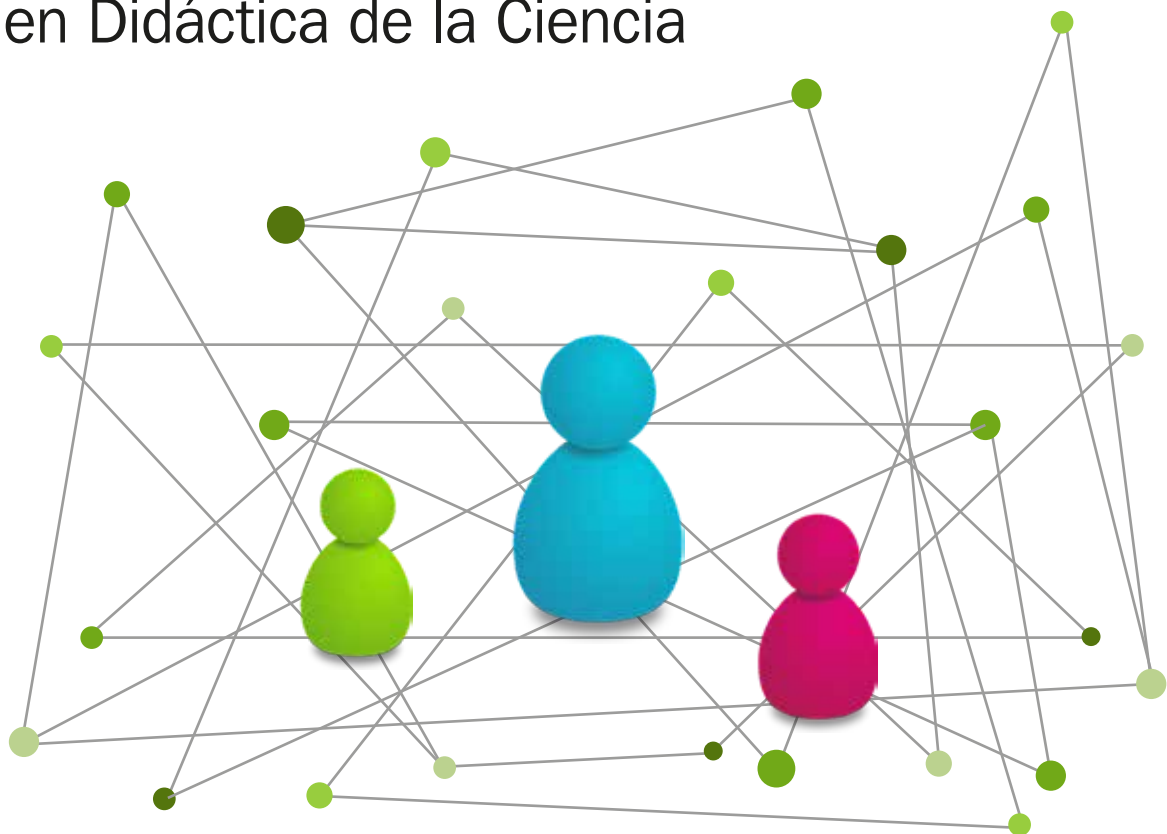


Comunicando la Ciencia

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, prolog.

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 I

Proyecto Redes: Circuitos comunicativos entre grupos de investigación en educación en ciencias experimentales y naturales argentino–brasileño¹

M. Gabriela Lorenzo

En este capítulo ponemos sobre la mesa de debate las diferentes formas y estrategias a través de las cuales, los científicos se comunican entre ellos y con otras personas u organizaciones de la sociedad. Especialmente nos interesan los espacios de comunicación de la ciencia y sobre la ciencia de quienes formamos parte del contexto latinoamericano y especialmente en diferentes lugares de nuestra Argentina. En particular, comentaremos los fundamentos de un proyecto financiado por la Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación, que nos permitió realizar un trabajo cooperativo con la Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) de Brasil, cuyos resultados se muestran en otros capítulos de este mismo libro.

