / **55**
- Las actividades experimentales en la enseñanza de la física / **57**
- La revolución pendiente / **59**
- Las actividades experimentales simples / **64**
- Referencias bibliográficas / **67**

Capítulo V

- **Científicas y científicos, ¿fuera del laboratorio?: las representaciones del estudiantado y profesorado como insumo para repensar la educación ambiental en la escuela / 69**
Alejandro Pujalte, Silvia Porro y Agustín Adúriz-Bravo
- Introducción / **70**
- Metodología / **71**
- Resultados / **72**
- Comparación de las representaciones de estudiantes y profesores / **76**
- Interpretación de resultados / **77**
- Conclusiones / **78**
- Propuestas / **79**
- Referencias bibliográficas / **80**

Capítulo VI

- **¿Cómo elegir un libro de texto para nuestras clases teniendo en cuenta la naturaleza de la ciencia? / 81**
Andrea S. Farré y M. Gabriela Lorenzo
- La naturaleza de la ciencia comunicada a través de la historia / **85**
- Formas en que se comunica la experimentación y su relación con la naturaleza de la ciencia / **88**
- Poniendo manos a la obra. Ejemplos de práctica / **91**
- Actividades de cierre / **103**
- Evaluación en y de la secuencia / **104**
- Reflexiones finales / **105**
- Referencias bibliográficas / **106**

→ **PARTE II**

Avances en Investigación

Capítulo VII

→ **Comunicando avances en investigación en Argentina / 111**

Irene Cambra Badii, Ana P. Fabro, Héctor S. Odetti y Germán H. Sánchez

→ Introducción / **112**

→ Los grupos de investigación en didáctica de las ciencias. Desafíos para el futuro / **115**

→ Nuevos investigadores, nuevos desafíos / **117**

→ A modo de cierre / **119**

→ Referencias bibliográficas / **121**

Capítulo VIII

→ **Aportaciones de la epistemología y la historia de la ciencia a la modelización y la argumentación científicas escolares / 123**

Agustín Adúriz-Bravo

→ Introducción/Fundamentación / **123**

→ Objetivos e hipótesis / **125**

→ Metodología / **126**

→ Principales resultados y perspectivas / **128**

→ Referencias bibliográficas / **130**

Capítulo IX

→ **Estudio de las características textuales y el contenido científico de resúmenes sobre la función de nutrición en estudiantes de educación secundaria obligatoria. Tesis doctoral / 131**

Vilma A. Paz

→ Introducción / **131**

→ Marco teórico / **132**

→ Lenguaje y ciencia escolar / **134**

→ El resumen escolar / **136**

→ Metodología / **136**

→ Referencias bibliográficas / **140**

Capítulo X

→ **Experiencia de inmersión en el campo de las prácticas de residencias en ciencias naturales / 141**

Aurora C. Armúa y M. Teresa Alcalá

→ Introducción / **141**

→ Metodología / **143**

→ Resultados preliminares / **145**

→ Referencias bibliográficas / **147**

Capítulo XI

→ **Hacer visible el pensamiento en las clases de ciencias naturales.**

Las rutinas como estructuras / 148

Marina Masullo

→ Introducción/Fundamentación / **148**

→ Hipótesis / **151**

→ Metodología / **151**

→ Principales resultados y perspectivas / **153**

→ Referencias bibliográficas / **157**

Capítulo XII

→ **Implementación y evaluación de secuencias didácticas / 158**

Adriana Bertelle, Cristina Iturralde, Bravo Bettina; Juárez, Mabel; Rocha Adriana; Salomone Silvia; Boucíguez María José

→ Introducción y fundamentación / **158**

→ Objetivos / **160**

→ Metodología / **160**

→ Principales resultados y perspectivas / **162**

→ Referencias bibliográficas / **163**

Capítulo XIII

→ **Producción y evaluación de materiales para la formación en competencias científicas de los estudiantes de química en un proceso de articulación escuela media-universidad / 164**

Adriana E. Ortolani, René O. Güemes, Claudia B. Falicoff, M. del Carmen Tiburzi y Héctor S. Odetti

