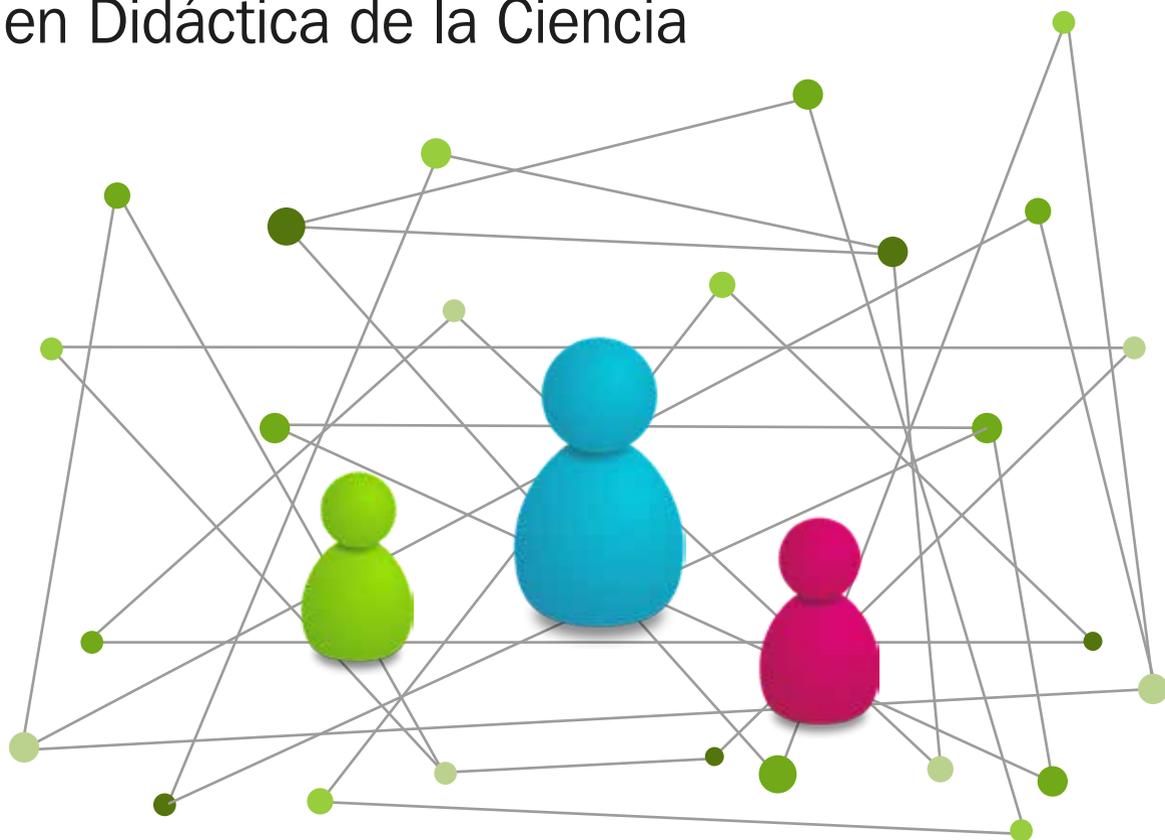


Comunicando la Ciencia

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**

Prólogo

Luz Lastres Flores*

Casi sin darnos cuenta, ha pasado más de medio siglo desde que algunos docentes de Ciencias empezaron a preocuparse por mejorar su accionar dentro del aula, a preguntarse si otros colegas compartían sus preocupaciones e intereses y dieron así comienzo a la investigación en el área, todavía difusa en ese momento, de la educación en Ciencias. Mucha agua ha corrido bajo los puentes desde aquellos inicios y muchas luchas se han desarrollado para tratar de convencer a los descreídos sobre la seriedad y valor de tales investigaciones. La lucha no ha sido en vano, por fortuna, y actualmente crece el número de grupos que se dedican afanosamente a estudiar desde diferentes ángulos todo lo relacionado con ese campo de estudios. Ya sea en relación con la formación del profesorado como en el campo de la capacitación en servicio, los problemas de los alumnos, la relación de temas científicos con otras áreas del conocimiento, y tantos otros temas, son ahora estudiados por grupos ya formados de investigadores y por jóvenes que se inician en esta apasionante tarea. Queda por delante mucho por hacer y entre otros problemas, surge como importante la posibilidad de comunicar lo que se está haciendo para que se establezca una fructífera comunicación entre grupos dispersos que no siempre están conectados. Esa es la intención con que los

* Doctora de la Universidad de Buenos Aires

responsables de este libro vienen trabajando desde hace ya cierto tiempo, tratar de relacionar y consolidar lazos entre grupos de investigación, compartir logros y dificultades y ampliar así el campo de intereses comunes.

Aparecen en esta obra dos partes bien diferenciadas: la primera se focaliza en los trabajos realizados por investigadores argentinos y brasileros en el marco del *Proyecto Redes Internacionales 8* de la Subsecretaría de Gestión y Políticas Universitarias, Ministerio de Educación de la República Argentina, que posibilitó la realización de un trabajo cooperativo entre la Universidade Estadual do Sudoeste da Bahía, de Brasil y las Universidades de Buenos Aires y del Litoral, de Argentina.

En la segunda parte se presentan varias de las líneas de investigación que se vienen desarrollando en diferentes regiones de nuestro país, a partir de los diversos trabajos que fueron presentados y debatidos en los seminarios de discusión durante el «I Workshop de Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales y Experimentales» (WIDICINYE).

La lectura de estas presentaciones sin duda activará la reflexión y el debate sobre diversos temas de interés para la didáctica de las ciencias, tales como la importancia de la formación inicial de profesores de todos los niveles, las actividades de posgrado, la problemática del lenguaje en el aula, las áreas de vacancia y otros temas. Por otra parte, estimo que servirá como muestra de lo que la comunidad de investigación viene construyendo y esperamos que contribuya a alentar nuevas tareas que enriquezcan este campo de estudio y permitan su definitivo posicionamiento y valoración como área de investigación enriquecedora para alumnos y docentes de todos los niveles educativos.

Agradecimientos

Cuando se plantea la importancia de comunicar la ciencia, ¿qué se está queriendo decir? La comunicación es un elemento clave para la ciencia, tanto para su interacción con el mundo no-científico, como para el establecimiento de relaciones al interior de la propia ciencia. Es decir, que podríamos distinguir entre dos niveles de interacción: la comunicación *de* la ciencia y la comunicación *en* la ciencia. De este modo, cobra sentido preguntarnos sobre los diferentes circuitos comunicativos, su grado de complejidad, los elementos que lo componen, sus funciones con el fin de conocerlos, describirlos, comprenderlos, y fundamentalmente recurrir a ellos de la manera más adecuada a cada caso en particular.