¹ *Proyecto Redes Internacionales 8*. «Circuitos comunicativos entre grupos de investigación en educación en ciencias experimentales y naturales argentino–brasileño» N°: 35-79-259 de la Subsecretaría de Gestión y Políticas Universitarias, Ministerio de Educación de la República Argentina (2015). Directora: M. G. Lorenzo (UBA), Codirector: H. S. Odetti (UNL).

La comunicación en la ciencia

La primera tarea del trabajo científico es conocer el terreno, la pequeña porción del campo de investigación, en donde uno pretende comenzar a construir su propio proyecto. No en vano, una de las primeras actividades al plantear un proyecto, casi una muletilla en toda presentación formal es la *búsqueda y revisión de la bibliografía* especializada. Conocer lo que ya se sabe, el estado del arte, quienes están a favor y quienes en contra, de tales o cuales ideas o modelos para cierto tema, es una demanda inevitable para cualquier investigador; pero sobre todo, para los nuevos investigadores, aquellos que recién se inician como becarios o tesisistas, o como suelen llamarse: *investigadores en formación*.

No es que los *investigadores formados*, aquellos que suelen ser los directores de los proyectos de investigación, de becas y de tesis, no necesiten consultar la literatura, de hecho lo hacen, pero aparecen formas diferentes que se concretan a través de la evaluación de proyectos o como revisores de artículos para revistas especializadas. Así, los investigadores con experiencia amplían sus conocimientos abarcando diferentes áreas y regiones, actualizando la información de la que disponen.

Pero resulta que la bibliografía, no es solamente un conjunto de letras sobre un fondo blanco, papel real o virtual, materializados de manera concreta o informática en textos, artículos, libros y más o menos disponibles online o en bibliotecas. La bibliografía es la llave para la interacción con otros investigadores. Es la manera que han encontrado los científicos para comunicarse. De aquellas primeras discusiones orales en las reales academias de ciencia europeas, hasta las revistas especializadas más encumbradas de hoy en día, ha corrido mucha tinta... Sin embargo, la intención es la misma, dar a conocer (y de la mejor manera) los resultados (especialmente los exitosos) de la investigación científica. Estos resultados producidos por un investigador o grupo, son analizados, discutidos y reinterpretados por otros investigadores, que los emplean como base o fundamentación para sus propios trabajos. Surgen así bandos, enemigos y aliados, metafóricos o literales, que llevan adelante el trabajo de investigación sobre ciertos problemas.

A veces el cine, los documentales o también los libros de texto, nos cuentan historias de científicos famosos que desarrollaron determinada teoría o construyeron tal invento. Eso nos muestra una ciencia del pasado, con ilustres individuos ya fallecidos y pasados a la inmortalidad. Eso está muy bien, pero lo que aquí queremos rescatar es la investigación científica actual, la que se hace todos los días por hombres y mujeres de ciencia, que seguramente no reconocemos al cruzarnos con ellos por una calle cualquiera. En

Argentina hay mucha gente que hace investigación. Su trabajo es ir cada día a su laboratorio, a la biblioteca, a su despacho, a llevar adelante de manera constante, con esfuerzo, con los recursos disponibles, una labor a la vez intelectual y física, con la ciencia, con la construcción de nuevo conocimiento, con la formación de nuevos científicos...

Cada tanto, y según el dinero disponible y el lugar del mundo donde se celebre, los científicos tienen la oportunidad de reunirse en congresos, jornadas, simposios. Estos eventos permiten el intercambio de información en distintos formatos. Algunos estarán a cargo de presentar los temas principales del momento a través de conferencias centrales, otros podrán discutir y debatir diferentes enfoques o modelos sobre determinado tema con colegas en mesas redondas o paneles; y otros, generalmente la mayoría de los que participan de la reunión, lo hacen exponiendo sus resultados de investigación a través de sesiones de posters o paneles o ponencias orales, frente a sus pares y colegas. Y es generalmente aquí, donde esa dirección de mail que aparecía en el artículo adquiere un rostro, una historia, una trayectoria y puede transformarse en un contacto valioso para el trabajo de investigación y en muchas ocasiones, en una gran amistad.