→ Introducción/Fundamentación / **165**

→ Objetivos / **166**

→ Metodología / **166**

→ Principales resultados y perspectivas / **167**

→ Referencias bibliográficas / **172**

Capítulo XIV

→ **Las representaciones gráficas en la enseñanza y en el aprendizaje de la física en la universidad / 173**

Ignacio Idoyaga y M. Gabriela Lorenzo

→ Introducción/Fundamentación / **173**

→ Objetivos e hipótesis / **174**

→ Metodología / **174**

→ Principales resultados y perspectivas / **178**

→ Referencias bibliográficas / **179**

Capítulo XV

- **Prácticas educativas en el taller de ciencias naturales para el ciudadano. Un caso de implementación de la reforma curricular en el nivel medio de la provincia de Río Negro / 180**

Victoria Zanón

- Introducción/Fundamentación / **180**
- Objetivos / **181**
- Metodología / **182**
- Principales resultados y perspectivas / **183**
- Referencias bibliográficas / **184**

Capítulo XVI

- **La importancia del cine en el aprendizaje de cuestiones bioéticas. Un acercamiento desde la psicología / 185**

Irene Cambra Badii

- Introducción/Fundamentación / **185**
- Objetivos e hipótesis / **186**
- Metodología / **186**
- Principales resultados y perspectivas / **189**
- Referencias bibliográficas / **190** 190

Capítulo XVII

- **La enseñanza y el aprendizaje de la evolución en la escuela secundaria basados en la modelización y la metacognición sobre los obstáculos epistemológicos / 190**

Gastón M. Pérez y Leonardo González Galli

- Introducción / **191**
- Fundamentación / **192**
- Objetivos e hipótesis / **193**
- Metodología / **194**
- Principales resultados y perspectivas / **195**
- Referencias bibliográficas / **196**

Capítulo XVIII

- **Estudio de trabajos prácticos de ciencias experimentales en el nivel superior. Una aproximación metodológica / 198**

Germán H. Sánchez, Héctor S. Odetti y M. Gabriela Lorenzo

- Introducción / **199**
- Objetivos e hipótesis / **200**
- Metodología / **200**
- Estrategias metodológicas para la recopilación de datos / **200**
- Análisis de datos / **202**

- Validación de los métodos / **203**
- Principales resultados y perspectivas / **203**
- Agradecimientos / **204**
- Referencias bibliográficas / **205**

Capítulo XIX

- **Introducción a las metodologías de investigación en educación / 206**
Elsa Meinardi y M. Victoria Plaza
- Principales enfoques en investigación educativa / **206**
- Enfoques cuantitativos / **207**
- La investigación cualitativa / **216**
- Para finalizar / **219**
- Referencias bibliográficas / **220**

Capítulo XX

- **Reflexionar para seguir aprendiendo / 222**
M. Gabriela Lorenzo y Alejandra M. Rossi
- Introducción / **223**
- Perspectivas / **225**
- Preocupaciones / **226**
- Encrucijadas / **226**

- **Sobre los autores / 228**

Capítulo VIII

Aportaciones de la epistemología y la historia de la ciencia a la modelización y la argumentación científicas escolares

Agustín Adúriz-Bravo

Nuestro proyecto de investigación estudia las diversas aportaciones que la epistemología reciente y actual, especialmente la proveniente de la llamada «familia semanticista», puede hacer a la educación científica, la formación inicial y continuada del profesorado de ciencias y la investigación e innovación en didáctica de las ciencias. Analizamos la epistemología en interfaz fructífera con la historia de la ciencia y otros estudios metateóricos. En particular, nos interesan las conceptualizaciones epistemológicas disponibles hoy en día acerca de la modelización y la argumentación científicas para transponerlas con el fin de incluirlas en un modelo de ciencia escolar.