Como nuestro interés principal gira siempre en torno al estudio de las prácticas educativas en las aulas de ciencias, acotadas al campo de las naturales y de la salud, orientaremos la discusión hacia ese lado. Así, organizamos este texto a partir del trabajo realizado durante dos años (2015 y 2016) en el que abordamos esta problemática a partir de diferentes proyectos y dispositivos. Por eso, este libro compila un conjunto de trabajos que van desde resultados de investigación en didáctica de las ciencias hasta reflexiones y orientaciones derivadas de los diferentes tipos de investigaciones presentadas y de las experiencias en el campo de la formación de los profesores. A su vez, pretendemos que este material retroalimente futuras investigaciones, contribuya y estimule a nuevos investigadores en el área de la didáctica de las ciencias y sirva además para la reflexión de los docentes de todos los niveles educativos.

En la primera parte de este material se incluyen las aportaciones surgidas de los trabajos realizados en el marco del *Proyecto Redes Internacionales 8* de la Subsecretaría de Gestión y Políticas Universitarias, Ministerio de Educación de la República Argentina (daremos mayores detalles en el Capítulo 1) por investigadores argentinos y brasileros. En la segunda parte, se incluyen y se discuten los trabajos presentados en el «Primer Workshop de Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales y Experimentales» que permiten apreciar las líneas de investigación que en el campo de la didáctica de la ciencia vienen desarrollándose en la República Argentina.

La riqueza de este material se basa principalmente en su heterogeneidad, en la diversidad de propuestas y de enfoques, en la creatividad individual de los diferentes grupos que aportaron al trabajo colectivo y que nos ha permitido durante este tiempo enriquecer nuestra propia práctica poniendo en cuestionamiento lo cotidiano. Es por tanto una invitación a la reflexión, a repensar lo propio y lo ajeno con una perspectiva más amplia. Nos muestra lo que hay, lo que está, lo que hemos venido haciendo y nos proyecta hacia uno o más caminos posibles, hacia un mismo horizonte, tan inalcanzable como necesario.

Como todo material que finalmente se concreta, encierra el trabajo dedicado e invisible de muchas personas e instituciones que brindaron su apoyo para su realización.

Este trabajo no hubiera sido posible sin el financiamiento brindado por los siguientes organismos a través de los subsidios:

–*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).

–*RC-2015-027. «Workshop de Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales y Experimentales (WIDICINYE)»*, Res. N° 490/15 de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (23/09/2015).

–*UBANEX 7ma Convocatoria 2014. Aprendizaje y servicios: promoviendo la integración social. Ciencia entre todos como camino para la inclusión social.* EXP–UBA: 50.454/2014. Res. CS N° 2524 (13/05/2015).

–*UBANEX 8va Convocatoria 2015. Bicentenario de la Independencia. Ciencia entre todos como camino para la inclusión social.* EXP–UBA: 52.995/2015. Res. CS N° 4927 (08/06/2016).

Auspicios



Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral (Res. CD N°60/16; Expte. 126.928/16).

Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (Res. CD N° 1028/16; Expte. 15219/16).

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–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.

Capítulo II

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

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

Este capítulo discute el rol del lenguaje y del discurso en la enseñanza y el aprendizaje de ciencias naturales. Se destaca la importancia de la consideración de rupturas entre el discurso o lenguaje cotidiano y el empleado por las ciencias y su relación con el aprendizaje. En él también se observa la toma de conciencia en el campo de la didáctica de las ciencias con respecto a las diferencias culturales y su influencia sobre las interacciones discursivas en el salón de clases. Son presentados y discutidos algunos conceptos de la teoría del discurso pedagógico de Basil Bernstein como marco teórico oriundo de la sociología de la educación, capaz de dar cuenta del estudio y de la comprensión de aspectos y características relevantes sobre el lenguaje y el discurso para la enseñanza de las ciencias. El capítulo concluye con algunas consideraciones sobre el cambio y la innovación en la enseñanza de las ciencias naturales y la necesidad de incorporar la atención sobre cuestiones asociadas al discurso y al lenguaje en las prácticas innovadoras.

Introducción

Los estudios sobre el lenguaje y el discurso en el aula adquirieron gran importancia en el campo de la didáctica de las ciencias en las últimas décadas. Las investigaciones sobre las interacciones discursivas en situaciones reales que ocurren en el salón de clases buscan contribuir con el entendimiento de procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales. Definido de forma amplia, el lenguaje se refiere a la acción de expresión o la comunicación de un mensaje y también puede ser considerada, según Soares (1989), el principal producto de la cultura y el instrumento de su transmisión. El discurso, a la vez, es el lenguaje en uso en un cierto contexto conectado a una práctica social, como por ejemplo, las clases de ciencias naturales en las escuelas secundarias (Kelly, 2008).

Desde distintas áreas del conocimiento como la sociología o la sociolingüística, ciertos autores como Magda Soares (1989) y Basil Bernstein (2001) han alertado sobre las diferencias entre las formas de socialización de los diferentes grupos sociales que cohabitan una dada sociedad. Esas diferencias observadas generan a su vez modos distintos en el uso del lenguaje. Según Bernstein, las formas distintas de socialización de los diferentes grupos sociales generan sistemas de lenguaje o códigos sociolingüísticos que pueden ser bastante diferentes entre sí, y por ende, determinan el comportamiento, los modos de ver y de pensar de los individuos y del grupo social que constituye una comunidad.

En determinados contextos sociales el uso de distintos códigos sociolingüísticos presentes en el discurso puede generar incomprendiones mutuas y eso, a su vez, es capaz de provocar problemas y prejuicios para los hablantes. Tales situaciones se tornan más evidentes cuando el lenguaje utilizado es muy específico, como en el caso del lenguaje científico, especialmente cuando no es dominado por todos los hablantes, como puede ser el contexto de la escuela donde los alumnos recién empiezan a aprender tal lenguaje. El lenguaje científico presenta características particulares y el discurso escolar científico se aleja del lenguaje cotidiano con el cual los estudiantes están socializados. Eso provoca dificultades a los estudiantes cuando son sometidos a un ambiente poblado con códigos no familiares a ellos (El-Hani y Mortimer, 2010; Maldaner y Zanon, 2010; Mortimer, 2010; Santos, 2014; Souza, 2015).

Los profesores de ciencias naturales cuando dan clases en la escuela, utilizan el lenguaje científico para comunicar el conocimiento elaborado por las Ciencias. En ese caso, «el lenguaje es visto como un “medio” para obtenerse un “fin”» (Smolka, 1995). El lenguaje asume, por lo tanto, un lugar destacado, pues constituye el instrumento de mediación para la enseñanza y el aprendizaje (Machado y Moura, 1995).