Estos son los espacios de comunicación de la ciencia y sobre la ciencia que proponemos recuperar en este libro. Los trabajos que hemos discutido y elaborado en el contexto latinoamericano y especialmente en diferentes lugares de nuestra Argentina.

En este capítulo comentaremos los fundamentos de un proyecto financiado por la Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación, que nos permitió realizar un trabajo cooperativo con la Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia de Brasil, cuyos resultados se muestran en otros capítulos de este mismo libro.

Marco de pertenencia del proyecto redes

Una de las herramientas fundamentales con las que cuenta la Universidad de Buenos Aires (UBA) para apuntalar la internacionalización de nuestra Institución consiste en la promoción de redes internacionales, con el objetivo de vincularse con instituciones extranjeras, especialmente de aquellos países definidos como geografías prioritarias, como es el caso de América Latina. Por eso, en este caso la UBA, con sede en la Facultad de Farmacia y Bioquímica (FFYB), participa como institución convocante para la creación de una nueva red entre dos universidades nacionales, la UBA, cita en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y la Universidad Nacional del Litoral (UNL), con sede en la

ciudad de Santa Fe, en la Provincia de Santa Fe, y una universidad extranjera, la Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), en la ciudad de Jequié, Brasil.

La Universidad de Buenos Aires en el ámbito del Rectorado, ha establecido desde 1987 diversos mecanismos, con el objetivo de vincular a la Universidad con instituciones del exterior. En este sentido, a partir de 2007, se trabajó en la incorporación y formación de los recursos humanos del área, el aumento de la visibilidad en las Unidades Académicas en el plano internacional y la incorporación de nuevos programas y propuestas de proyección internacional. En 2010 el área fue jerarquizada a Secretaría de Relaciones Internacionales, potencializando su trabajo en pos de la internacionalización de la Universidad, con los siguientes objetivos:

- Fortalecer y consolidar el proceso de internacionalización de la UBA.
- Propiciar el fortalecimiento de las oficinas de Relaciones Internacionales de las Facultades en concordancia con las necesidades de cooperación internacional de cada Unidad Académica y de la Universidad en su conjunto.
- Impulsar el intercambio de estudiantes, docentes e investigadores con centros e instituciones internacionales de excelencia.
- Fomentar el intercambio y la integración social y cultural de la comunidad universitaria UBA con sus pares internacionales a fin de contribuir en su formación integral.

En el mismo sentido, la Universidad Nacional del Litoral estableció en el «Plan de Desarrollo Institucional 2010–2019. Hacia la Universidad del Centenario» tres Líneas de Orientación Principales (LOPs) que guiarán las gestiones institucionales. Particularmente, el presente proyecto de constitución de la red responde a los objetivos generales de la LOP III: cooperación prioritaria con la innovación en el entorno y conexión con una amplia red de internacionalización.

Una universidad que en interacción con la sociedad y el estado contribuya al desarrollo sustentable, facilitando la producción de bienes culturales, científicos y tecnológicos con una activa participación en los procesos de innovación; que actúe y se relacione plenamente a nivel nacional e internacional y promueva la cooperación, priorizando a la región latinoamericana, con énfasis en el Mercosur.

Objetivos generales:

- Fomentar la incorporación de ciencia y tecnología a la producción y al sector público, propulsando la sustentabilidad y la apropiación social del conocimiento y estimulando el espíritu emprendedor en la comunidad universitaria y en el sitio.