Introducción/Fundamentación

Desde hace ya dos décadas (Matthews, 1994) se viene prestando creciente atención a las diversas, ricas y cada vez más afinadas aportaciones que las llamadas «metaciencias» (principalmente, la epistemología, la historia de la ciencia y la sociología de la ciencia) pueden hacer a la educación científica en

todos sus aspectos. En tal sentido, se han estado usando estas disciplinas metateóricas a modo de insumos para, entre otras aplicaciones: formular modelos de enseñanza; transponer contenidos científicos y curricularizarlos para los distintos niveles educativos; diseñar estrategias de intervención didáctica; planificar unidades y actividades para la educación científica; iluminar los fundamentos epistemológicos e históricos de la didáctica de las ciencias como disciplina y de la enseñanza de las ciencias como actividad; identificar y comprender las concepciones deformadas que sobre la actividad científica tienen diversas poblaciones (estudiantado, profesorado, público general); apuntalar la profesionalización del profesorado de ciencias; comprender la naturaleza y dinámica de la argumentación científica en la escuela (ver la bibliografía más adelante).

Dentro de este amplio espectro de usos que pueden tener las metaciencias en la didáctica de las ciencias naturales, encontramos uno particularmente importante; es aquel que reflexiona sobre la introducción de contenidos metacientíficos dentro del contexto de la formación inicial y continuada de los profesores y profesoras de ciencias naturales para todos los niveles educativos en el seno de diversas instituciones (Universidades, Institutos Superiores, Redes de Formación Continua...). Al respecto, existe una línea de investigación, innovación, docencia y extensión —muy activa a nivel mundial— que se propone enseñar al profesorado de ciencias algunas ideas potentes sobre «qué es esa cosa llamada ciencia», según la afortunada frase del filósofo de la ciencia inglés Alan Chalmers. Esas ideas, agrupadas bajo el nombre genérico de «naturaleza de la ciencia» (NOS, por sus siglas en inglés), constituyen contenidos de carácter principalmente epistemológico ambientados en algunos episodios históricos seleccionados para su análisis (Matthews, 1994; McComas, 1998; Flick y Lederman, 2004; Adúriz-Bravo, 2005).

En la línea de trabajo en torno a la NOS, en el contexto internacional, los logros hasta el momento son diversos. La primera etapa de trabajo, iniciada en los años 90, de carácter diagnóstico/exploratorio, ha conseguido tipificar las representaciones más usuales acerca de la ciencia en los profesores/as de ciencias en formación y en actividad. Por su parte, la fase proactiva/interventiva, que se inició más recientemente, está comenzando a dar algunos frutos: ya existen estudios empíricos que muestran cambios positivos en esas representaciones y en las prácticas de enseñanza de las ciencias de profesores/as que han atravesado «intervenciones» de tipo NOS. Más allá del estado de avance en esta línea, subsisten actualmente muchos debates en torno a qué/cuál naturaleza de la ciencia enseñar a esta población específica y sobre cómo hacerlo. Entre estos debates, encontramos relevante para nuestro proyecto el que se da en torno al formato más adecuado para la naturaleza de la ciencia

a enseñar al profesorado: se discute si enseñarla bajo la forma de ideas, preguntas, proposiciones, modelos, viñetas, ejemplos, casos, etcétera.

El proyecto de investigación del GEHYD se inscribe en el estado actual de la NOS a nivel mundial al utilizar las ideas acerca de la naturaleza de la ciencia (marco de trabajo consensuado internacionalmente) a modo de herramientas teóricas y metodológicas en la profesionalización del profesorado de ciencias en formación avanzada y en actividad en distintos contextos. El proyecto propone hibridar esta perspectiva de trabajo con otras líneas de investigación e innovación pujantes: las de la argumentación y la modelización científicas escolares. Al igual que la NOS, estos dos tópicos han generado en la didáctica de las ciencias naturales, una vasta literatura específica que está en acelerado crecimiento (Jiménez-Aleixandre y Erduran, 2008; Adúriz-Bravo 2010, 2013, 2014). El propósito central de nuestro trabajo es encontrar «puentes» entre estos cuerpos de literatura, examinando si la argumentación y la modelización científicas escolares pueden resultar estrategias potentes para acercar la NOS a los profesores/as de ciencias naturales.