El lenguaje científico presenta particularidades específicas y merece, por ese motivo, una atención especial de los docentes, ya que tiene el potencial de actuar sobre la comprensión de los conceptos. De acuerdo con Oliveira *et al.* (2009), la exploración del lenguaje en las clases de Ciencias es un tema aún poco explorado en la Didáctica de las Ciencias pero, por otro lado, ese tema involucra una enorme complejidad pues su exploración demanda diferentes saberes multidisciplinares. La atención al lenguaje, por lo expuesto, estaría no sobre los docentes, o los alumnos o en el contenido, sino en las interacciones que ocurren en los procesos de enseñanza y aprendizaje, dado que es en esa dinámica interactiva que la actividad cognitiva se establece por medio del otro y de su uso del lenguaje.

En este capítulo presentamos algunos aspectos relativos a la investigación y las teorías que abordan desde distintos enfoques las relaciones entre el lenguaje y el discurso en el aula y la enseñanza y el aprendizaje de ciencias naturales, particularmente la química, que es la rama de las ciencias en la que los autores dedican la mayoría de sus propias investigaciones. A lo largo del texto defendemos nuestra opción teórica de abordaje de las interacciones discursivas y presentamos algunos conceptos de esa opción, con la cual brindamos una experiencia de intervención en el aula guiada por esa teoría en otro capítulo de este libro.

La adquisición del lenguaje científico en clases de química

Para aprender la ciencia es importante no solamente el conocimiento del lenguaje científico o de su vocabulario, sino también los procesos de pensamiento científico. A su vez, conocer y usar el lenguaje científico contribuye a comprender los conceptos esenciales del conocimiento científico producido por la sociedad en que estamos todos inmersos.

Sin embargo, uno de los aspectos problemáticos para el aprendizaje es que muchos docentes no reconocen la importancia de discutir con sus alumnos el sentido y el uso de las palabras usadas en la descripción de las ideas científicas. Los alumnos pueden no percibir que una determinada palabra presenta diferentes sentidos en contextos distintos y no aprender cuál es el sentido más apropiado para el contexto de la clase de ciencias. Los alumnos pueden, en consecuencia, presentar dificultades con las tareas escolares por no saber interpretar correctamente un enunciado y obtener la información necesaria para su resolución, por no comprender el objetivo de lo que deben hacer o aun no saber exponer sus ideas de un modo sistemático y organizado.

El lenguaje científico tiene su propia estructura y reglas específicas para su empleo y muchos problemas en el aula se originan en la particularidad de ese lenguaje que muchas veces se opone a la experiencia común y el lenguaje ordinario de los alumnos. Tal disparidad exige de los alumnos un gran esfuerzo para descubrir sus significados y puede ser la fuente de dificultad de muchos estudiantes (Lemke, 1997). En ese sentido Oliveira *et al.* (2009) nos alertan que:

El lenguaje en el aula, por su simplificación y subjetividad inherente, puede transformarse en un obstáculo epistemológico, determinando factores que afectan el conocimiento científico alejándolo de las teorías y de sus contenidos. Como ejemplo, una teoría puede exigir un cierto número de conceptos y el lenguaje empleado, por ejemplo, en una perspectiva explicativa solo sugiere uno de estos conceptos.

Considerando lo expuesto respecto de las relaciones entre el lenguaje y el conocimiento científico, comprendemos el acto de enseñar ciencias caracterizado como el conjunto o serie de oportunidades que el docente desarrolla junto a sus alumnos que les permitirá acercarse y apropiarse del lenguaje científico. Por este motivo el lenguaje asume un rol destacado para el buen desempeño comunicativo entre docentes y alumnos en el aula de química, y el docente, por medio de su práctica, puede promover (o no) la participación de los alumnos, pues ninguna práctica es exitosa si no hay una interacción y el entendimiento adecuados entre el lenguaje del docente y la comprensión de los alumnos.

De acuerdo con Chassot (2011), el lenguaje químico posee un estatuto propio que no debe ser dejado de lado por los docentes, pero es necesario traducir ese lenguaje «para facilitar el entendimiento de los analfabetos científicos que nosotros debemos alfabetizar». ¿Pero cómo hacer esa traducción? O más profundamente, como cuestionado por Rosa (2004), «¿Cómo posibilitar a mis alumnos el acceso a la cultura científica para que ellos disfruten de ese tipo de conocimiento en su entorno social?». Creemos que para enfrentar ese desafío el docente de química debe usar su sensibilidad y percepción para promover una enseñanza que considere los diferentes contextos sociales en que la educación está presente.

Las investigaciones sobre las interacciones discursivas

De acuerdo con Kelly (2008), el creciente número de investigaciones sobre las interacciones discursivas en el aula de ciencias naturales ha arrojado luz sobre los procesos de construcción de conocimiento científico entre docentes y alumnos y ha dado una importante contribución para la comprensión y caracterización del desempeño y el aprendizaje de los conceptos por los estudiantes. Sin embargo, aún quedan ciertas brechas a explorar, siendo la formación de profesores una debilidad de las investigaciones alrededor de las interacciones discursivas. Kelly también argumenta que los resultados ya obtenidos no son capaces de influenciar las prácticas áulicas. Según Lemke (2001), eso ocurre porque los aspectos social, cultural y lingüístico no son tomados en cuenta lo suficiente por quien enseña o quien forma los docentes. Conforme argumentamos a lo largo de ese texto, basados en la observación de Morais, Peneda, Neves y Cardoso (1992), la dimensión sociológica ha estado ausente en la práctica y en la teoría del desarrollo y formación de los profesores.

Los aspectos relacionados con el aprendizaje y las formas de comunicación en la escuela tampoco son tomados en cuenta durante la formación pedagógica de los docentes de química. De acuerdo con Schnetzler, la formación de los docentes del área de ciencias naturales es, en gran medida, un reflejo particular de las comunidades científicas. Para Morais y Neves (2012), la dificultad en la implementación de nuevas modalidades de enseñanza también se relaciona con la forma con que los docentes del área de las ciencias son socializados. Eso tiene que ver con la ausencia de la dimensión sociológica en la formación docente del profesorado de ciencias naturales, una vez que, según Morais *et al.* (2004), los paradigmas dominantes de los cursos de formación se originan en la psicología y en la epistemología.

Para comprender las razones del fracaso de los paradigmas dominantes en la enseñanza de las ciencias es necesario investigar la forma como el discurso pedagógico es producido y practicado. Para enseñar ciencias, no «basta conocer el contenido y aplicar algunas técnicas pedagógicas debidamente entrenadas» (Schnetzler, 2000). Es importante tomar en consideración las implicaciones del contexto social de educación en el cual la escuela está insertada (Silva, 2015). Sin embargo, de acuerdo con Mortimer y Scott:

Poco se sabe cómo los docentes dan soporte al proceso por el cual los estudiantes construyen significados en la clase de ciencias, sobre como las interacciones son producidas y sobre como los diferentes tipos de discurso pueden auxiliar el aprendizaje de los estudiantes.