- Contribuir con el fortalecimiento de las identidades culturales, la cohesión social, la lucha contra la pobreza y los problemas sociales a los que está asociada, la promoción de una cultura de paz y la educación en valores, cultivando las expresiones culturales y artísticas para la construcción de ciudadanía en este tiempo global de complejidad creciente.
- Colaborar con los distintos niveles del estado y la sociedad en políticas públicas para el desarrollo sustentable e integrarse con el sistema educativo de nuestro sitio en general y, en particular, con las otras instituciones de educación superior.
- Impulsar políticas activas de internacionalización con énfasis en la integración regional de modo que la UNL se afiance como un nodo efectivo de conexión con amplias redes académicas, científicas, productivas y culturales que compartan nuestra misión y nuestros objetivos generales.

Con respecto a la institución brasileña, Universidade Estadual Do Sudoeste Da Bahia, específicamente expresa sobre las actividades de cooperación internacional:

- Uno de los valores es la creación e intensificación de convenios con instituciones internacionales.
- En obediencia al Plan Nacional de Educación, busca desarrollar acciones que contribuyan a la cooperación internacional, implantando el Núcleo de Asesoría Internacional. Ese núcleo tiene como directrices la promoción de acciones necesarias al proceso de internacionalización visando la expansión de la enseñanza, la investigación y la mejoría de la calidad de la enseñanza de grado y posgrado para el desarrollo científico, tecnológico y cultural. Tal iniciativa viene a promover el intercambio académico y científico de estudiantes, profesores y funcionarios con instituciones de enseñanza superior internacionales e intermediar el establecimiento de convenio de cooperación entre la UESB y otras universidades en redes y grupos de colaboración.
- Con respecto a la enseñanza en el nivel de posgrado y a la investigación en el Plan de Desarrollo Institucional de la UESB, están previstas acciones que busquen la expansión de las actividades de los programas de posgrado de modo de alcanzar la inserción internacional, el fortalecimiento de los vínculos de colaboración de los diversos grupos de investigación y la publicación de trabajos científicos con elevado impacto y el fomento a las condiciones logísticas para el intercambio entre profesores e investigadores extranjeros. También busca incentivar la participación de los estudiantes de posgrado en pasantías en instituciones en el exterior.

En resumen, ambas universidades argentinas comparten un marco de proyecto colectivo de Universidad, basado en los principios reformistas, conscientes de la importancia que la Universidad Pública Argentina y la Educación Superior tienen en el contexto social y en el desarrollo individual y colectivo de los ciudadanos. En conjunto, las políticas institucionales de las tres universidades intervinientes aseguran un espacio de trabajo colaborativo plausible de concretar actividades de articulación prósperas y productivas, con amplias posibilidades de transferencia a la región.

Hace mucho que venimos trabajando...

Lograr conformar un trabajo colaborativo en red es una tarea que requiere de tiempo, discusiones y consensos que pongan en juego los intereses y posibilidades de todos los participantes. Para mostrar el proceso de construcción de esta red, comentaremos algunos de los precedentes que dan cuenta del pasado compartido.

Esta Nueva Red cuenta con antecedentes de cooperación bilateral: entre UBA y UNL, UNL y UESB, y de manera informal entre UBA y UESB.

La vinculación entre los tres centros universitarios fue promovida por la UNL a raíz de la creación del Doctorado en Educación en Ciencias Experimentales (Acreditada Categoría A por CONEAU, Res. N° RESFC-2017-117-APN-CONEAU#ME; reconocimiento oficial y validez nacional del título por Ministerio de Educación, Res. N° 1842/13) con sede administrativa en la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (FBCB) y como sedes académicas, la FBCB y la Facultad de Humanidades y Ciencias.

Este Doctorado es el primero en su tipo en todo el territorio nacional. Entre sus principales antecedentes se encuentra la Maestría en Didáctica de las Ciencias Experimentales (Acreditada Categoría A por CONEAU, Res. N° RESFC-2017-106-APN-CONEAU#ME; reconocimiento oficial y validez nacional del título por Ministerio de Educación, Res. N° 255/09). La Maestría tiene como propósito brindar una formación de cuarto nivel a egresados de carreras universitarias, capacitándolos para contribuir en la elaboración de nuevos modelos y en la búsqueda de soluciones a los problemas educativos de las ciencias experimentales, regionales y nacionales, fomentando la actualización permanente del conocimiento. El título de Magíster en Didáctica de las Ciencias Experimentales contempla una orientación en Química o Biología según la temática de la tesis.