Objetivos e hipótesis

El propósito general del proyecto actual del GEHYD es explorar algunos usos de las metaciencias en la profesionalización del profesorado de ciencias naturales para los distintos niveles educativos, en particular, en la línea de trabajo conocida como naturaleza de la ciencia. Se desea implementar una enseñanza de la naturaleza de la ciencia para profesores/as apoyada en el uso de la argumentación y la modelización científicas escolares. Se pretende revisar críticamente algunas propuestas de uso de la epistemología y de la historia de la ciencia para la formación inicial y continuada del profesorado de ciencias naturales diseñadas y difundidas por investigadores de diversos centros académicos del mundo y generar nuevos usos fundamentados teóricamente. El proyecto plantea una aplicación intencionada de la argumentación y la modelización como herramientas didácticas para enseñar la naturaleza de la ciencia a profesores/as.

Los objetivos generales son:

- 1) Explorar diferentes usos de las metaciencias (epistemología e historia de la ciencia) en el campo de la formación inicial y continuada de profesores/as de ciencias para distintos niveles educativos en diversos contextos, con foco principal en la naturaleza de la ciencia.
- 2) Construir criterios teóricos para evaluar dichos usos; en particular, en lo que hace al papel que cumplen la argumentación y la modelización en ellos.

- 3) Producir, ensayar, difundir y evaluar nuevos usos.
- 4) Formar a futuros y actuales profesores/as de distintos niveles educativos en algunas ideas clave de la naturaleza de la ciencia utilizando argumentación y modelización.

Los objetivos específicos son:

- 1) Construir indicadores para caracterizar las imágenes de ciencia y de científico en actores y materiales involucrados en la formación del profesorado de ciencias en forma de «modelos de naturaleza de la ciencia».
- 2) Generar propuestas innovadoras en las cuales la naturaleza de la ciencia se ponga en acción en la enseñanza de las ciencias, particularmente teniendo como destinatarios a futuros y actuales profesores/as de ciencias naturales de distintos niveles educativos en diversos contextos formativos.
- 3) Compilar, analizar y discutir «ideas metacientíficas clave» propuestas para la formación docente por distintos colectivos de trabajo.
- 4) Generar, validar y difundir nuevas ideas clave, bajo la forma de «definiciones» (*à la Giere*) de modelos metateóricos reconocibles.
- 5) Construir unidades didácticas, y desarrollar sus correspondientes materiales, para enseñar esas ideas clave a profesores/as, utilizando en ellas como estrategias la argumentación y la modelización científicas escolares.
- 6) Ensayar, evaluar y ajustar algunas de esas unidades.
- 7) Encontrar canales de difusión para que los productos del proyecto permeen la formación docente inicial y continuada en nuestro país y en otros países.

La hipótesis general del proyecto es que las metaciencias, especialmente bajo la forma de naturaleza de la ciencia, constituyen una componente esencial de la profesionalización del profesorado de ciencias naturales. Como hipótesis específicas proponemos: 1. que las «ideas clave NOS» son un artefacto didáctico con potencialidad para el cambio de concepciones y prácticas docentes; y 2. que la naturaleza de la ciencia puede ser introducida fructíferamente en las concepciones y prácticas de enseñanza del profesorado a través de la argumentación y la modelización.

Metodología

La metodología que implementamos sigue los lineamientos más usuales de la didáctica de las ciencias naturales actual, en el sentido de ser fundamentalmente cualitativa y explicativa. El proyecto recurre abordajes exploratorios, heurísticos, evaluativos y críticos. Se usan el análisis de textos y el análisis del discurso.

Un primer aspecto metodológico importante, de carácter exploratorio, consiste en hacer una revisión crítica y fundamentada del material disponible en la literatura internacional de la disciplina didáctica de las ciencias naturales en la línea de naturaleza de la ciencia. A partir de ello, se generan nuevas propuestas teóricas y prácticas vinculadas a los avances contemporáneos tanto de la didáctica de las ciencias como de la epistemología.

En la vertiente heurística, se busca seguir generando, ajustando, validando y difundiendo categorías teóricas, con el interés de profundizar, ampliar y difundir los adelantos anteriores en esta línea de trabajo del director y de los integrantes del grupo de investigación.