Mortimer (2000) llama la atención sobre la importancia de que los investigadores conozcan los modos discursivos empleados por los docentes para llevar sus alumnos a comprender los contenidos y actividades en el aula, antes de buscar contribuir con innovaciones y cambios en la enseñanza. Para ese autor, es el conocimiento producido por investigaciones de esa naturaleza el que guiará los cambios más eficaces en las prácticas pedagógicas.

Un dato relevante de apropiación de las dimensiones social y cultural para la didáctica de las ciencias es que la incorporación de los estudios culturales por aquellos que discuten los currículos, por ejemplo, recién empieza durante los años 1990. De ese modo, el campo educativo «pasó a enfocar no solo la escuela, sino los espacios de afuera, relevantes para la educación» (Macedo, 2004). Eso conlleva la importancia del rol mediador que el docente de ciencias asume en el aula, pues su práctica pedagógica es el resultado tanto de su formación profesional como personal. En las palabras de El-Hani y Mortimer (2010):

Como nuestra experiencia social es diversa y multifacética, no compartimos solamente una serie de significados que empleamos para lidiar con la experiencia; al revés, tenemos a la disposición una diversidad de significados estabilizados en diferentes lenguajes sociales, siendo que el peso que damos a cada uno de ellos depende de la extensión en la cual tuvimos oportunidades, a lo largo de nuestra formación, de emplearlos de modo fértil para dar cuenta de los desafíos puestos por nuestras experiencias.

Según Morais (2002), aun no siendo tan popular entre los didactas de las ciencias como la perspectiva socioconstructivista de Lev Vigotsky, la teoría del discurso pedagógico de Basil Bernstein también contiene conceptos que contribuyen a definir el aprendizaje en contextos sociales que ayudan a comprender mejor la relación entre las dimensiones sociológica y psicológica de la realidad social de las clases en las cuales los docentes actúan (Souza, Silva, Santos y Santos, 2013).

Algunas investigaciones recientes y orientadas por la perspectiva sociológica de Bernstein han contribuido con la comprensión de la adquisición del lenguaje científico y la influencia del contexto social en ese proceso en las clases de química (Santos, 2014; Souza, 2015; Silva, 2015; Santos, Santos y Silva, 2014). Souza argumenta que esa adquisición por el alumno no puede estar basada en una práctica de enseñanza anclada en un bajo nivel de exigencia conceptual. Por eso, el docente debe ofrecer los conocimientos teóricos, respetando los niveles de complejidad y abstracción propios del conocimiento científico. Estos procesos serán más eficaces cuando se permite que la enseñanza sea desarrollada con el empleo de un lenguaje próximo a

aquél que los alumnos traen al salón de clases y relacionándolo con situaciones y fenómenos del conocimiento que ya poseen, pero sin simplificar las informaciones necesarias para que los alumnos interpreten los fenómenos y aprendan los conceptos de las ciencias.

La teoría social sobre el discurso pedagógico de Basil Bernstein

Diversos estudios han defendido que los alumnos se beneficiarían si los docentes tomasen en consideración las diferencias tanto sociales como culturales presentes en el contexto del salón de clases (Morais *et al.* 1992; Cazden; Lemke, 1997; Driver *et al.*; Morais *et al.*, 2004). La definición de Bernstein sobre la relación pedagógica contribuye a la percepción de ese beneficio, una vez que para ese autor una «práctica pedagógica puede ser comprendida como un conductor cultural: un dispositivo singularmente humano tanto para la reproducción como para la producción de cultura» (1996). Uno de los principios de la teoría bernsteiniana es la relación que él establece entre códigos sociolingüísticos y relaciones de clase.

Bernstein (1996) utiliza el concepto de *relaciones de clase* para designar desigualdades en la distribución de poder y en los principios de control entre los diferentes grupos sociales. Él explica que el poder (responsable de controlar el orden entre las relaciones legítimas) y el control (responsable de establecer las formas de comunicación legítimas) se traducen como principios de comunicación distribuidos de formas desiguales entre las clases sociales, e influyen de ese modo los procesos de reproducción cultural, pues «en la medida que hablamos unos con los otros y en que actuamos en el mundo, estamos realizando las relaciones de poder y las relaciones de control» (Bernstein, 1998).

Es por medio de los procesos de socialización, especialmente la primaria, es decir, aquella que acontece en el contexto familiar, que los sujetos adquieren los códigos elaborados y/o restrictos que les permite realizar una comunicación apropiada para los diferentes contextos sociales. El modo lingüístico de la socialización primaria va a orientar a los individuos en una dirección que, una vez dada, es progresivamente cristalizada. Las implicaciones de esa dirección van siendo construidas y transformando las experiencias cognitiva, afectiva y social de los sujetos. De ese modo, el lenguaje tornase un condicionante poderoso sobre lo que es aprendido y del cómo es aprendido. Bernstein argumenta que «el código que el niño trae a la escuela simboliza su identidad social» (Bernstein, 1974; Díaz, 2001).

El discurso promovido por la escuela está situado en un código elaborado, una vez que los saberes y competencias que deben ser aprendidos son de orden elevado. Sin embargo, a pesar del deber de la escuela de tornar ese código accesible a todos los estudiantes, según Morais *et al.* (1992), los niños oriundos de las clases sociales menos favorecidas presentan una mayor dificultad de comprensión, pues, en su mayoría, ellos están menos familiarizados con los códigos elaborados (Souza, 2015). De acuerdo con Bernstein, las dificultades de estos alumnos no son debidas a un déficit en su lenguaje o en su capacidad cognitiva, sino a la confrontación entre distintos códigos en el contexto escolar, una vez que sus experiencias y formas de comunicación en el contexto familiar son fundamentales para la educación formal, durante la transición entre la familia y la escuela.

Según Nozaki y Dias (1999), en su análisis del rol de la escuela para las diferentes clases sociales Bernstein:

Explica primeramente que la escuela es una institución en que cada aspecto del presente está perfectamente relacionado a un futuro distante y tiene como meta apoyar el desarrollo de la conciencia del yo y la diferenciación o discriminación cognitiva y afectiva y desarrolla e estimula relaciones mediatizadas.

Entre la escuela y la comunidad a que pertenecen muchos alumnos puede existir una discontinuidad cultural originada en dos sistemas de comunicación radicalmente diferentes entre sí: el escolar y el familiar. De esa manera, para Nozaki y Dias, muchos alumnos de las clases sociales menos favorecidas económicamente, cuando van a la escuela, penetran en un sistema simbólico que no les ofrece cualquier enlace con su cultura primaria y por eso pueden fracasar en el aprendizaje escolar.