Por su parte el Doctorado en Educación en Ciencias Experimentales tiene como propósito formar graduados universitarios del más alto nivel académi-

co, capacitándolos para contribuir a la generación de nuevos conocimientos teóricos y empíricos, que contribuyan a repensar los problemas de la Educación, en particular en las Ciencias Experimentales, aplicados a la búsqueda de soluciones de la problemática regional y nacional.

A raíz de la creación del Doctorado y la necesidad de brindar una oferta académica de formación específica, el Director del Doctorado y Secretario Académico de la FBCB de la UNL, Dr. Odetti, convocó a la Dra. Lorenzo con el fin de integrar el plantel de profesores para el dictado de un curso de posgrado en dicho marco: «Enseñar y Aprender Ciencias Experimentales en Contextos Formales». Esto derivó en la implementación de actividades colaborativas entre los mencionados profesores y sus grupos de investigación, como por ejemplo la participación de ambos profesores como jurados de tesis en el área específica de sendas universidades.

Este primer paso, se continuó con la constitución del Consorcio Nacional de Grupos de Investigación de Educación Científica (CONGRIDEC) durante el 2013 impulsado por el Dr. Odetti, con la misión de consolidar definitivamente el campo de la investigación en educación en ciencias naturales y experimentales en nuestro país, para que crezca y fructifique, de modo que los resultados de sus investigaciones contribuyan a un mejoramiento de la calidad de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en todos los niveles del sistema educativo nacional, comenzando con la formación de profesores. Por otro lado y como complemento de lo anterior, hemos comenzado las gestiones para la firma de un Convenio Específico de Cooperación Académica entre la FFYB-UBA y la FBCB-UNL en consonancia con un Convenio Marco preexistente. Así también se inició la formación de nuevos recursos humanos a través de tesis de doctorado y becas de investigación financiadas por la UNL y el CONICET.

El *objetivo general* de este proyecto ha sido contribuir a la internacionalización de las universidades argentinas a través de la construcción de redes con otras universidades de la región en el campo del desarrollo y consolidación de la didáctica de las ciencias experimentales y naturales. Para ello habíamos planteado los siguientes *objetivos específicos*:

- Conformar una red de colaboración académica entre las universidades argentinas, en particular, la UBA y la UNL, con la UESB de Brasil, que permita una continuidad de trabajo posterior a la finalización del presente proyecto.
- Diseñar dispositivos para la formación de los recursos humanos a nivel de posgrado y posdoctorado en el marco de la red, que promueva actividades de investigación y el intercambio de estudiantes de posgrado, docentes, profesores visitantes.

- Apoyar la formación permanente de docentes universitarios y de nivel secundario en el área de las ciencias naturales y experimentales.
- Establecer mecanismos para la ampliación de la red en consonancia con el CONGRIDEC y otras universidades del Brasil y de la región.

Descripción del proyecto

La ciencia y la tecnología son parte trascendental del desarrollo socioeconómico de una nación soberana. Sin embargo, el desarrollo también se relaciona de manera insoslayable a la efectividad de los vínculos que puedan establecerse con los países de la región. Por ello, no es extraño que la Argentina como miembro activo de la reunión Cumbre de Presidentes de Iberoamérica celebrada en el 2010 en Mar del Plata, haya adherido al documento final de las Metas Educativas 2021, con el fin de mejorar la calidad y la equidad en la educación para hacer frente a la pobreza y a la desigualdad y, de esta forma, favorecer la inclusión social. El desafío implica la voluntad de conocer otras realidades para colaborar en la construcción conjunta de una agenda educativa estableciendo semejanzas y particularidades para el crecimiento de la región. Pero, para que el crecimiento logrado sea sostenido en el tiempo, resulta imperioso involucrarse activamente en acciones que aporten elementos que contribuyan a un mejoramiento de la educación científica para lo cual la didáctica de las ciencias resulta indiscutible.