En el aspecto evaluativo, las propuestas que se generan se ponen en funcionamiento en instancias de formación/cualificación docente y se evalúan por medio del juicio de expertos, por triangulación con otras propuestas conocidas y por los resultados de su aplicación. El juicio de expertos se recaba mediante diversas herramientas: encuestas, entrevistas y presentaciones públicas de los adelantos y resultados parciales. Para ello se trabaja en colaboración con investigadores de otros grupos reconocidos en el país y en el extranjero. La obtención de resultados de aplicación se lleva adelante mediante diseños pre/pos sencillos, con análisis cuanti/cualitativo de los datos. Las indagaciones evaluativas que se llevan a cabo buscan indicios de cambios en las prácticas docentes y en los saberes profesionales de los profesores a partir de su contacto con las metaciencias; en especial con la naturaleza de la ciencia como emergente componente curricular.

La metodología de carácter crítico se basa fundamentalmente en el análisis de textos, con dos vertientes principales. Por un lado, un análisis de fuentes primarias, que consiste en recabar materiales didácticos que usan la epistemología y la historia de la ciencia en la enseñanza de las ciencias naturales y en la formación del profesorado. Y por otro lado, un meta-análisis de trabajos de investigación con componente empírica que reportan las ideas de sentido común acerca de la naturaleza de la ciencia y dan cuenta de las dificultades de distintas poblaciones de profesores para aprender metaciencias durante su formación y profesionalización.

Los resultados de implementación de las unidades didácticas diseñadas, a su vez, se utilizan para un análisis crítico y posterior ajuste de las hipótesis teóricas que guían el diseño.

Principales resultados y perspectivas

En nuestro país, diversos investigadores/as del campo de la didáctica de las ciencias naturales han explorado colateralmente el tema de las aportaciones de las metaciencias a la educación científica, a la enseñanza de las ciencias naturales y a la formación docente, produciendo algunas innovaciones didácticas dirigidas tanto a la población de estudiantes (secundarios y universitarios) como a los profesores/as de ciencias en formación y en activo que se desempeñan en variados niveles y contextos. No obstante estos tímidos desarrollos, el director de este proyecto y quienes han ido formando parte de su grupo de investigación (el GEHYD de la UBA) a lo largo del tiempo son los únicos del país dedicados por entero al tema a tiempo completo y con un alto nivel de especificidad. En este sentido, el Grupo ya ha alcanzado reconocimiento regional por su producción en la temática.

La formación y actividad académica del director de este proyecto, así como los desarrollos reciente y actualmente en curso dentro del grupo, van en la línea de profundizar en la introducción de la naturaleza de la ciencia en la formación de profesores/as. En este sentido, venimos generando una serie de herramientas teóricas para argumentar qué ideas NOS pueden ser útiles al profesorado de ciencias y cómo se les puede enseñar a ellos estas ideas. El marco teórico, a su vez, ha generado pequeñas intervenciones tales como la producción de unidades didácticas que son puestas a prueba en los contextos secundario y universitario en nuestro país, y que se han llevado a otros países (Colombia, Grecia, España, Chile) a través de la colaboración entre grupos de investigación.

En la línea de la argumentación y la modelización científicas escolares, por su parte, el director del proyecto ha venido trabajando consistentemente desde 2002.

Los resultados del proyecto se vinculan principalmente con la identificación de los usos de las metaciencias en el campo de la formación inicial y continuada del profesorado de ciencias y en la línea específica de la naturaleza de la ciencia. Proponemos nuevas estrategias para la ampliación de dichos usos y la construcción de criterios de análisis para intervenir y vincularlos con las prácticas de enseñanza. Los resultados principales consisten en un compilado de «ideas metacientíficas clave» de NOS provenientes de la revisión global de trabajos anteriores y de nuevas construcciones, analizadas y discutidas para su inserción en los distintos niveles educativos y colectivos de trabajo, y unas unidades didácticas que vinculen las «ideas metacientíficas clave» y la argumentación y modelización. Tales resultados se transfieren mediante talleres, conferencias y ponencias, destinadas a difundir y poner a

evaluación de la comunidad nuestros adelantos y producciones. La producción bibliográfica del proyecto (artículos, capítulos de libro, etc.) permite divulgar los avances y resultados entre dos poblaciones principales: investigadores/as en didáctica de las ciencias y profesorado de ciencias.