Un verdadero cambio o innovación en las prácticas de enseñanza pasa por tomar en cuenta las discontinuidades existentes entre el discurso científico de la escuela y aquel que traen los alumnos al salón de clases. Los alumnos deben aprender a reconocer las características y reglas presentes en el discurso escolar y cabe al docente facilitar ese aprendizaje, para tornarlos familiarizados y competentes en el uso del lenguaje y de participación en las interacciones. Para eso, los docentes deben estar sensibilizados para las características presentes en su propio discurso, reconociendo las modalidades que más favorecen la adquisición del lenguaje y de los conceptos. Eso involucra una reflexión sobre la propia práctica pedagógica, para que sea posible su transformación. De eso trataremos en otro capítulo, donde presentamos una experiencia de una profesora de química que busca modular su discurso verificando sus efectos sobre las interacciones discursivas en el aula.

Referencias bibliográficas

- Bernstein, B.** (1996). *A estruturação do discurso pedagógico: classe, códigos e controle*. Petrópolis, RJ: Vozes.
- . (1998). *Pedagogía, control simbólico e identidad: teoría, investigación y crítica*. Madrid: Morata.
- . (2001). *La estructura del discurso pedagógico: clases, códigos y control*. Madrid: Morata.
- Cazden, C. B.** (1997). El discurso del aula. En Wittrock, M.C. (Comp.), *La investigación de la enseñanza*, vol. III. Profesores y Alumnos. Barcelona: Paidós.
- Chassot, A.** (2011). *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. Ijuí: Unijuí.
- Díaz, M. V.** (2001). *Del discurso pedagógico: problemas críticos. Poder, control y discurso pedagógico*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.
- Driver, R.; Asoko, H.; Leach, J.; Mortimer, E. F. y Scott, P.** (1999). Construindo conhecimento científico na sala de aula. *Química nova na escola*, 9, 31–40. Recuperado de <http://www.qnesc.sbq.org.br/online/qnesc09/aluno.pdf>. (20/04/13).
- El-Hani, C. y Mortimer, E. F.** (2010). O valor pragmático da linguagem cotidiana. En Dalben, Â.; Diniz, J.; Leal, L. y Santos, L. *Convergência e tensões no campo da formação e do trabalho docente: Educ. ambiental, educ. em ciências e educ. matemática* (pp. 327–350). Belo Horizonte: Autêntica
- Kelly, G. J.** (2008). Discourse in science classroom. En Abell, S. K.; Lederman, N.G. (eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 443–469). New York: Routledge.
- Lemke, J. L.** (1997). *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Paidós: Barcelona.
- . (2001). Articulating communities: sociocultural perspective son Science Education. *JRST Special Section Perspective son Learning Science*, D. Wong (Ed.), 38(3), 296–316. Recuperado de http://www.smerg.moodle.ell.aau.dk/file.php/1/general_socio_literature/Lemke_2001.PDF. (02/11/12).
- Macedo, E.** (2004). Ciências, tecnologia e desenvolvimento: uma visão cultural do currículo de ciências. En Lopes, A.C. y Macedo, E. (Orgs), *Currículo de ciências em debate* (pp. 119–152). SP, Campinas: Papirus.
- Machado, A. H. y Moura, A. L. A.** (1995). Concepções sobre o papel da linguagem no processo de elaboração conceitual em química. *Química Nova na Escola*, 2, 27–30. Recuperado de <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc02/pesquisa.pdf>. (10/04/12).
- Maldaner, O. A. y Zanon, L. B.** (2010). Pesquisa educacional e produção de conhecimento do professor de química. En Santos, W. L. P. y Maldaner, O. A. (orgs.), *Ensino de química em foco* (pp. 331–365). RS, Ijuí: Unijuí.
- Morais, A. M.; Peneda, D.; Neves, I.; Cardoso, L.** (1992). *Socialização primária e prática pedagógica*, Vol I. Lisboa: Fundação Gulbenkian.
- Morais, A. M.** (2002). Práticas pedagógicas na formação inicial e práticas dos professores. *Revista de educação*, XI (1), 51–59. Recuperado de <http://revista.educ.fc.ul.pt/>
- Morais, A. M.; Neves, I. P. y Pires, D.** (2004). The what and the how of tea chingand learning: Going dee perinto sociological analysis and intervention. Revised personal version of

the final text of the article published. En Muller, J.; Davies, B. y Morais, A. (Eds.), *Thinking with Bernstein, working with Bernstein*. London: Routledge.

Morais, A. M. y Neves, I.P. (2012). Estrutura de conhecimento e exigência conceitual na educação em ciências. *Educação, Sociedade & Culturas*, 37, 63–88.

Mortimer, E. F. (2000). *Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências*. MG, Belo Horizonte: UFMG.

Mortimer, E. F. y Scott, P. (2002). Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. *Investigações em ensino de ciências*, 7(3), 283–306.

Mortimer, E. F. (2010). As chamadas e os cristais revisados: estabelecendo diálogos entre a linguagem científica e a linguagem cotidiana no ensino de ciências da natureza. En Santos, W. L. P. y Maldaner, O. A. (Orgs), *Ensino de química em foco* (pp. 181–207). RS, Ijuí: Unijuí.

Nozaki, I. y Dias T. L. (1999). Fracasso escolar e controle simbólico. *Revista de Educação Pública*, 8(13), 25–42.

Oliveira, T.; Freire, A.; Carvalho, C.; Azevedo, M.; Freire, S. y Baptista, M. (2009). Compreendendo a aprendizagem da linguagem científica na formação de professores de ciências. *Educar* (34), pp. 19–33. Curitiba: UFPR.

Rosa, M. I. P. (2004). *Investigação e ensino: articulação e possibilidade na formação de professores de ciências*. RS, Ijuí: Unijuí.

Santos, B. F.; Santos, K. N. y Silva, E. S. (2014). Interações discursivas em aulas de química ao redor de atividades experimentais: uma análise sociológica. *Revista ensaio*, 16(03), 227–246.

Santos, B. F. (2014). Contribuições da sociologia de Basil Bernstein para a pesquisa sobre a linguagem e interações discursivas nas aulas de Ciências. En dos Santos, B. F. y Sá L. P. (Org.), *Linguagem e ensino de ciências: ensaios e investigações*, 1 (pp. 55–66). RS, Ijuí: Unijuí.

Santos, K. N. (2015). *A instrução da tarefa: uma análise de aulas de química como contribuição à modelização do ensino*. (Dissertação de mestrado). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, PPG-Educação Científica e Formação de Professores, Jequié, Brasil. En la impresión.