El conocimiento científico y tecnológico desempeña actualmente un papel estratégico en los procesos que transforman las estructuras productivas, políticas y sociales a escala mundial, por lo que la producción de conocimientos en el ámbito universitario resulta de suma importancia. Sin embargo, estos conocimientos no pueden quedar aislados en su ámbito de producción, sino que se requiere de un complejo sistema de comunicación para que dichos conocimientos sean difundidos, conocidos, transferidos y aplicados a situaciones concretas.

Las ciencias avanzan por el trabajo serio de los científicos que incluye necesariamente, la capacidad de comunicar sus resultados generalmente utilizando un lenguaje altamente sofisticado y específico para cada disciplina. Es así que el lenguaje científico es un instrumento para pensar, crear y transmitir conceptos, métodos y metas que trasciende al lenguaje cotidiano (Schummer, 1998). Los lenguajes científicos, por ejemplo el de la química (Lorenzo, 2008), se caracterizan por la rigurosidad con que definen sus términos técnicos a la vez que sirven como sistema de recursos para la creación de nuevos significados. A pesar de que la imagen social del científico lo muestra habi-

tualmente enfrascado en su laboratorio de investigación, las personas dedicadas a la ciencia suelen destinar mucho tiempo a tareas que involucran al lenguaje, y a la comunicación. Por ejemplo, al informar sus resultados a la comunidad científica a través de la redacción de artículos científicos, presentaciones a congresos, y libros. Otras veces, deben ponerse en contacto con colegas para intercambiar información o discutir ideas, redactar proyectos de investigación para presentarlos ante diferentes organismos, y también, formar nuevos investigadores para llevar adelante el proceso investigativo.

Es interesante observar cómo el modo en que se representan los conceptos en ciencias evidencia el carácter evolutivo del pensamiento sobre ellos y cómo esto repercute en la docencia. Cuando en una clase de una determinada asignatura se desarrollan determinados contenidos, se emplea un lenguaje condicionado por el modelo teórico que explícita o implícitamente se adopta. Por lo tanto, en todo proceso de educación científica se debe procurar el aprendizaje del lenguaje científico en forma paralela y simultánea con los demás contenidos, para lograr un aprendizaje genuino (Mortimer, 1998).

Sin embargo, alcanzar buenos niveles en la comunicación no es tarea sencilla ni en la vida cotidiana ni mucho menos en las clases de ciencias (Cros, 2003). Es por eso que el discurso (lenguaje en acción) desempeña un papel trascendental en el proceso de construcción de significados compartidos entre profesores y alumnos ya que actúa como instrumento por su doble función representativa y comunicativa (Edward y Mercer, 1994). Se considera que para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias es necesario el conocimiento y el dominio del lenguaje científico en sus diferentes dimensiones (verbal oral y escrito, simbólico y gráfico). Por tanto, la comunicación que se establece en el aula entre los profesores y sus alumnos, y la variedad de recursos a los que recurren unos y otros cuando intentan construir significados compartidos es un tema clave (Coll y Onrubia, 1996).

En esta línea, la construcción de un entramado que permita el intercambio de la información producida en los centros de investigación universitarios se fortalece con los procesos de internacionalización universitaria, donde las redes constituyen una estrategia invaluable. Entendiendo entonces que la constitución de una red que se preocupe y se ocupe de los diferentes circuitos comunicativos que se establecen entre los diversos grupos de investigación que a su vez, tienen como objeto de estudio diversos circuitos comunicacionales al interior de sus propias instituciones, en el área de las ciencias naturales y experimentales (que incluyen química, física y biología), contribuirá al desarrollo del campo de investigación, y al fortalecimiento de la formación de profesores impactando finalmente en las clases de ciencias.