Los destinatarios mediatos de nuestros resultados son los profesores de ciencias naturales en formación y en ejercicio. Los resultados de transferencia se organizan en torno a los siguiente campos: el enriquecimiento teórico de la línea NOS y su vinculación con la argumentación y la modelización; el mejoramiento de las prácticas de enseñanza; la actualización de los profesores de ciencias de los diversos niveles educativos; la producción de las estrategias y actividades de enseñanza que incluyen contenidos metacientíficos; las exploraciones didácticas apoyadas en los adelantos investigativos de nuestro país; y la divulgación y comunicación entre especialistas, grupos, áreas y comunidades afines.

Referencias bibliográficas

- Adúriz-Bravo, A.** (2005). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia: La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. Colección «Educación y Pedagogía». Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- . (2010). Concepto de modelo científico: Una mirada epistemológica de su evolución. En Galagovsky, L. (Coord.), *Didáctica de las ciencias naturales: El caso de los modelos científicos* (pp. 141–161). Buenos Aires: Lugar Editorial.
- . (2011a). Epistemología para el profesorado de física: Operaciones transpositivas y creación de una «actividad metacientífica escolar». *Revista de Enseñanza de la Física*, 24(1), 7–20.
- . (2011b). Use of the history of science in the design of research-informed NOS materials for teacher education. En Kokkotas, P. V.; Malamitsa, K. S. y Rizaki, A. A. (Eds.), *Adapting historical knowledge production to the classroom* (pp. 195–204). Rotterdam: Sense Publishers.
- . (2013). A semantic view of scientific models for science education. *Science & Education*, 22(7), 1593–1612.
- . (2014). Revisiting school scientific argumentation from the perspective of the history and philosophy of science. En Matthews, M. R. (Ed.). *International handbook of research in history, philosophy and science teaching*, Volumen 2, 1443–1472. Dordrecht: Springer.
- Adúriz-Bravo, A. e Izquierdo-Aymerich, M.** (2009). A research-informed instructional unit to teach the nature of science to pre-service science teachers. *Science & Education*, 18(9), 1177–1192.
- Adúriz-Bravo, A.; Ospina, N.; Amador Rodríguez, R. y Ariza, Y.** (2012). «Interpretive frameworks» supporting argumentation processes in pre-service chemistry teachers: The role of meta-theoretical ideas. *La Chimica nella Scuola*, XXXIV(3), Speciale Proceedings ICCE-ECRICE, 12–17.
- Adúriz-Bravo, A.; Revel Chion, A. y Pujalte, A. P.** (2015). Scientific language. En Gunstone, R. (Ed.), *Encyclopedia of science education* (pp. 941–944). Dordrecht: Springer.
- Ariza, Y. y Adúriz-Bravo, A.** (2012). La «nueva filosofía de la ciencia» y la «concepción semántica de las teorías científicas» en la didáctica de las ciencias naturales. *Revista de Educación en Ciencias Experimentales y Matemática*, 2(2), 81–92.
- Flick, L. B. y Lederman, N. G.** (Eds.) (2004). *Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education*. Springer Academic Publishers, The Netherlands.
- Giere, R.** (1992). *La explicación de la ciencia: Un acercamiento cognoscitivo*. México: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. (Original en inglés de 1988.)
- Jiménez Aleixandre, M. P. y Erduran, S.** (2008). Argumentation in science education: an overview. En Erduran, S. y Jiménez Aleixandre, M. P. (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 3–27). Dordrecht: Springer.
- Matthews, M.** (1994). *Science teaching: The role of history and philosophy of science*. Nueva York: Routledge.
- McComas, W.** (Ed.) (1998). *The nature of science in science education: Rationales and strategies*. Dordrecht: Kluwer.