Schnetzler, R. P. (2000). O professor de ciências: problema e tendências de sua formação. En Schnetzler, R.P. y Aragão, R.M.R. (Orgs.), *Ensino de ciências: fundamentos e abordagens* (pp. 12–41). SP, Campinas: CAPS/UNIMEP.

Smolka, A. L. B. (1995). A concepção de linguagem como instrumento: Um questionamento sobre práticas discursivas e educação formal. *Temas em psicologia* (2), 11–21.

Soares, M. (1989). *Linguagem e escola: uma perspectiva social*. São Paulo: Ática.

Souza, G. M.; Silva, E.; Santos, K. N. y Santos, B. F. (2013). A pesquisa sobre linguagem e ensino de ciências no Brasil em teses e dissertações (2000–2011). *Anais do IX ENPEC – Encontro nacional de pesquisa em ensino de ciências*. Águas de Lindóia.

Souza, G. M. (2015). *A influência do contexto social sobre a prática pedagógica de Química: uma análise na perspectiva de Basil Bernstein* (Dissertação de mestrado). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, PPG-Educação Científica e Formação de Professores, Jequié, Brasil. En la impresión.

Silva, E. S. (2015). *A remodelagem de uma prática pedagógica em torno das regras discursivas e hierárquicas no ensino de química: contribuições da sociologia de Basil Bernstein*. (Dissertação de mestrado). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, PPG-Educação Científica e Formação de Professores, Jequié, Brasil. En la impressão.

Capítulo III

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

Eliana Sardinha da Silva y Bruno Ferreira dos Santos

En este capítulo presentamos y discutimos los resultados de una intervención en la enseñanza de la química en una escuela secundaria brasileña, donde la docente alteró características sociológicas de su propia práctica pedagógica. Basada en la teoría sobre el discurso pedagógico de Basil Bernstein, la intervención consistió en un remodelado de la práctica y en la comparación del desempeño de la docente y de los alumnos entre dos turmas. Las características sociológicas analizadas son relacionadas con las reglas jerárquicas y discursivas de la comunicación en el aula, y el remodelado buscó cambiar los grados de enmarcamiento de esas reglas. Los resultados de la intervención refuerzan la necesidad de implementar prácticas pedagógicas que posibiliten la mayor participación de los alumnos en el aula, lo que implica relaciones más horizontales entre docente y estudiantes.

Introducción

Aunque las investigaciones en el área de la didáctica de las ciencias relacionadas con las interacciones discursivas en el aula hayan revelado muchos aspectos sobre los procesos de construcción del conocimiento en el salón de clases (Kelly, 2008), los resultados aún son tímidos para que podamos comprender «cómo el discurso docente es construido y constituido con base en la relación dialéctica entre las cuestiones macro y micro sociales» (Lima y Martins, 2011). Tomando como base esa perspectiva, buscamos analizar los efectos del remodelado de una práctica pedagógica que altera sus características sociológicas, durante la definición de tareas y actividades, y verificar cómo ese cambio es capaz de elevar la participación del alumnado y de las interacciones discursivas entre docente y alumnos en la clase de química.

Para eso nos amparamos en la teoría sociológica de Basil Bernstein (1993, 1998) y en los instrumentos analíticos desarrollados por Morais y Neves (2003a; 2003b), que posibilitaron analizar los datos e interpretar los resultados de esa experiencia. La teoría sociológica de Basil Bernstein, aunque sea poco diseminada en los estudios de la didáctica de las ciencias, presenta, a la par de las teorías derivadas de la psicología del aprendizaje, el potencial de interpretar las interacciones discursivas examinando cuestiones sobre el aprendizaje y el desempeño, y aun unir en su examen, los «micro momentos» de las interacciones con aspectos «macro» de las instituciones educativas (Santos, 2014).

El contexto de aplicación

Los sujetos de esa experiencia fueron la docente de química y los alumnos de dos clases (A y B) del primer año de la enseñanza media de una escuela pública de la ciudad de Jequié, Estado de Bahía, Brasil. Aunque divididos en dos clases, los estudiantes pertenecen a un mismo contexto socioeconómico. La elección del colegio y de las clases obedeció a criterios establecidos en un proyecto de investigación más amplio, que estudia las interacciones discursivas en clases de química en diferentes contextos socioeconómicos. El primer año de la enseñanza media en Brasil es aquel en que los estudiantes inician el aprendizaje de química de forma independiente de las demás ciencias.

La docente es titulada profesora de química por una universidad, y trabaja como docente hace aproximadamente trece años. Los alumnos (41 chicas y 32 chicos) fueron divididos en las dos clases institucionalmente por la propia escuela. Sus edades varían entre 14 y 20 años, habiendo predominancia de alumnos con 15 años en la clase A y 17 en la clase B. La clase A, tenía más estudian-

tes (39 en total), pero ellos presentaban mejor comportamiento en cuanto a disciplina y participaban más durante las clases, comparada con la clase B (34 alumnos), cuyos estudiantes eran menos participativos y más indisciplinados. Además, la clase B poseía ocho alumnos que repetían el primer año, mientras en la A todos cursaban por primera vez la enseñanza media.

Frente a tales características, la clase A fue elegida como la clase control (TA) y la clase B como la experimental (TB), es decir, la clase B fue aquella donde se realizó el remodelado de la práctica pedagógica en relación con la clase A. Más detalles de la experiencia serán presentados en sesión *Propuesta de actividad*. Los datos presentados solamente fueron recogidos después de que el Comité de Ética de nuestra universidad hubiera aprobado la realización de la investigación.

La base teórica de la experiencia

En el salón de clases, el análisis de las interacciones entre docente y alumnos posibilita definir las relaciones de poder y de control, de acuerdo con la teoría de Bernstein (2001) sobre el discurso pedagógico. Para este sociólogo, el poder, expresado por medio del concepto de clasificación, establece las relaciones entre determinadas formas de interacción; y el control, expresado por medio del concepto de enmarcamiento, determina las relaciones dentro de estas formas de interacción: eso significa que el control constituye las formas de comunicación entre los sujetos, y el poder establece las relaciones entre las diferentes categorías (sujetos, discursos y espacios).

Los conceptos de clasificación y enmarcamiento también nos permiten analizar cómo se constituye el discurso pedagógico en los espacios micro-sociales como el salón de clases, es decir, cómo el discurso es traducido para los alumnos y en cuáles situaciones éste se torna más o menos accesible para los mismos. Para Bernstein, el discurso pedagógico «consiste en reglas de comunicación especializadas mediante las cuales los sujetos pedagógicos son creados de forma selectiva» (2001). A su vez, éste puede estar compuesto por dos tipos de discurso: el regulador, que es dado por las reglas de orden social, y el instruccional, que dice respecto de la «transmisión/adquisición de competencias específicas». Este conjunto de reglas «constituye el código a ser adquirido en el contexto *pedagógico del aula*» (Galian, 2012), y para Morais *et al.* (2004), pueden ser caracterizadas por diferentes valores de enmarcamiento (E) y clasificación (C), que varían desde muy fuerte a muy débil (E^{++} , E^+ , E^- , E^{--} y C^{++} , C^+ , C^- , C^{--}).