El plan propone un esfuerzo de articulación entre tres grupos de investigación en temáticas afines que a través de la constitución de la red puedan:

- Establecer un estado del arte del conocimiento generado en el campo.
- Integrar e intercambiar experiencias técnico–científico–pedagógicas.
- Alentar líneas de investigación a través del trabajo conjunto que contemple la formación de recursos humanos a través de becas, carreras de maestría y doctorado.
- Producir materiales didácticos y científico–académicos en el campo de la didáctica de las ciencias naturales y experimentales que contribuyan a la formación docente inicial y en servicio para profesores de niveles secundario, terciario y universitario.

Así, la universidad pública asume su rol protagónico como centro experimental y laboratorio pedagógico, para elaborar propuestas de intervención que sean verdaderamente transformadoras comprometiéndose con el progreso del conocimiento y la profesionalización de la carrera docente.

Atendiendo a la reciente creación del CONGRIDEC de la República Argentina, nos parece importante también intervenir en la gestión y federalización del conocimiento más allá de nuestras fronteras promoviendo la ampliación de la red. Así, este proyecto contribuirá al acortamiento de la brecha entre la investigación educativa y la práctica en el aula, al realizar una mediación entre los conocimientos elaborados en el campo científico y su traducción en conocimientos y actitudes operativas implicándose en una transformación rigurosa y crítica de la realidad. De este modo, conducirá a la elaboración de estrategias que permitan aportar elementos útiles para la formación de nuevos profesores y para la capacitación de aquellos en ejercicio. Esto redundará en un acercamiento entre los diferentes niveles del sistema educativo, mejorando así la calidad de la educación en ciencias.

Como consecuencia de la implementación de este proyecto creemos haber alcanzado un alto impacto en cuanto a:

- La consolidación y reconocimiento de la didáctica de las ciencias naturales y experimentales como vinculadas a las disciplinas de origen (química, física y biología).
- El crecimiento institucional a partir de la posibilidad de participar activamente en la actualización de profesores de diferentes niveles educativos.
- El fortalecimiento de la capacidad de llevar adelante proyectos de investigación en el campo, incrementando la formación de recursos humanos.
- Promoción a nivel internacional de las actividades de grado y de posgrado de las universidades participantes a través de la red.

- Articulación y estímulo de líneas de investigación en el campo de la didáctica de las ciencias naturales y experimentales con otros grupos nacionales y extranjeros.
- Consolidación de una red de interacciones científico–académica con el fin de constituir una red de cooperación con instituciones nacionales y extranjeras.
- Promoción de intercambio de estudiantes y tesis e investigadores entre las instituciones participantes.
- Identificación de las demandas regionales a la investigación en el área de la didáctica de las ciencias naturales y experimentales.

Referencias bibliográficas

- Coll, C. y Onrubia, J.** (1996). La construcción de significados compartidos en el aula: actividad conjunta y dispositivos semióticos en el control y seguimiento mutuo entre profesor y alumnos. En Coll, C. y Edwards, D. *Enseñanza, aprendizaje y discurso en el aula. Aproximaciones al estudio educacional* (pp 53–73). Madrid: Alianza Aprendizaje.
- Cros, A.** (2003). *Convencer en clase: Argumentación y discurso docente*. Barcelona: Ariel Lingüística.
- Edwards, D.; Mercer, N.** (1994). *El conocimiento compartido: El desarrollo de la comprensión en el aula*. Barcelona: Paidós.
- Lorenzo, M. G.** (2008). Destilación fraccionada de ideas condensadas. Una invitación al debate sobre la naturaleza de la química. *Educación en la Química*, 14(1), 17–24.
- Mortimer, E.** (1998). Multivoicedness and univocality in classroom discourse: an -example from theory of matter. *International Journal of Science Education*, 20(1), 67–82.
- Schummer, J.** (1998). The chemical core of chemistry I: A conceptual approach. *HYLE, An International Journal for the Philosophy of Chemistry*, 4(2), 129–162.