Los contenidos trabajados

Los contenidos presentes en la secuencia de clases que serán observados más adelante en este texto están divididos de acuerdo con el tipo de discurso: regulador e instruccional. En el primer tipo, tenemos el comportamiento de los alumnos en el salón de clases y la conversación paralela entre los alumnos como contenidos referentes al discurso regulador; los contenidos del discurso instruccional incluyen el conocimiento químico, los enlaces químicos, propiedades de la materia y de la energía y los usos de la química.

Propuesta de la actividad

Caracterizamos esa actividad como una investigación del tipo intervención, es decir, «una investigación sobre la acción cuando se trata de estudiarla para comprender y explicar sus efectos» (Chizzotti, 2006). La intervención fue llevada a cabo por la docente de química que también actuó como investigadora de su propia práctica, lo que permitió la reflexión sobre su práctica pedagógica y la percepción de determinados aspectos de la práctica que no constituían objeto de reflexión, pero que sin embargo pueden hacer una gran diferencia en el resultado final de una clase como, por ejemplo, sobre la orientación de una tarea para los estudiantes.

El desarrollo de la actividad consistía en el pre-análisis de la transcripción de las clases administradas en la TA, de modo de alterar los valores de enmarcamiento de las reglas discursivas y jerárquicas con respecto a la definición de tareas y actividades en el momento de administrar la misma clase en la TB. Es importante destacar la elección de la TB para el remodelado de la práctica pedagógica, por ser ésta considerada por la dirección de la escuela y por su docente de Química como muy indisciplinada, lo que tornaba la enseñanza más difícil. De ese modo, en la TA la docente buscó «desempeñarse del modo más cercano a su práctica habitual, reproduciendo las características con las cuales estaba acostumbrada a actuar como docente» (Silva y Santos, 2014).

La evaluación

La investigación fue evaluada por medio de comparaciones de episodios de interacciones verbales entre TA y TB. Para eso los audios grabados de las clases han sido desgrabados y las transcripciones han sido contextualizadas con los registros del cuaderno de campo, lo que originó el *corpus* textual para el

análisis. Por medio de la lectura del *corpus*, identificamos y seleccionamos los episodios de las clases relacionados con las reglas jerárquicas (el contexto regulador) y con las reglas discursivas: selección, secuencia, ritmo y criterios de evaluación (el contexto instruccional).

Todos los episodios seleccionados son momentos de orientación alrededor de una tarea a ser cumplida por los alumnos. Fueron creados y/o adaptados por nosotros una serie de indicadores basados en los instrumentos de análisis desarrollado por el Grupo ESSA —Estudios Sociológicos del Salón de Clases (Morais y Neves, 2003a; 2003b)—. Por medio de los indicadores fue posible la caracterización de la práctica pedagógica de la docente de acuerdo con los objetivos de la investigación. Las reglas jerárquicas y discursivas fueron analizadas en sus grados de enmarcamiento.

Según Pires *et al.*, cuando el grado de enmarcamiento es muy fuerte (E⁺⁺) hay poca relación de comunicación entre los sujetos, es decir, en el caso de una relación pedagógica docente–alumno el control sobre el habla está con el docente, pero cuando el grado se torna más débil, crece la interacción entre los sujetos y en el caso de una relación docente–alumnos estos adquieren cierto control sobre el diálogo. En seguida presentamos los indicadores, sus respectivos grados de enmarcamiento y los fragmentos de los episodios transcritos en la forma que sucedieron en las clases.

Los resultados

Reglas jerárquicas

Las reglas jerárquicas se refieren al control que el docente y los alumnos mantienen sobre las normas de conducta social en el salón de clases. Para Moraes y Neves (1993), el enmarcamiento de las reglas jerárquicas «será fuerte si el control del docente es fundamentalmente ejercido por medio de una comunicación del tipo imperativo o posicional, y será débil si el control está basado fundamentalmente en una comunicación del tipo interpersonal». En seguida, presentamos esa regla jerárquica en el cuadro 1, con el indicador creado para su análisis y sus grados de enmarcamiento, más los episodios seleccionados como ejemplo.

Cuadro 1.
Reglas jerárquicas

Indicador	Comportamiento de los alumnos en el aula			
Grados de Enmarcamiento	E ⁺	E ⁺	E ⁻	E ⁻
Reglas jerárquicas	La docente deja muy claro su posicionamiento, empleando un control impositivo.	La docente llama la atención de los alumnos empleando apelaciones impositivas y posicionales.	La docente llama atención de los alumnos por medio de apelaciones personales.	La docente escucha los motivos de los alumnos y siempre utiliza un control de naturaleza personal.
Episodios				
TA (E⁺)				
24/09/2013 (Intervención llevada a cabo por la docente durante el desarrollo de una clase experimental sobre enlaces químicos)				
00:00:37 P: [...] Primer año A, por favor el silencio PSIIUUU, la palabrita mágica [...] silencio, por favor, miren solo nuestra clase experimental hoy Y más R está relacionada con el contenido enlaces químicas, cierto? Las uniones iónica, covalente y metálica.				
00:07:34 P: [...] Yo voy a pedir para quien está conversando dejar el salón. Así de simple.				
TB (E⁻)				
01/10/2013 (Intervención llevada a cabo por la docente durante el desarrollo de una clase experimental sobre enlaces químicos)				
00:00:39 P: [...] A partir de este momento primer año B, no puede haber ninguna conversación. Porque inicialmente yo solicité a ustedes que no conversasen y que hicieran la lectura del procedimiento.				
00:01:08 P: Entonces [...] si ustedes no hacen silencio, no van a comprender, entonces vamos!				
00:54:56 P: PSIU!!! Oh! El silencio, yo voy a esperar que ustedes hagan silencio.				

Los episodios del cuadro 1, referentes al discurso regulador, y que ilustran la regla jerárquica, evidencian diferencias en la práctica de la docente con respecto de las dos clases. Mientras en TA su grado de enmarcamiento fue fuerte (E⁺), una vez que empleó un discurso autoritario dejando claro que era ella quien ejercía el control y determinando las normas de conducta en el aula, en la TB mantuvo un grado de enmarcamiento débil (E⁻), dejando más implícito su control, pues cuando la docente protesta con los alumnos ella les deja como opción la cooperación, y emplea más las apelaciones personales que impositivas o posicionales, como ha hecho en la TA. Aquí observamos que el discurso regulador, del mismo modo que el discurso instruccional, necesita ser planeado por el docente quien, a su vez, debe interferir

en aquellos momentos en los cuales las normas de conducta social no son adecuados al aprendizaje. Según Bernstein (2001), las reglas jerárquicas deben ser explícitas y son ellas las que garantizan el éxito de las relaciones pedagógicas, en las cuales debe haber espacio para negociaciones, y consecuentemente, un espacio para la enseñanza y el aprendizaje adecuados al buen desempeño del estudiante.

Reglas discursivas: selección y ritmo

La regla discursiva «selección» está relacionada con «las elecciones sobre los temas a ser abordados, las tareas/actividades que serán desarrolladas, los materiales que serán usados, los aspectos que irán a componer las síntesis o las preguntas pertinentes a la clase» (Galian, 2012). Según Morais y Neves (2003c), siempre que el conocimiento de lo cotidiano aparece en las discusiones en la clase, el enmarcamiento de la regla selección se torna débil en el caso de que ese conocimiento sea presentado por el alumno, o fuerte en caso que sea abordado por el docente.

La regla discursiva «ritmo» se refiere «al tiempo dedicado a las discusiones, las explicaciones y aclaración de dudas, a la realización de actividades, a la producción de síntesis, al registro en los cuadernos y a los cuestionamientos entre docente y alumnos alrededor del conocimiento» (Galian, 2012). El ritmo relaciona, para Bernstein (2001), el cuánto se puede aprender en un dado intervalo de tiempo. Esa regla regula el ritmo de transmisión del docente en el proceso de enseñanza y aprendizaje: cuando los alumnos no logran acompañar el ritmo su desempeño puede ser comprometido, lo que puede ser modificado por medio de un ritmo más débil. En seguida presentamos las reglas discursivas por medio de su indicador correspondiente, y sus grados de enmarcamiento empleados en el análisis atribuidos a los episodios seleccionados como ejemplos.

Cuadro 2.

Regla discursiva selección y ritmo

Indicador	Exploración/discusión de un texto			
Grados de Enmarcamiento	E ⁺⁺	E ⁺	E ⁻	E ^{-·}
Regla discursiva selección	La docente elige el texto y selecciona los aspectos que considera más importantes para que sean discutidos en el aula.	La docente elige el texto, pero permite que los alumnos seleccionen según su inclinación cuáles aspectos del texto ellos desean discutir.	La docente elige el texto y junto con los alumnos seleccionan cuáles aspectos del texto ellos van a discutir.	La docente elige el texto, pero los alumnos seleccionan cuáles aspectos del texto van a ser discutidos.
Regla discursiva ritmo	La docente –y solamente ella– destaca lo que el texto tiene en común con el contenido de la clase anteriormente estudiada.	La docente realiza una lectura colectiva del texto y simultáneamente intenta hacer que los alumnos relacionen las informaciones del texto con el contenido ya estudiado.	La docente solicita que los alumnos hagan la lectura individual del texto y lo relacionen con el contenido anteriormente estudiado. Durante la discusión ella cuestiona a los alumnos y trata de hacer que ellos establezcan las informaciones del texto relacionadas con los contenidos estudiados anteriormente.	Los alumnos bajo la supervisión de la docente realizan la lectura en grupo, discuten y anotan las informaciones tratadas en el texto y en común con el contenido ya estudiado. Después ellos comparten las informaciones registradas con los compañeros de los demás grupos.

Continúa en página siguiente...

Episodios

TA (E⁺⁺) – Reglas discursiva selección y ritmo

07/04/2014 (Discusión del texto sobre materia, energía y propiedades de la materia)

00:01:49 P: [...] Miren, ese texto nosotros no vamos a hacer la lectura y discusión.

00:02:16 A: ¿Y por qué no?

00:02:17 P: ¿Por qué no? Porque hoy yo haré una actividad diferente con base en ese texto, cierto? [...]. Yo voy a destacar [...] algunas informaciones importantes. [...]. El último tema discutido aquí en el aula fue sobre las propiedades generales de la materia [...]. Y ese texto va a destacar algunos aspectos importantes que mientras yo exponía los slides no comenté [...]. Entonces seguimos. [...]. En la primera parte del texto, habla así: algunos conceptos importantes, entonces aquí ¿qué es lo que destaca en este primer reglón [...]? Que muchas transformaciones ocurren a nuestro alrededor y aun dentro mismo de nosotros en todo instante...

TB (E⁺) – Regla discursiva selección**TB (E) – Regla discursiva ritmo**

10/04/2014 (Discusión del texto sobre materia, energía y propiedades de la materia)

00:03:23 P: Presten atención [...] ¿cuál es la tarea que ustedes van a hacer ahora? [...] quiero que ustedes lean el texto y busquen relacionar [...] cuales son los fenómenos que ustedes observaron en la clase del lunes que tiene relación con el texto [...] cuando nosotros realizamos aquellas demostraciones [...]. Entonces ¿Vamos a trabajar?

00:14:25 A1: Esa de aquí está hablando de la materia, el combustible y la energía.

00:14:37 P: ¿Si piensas que eso tiene alguna relacionado con la clase del lunes? ¿Qué es? [...].

Ahí vos vas escribiendo [...] en el texto para que cuando nosotros empecemos la discusión puedas participar.

01. 00:27:58 P: Chicos vamos a adelantar la lectura porque yo necesito comenzar la discusión, ¿es cierto? (...). Hay gente que ya terminó, pero hay otros que aún no terminaron.

02. 00:32:50 A2: Hace falta llevar el cuaderno ahí?

03. 00:32:51 P: No, [...] basta subrayar en el texto, ya es suficiente. [...]. ¿Todos concluyeron la lectura del texto? (...). Entonces vamos [...] empezar nuestra discusión [...]. ¿Que observaron ustedes que el texto trajo en común con la clase del lunes? Cuáles son los fenómenos que en la clase del lunes ustedes observaron aquí en el salón y que el texto discute, que el texto aborda?

04. 00:33:47 A3: Ese párrafo aquí Profesora donde habla sobre materia y energía.

Regla discursiva: selección

Los episodios seleccionados en el cuadro 2 revelan un cambio en la práctica pedagógica de la docente en las dos clases, puesto en relación con la regla discursiva «selección». En la TA, la docente mantuvo un grado de enmarcamiento muy fuerte (E⁺⁺) al aclarar de manera tajante que era ella quien seleccionaba el texto, el por qué, y procedía a la explicación del mismo. Ya en la TB observamos que el grado de enmarcamiento se debilita, y es clasificado como fuerte (E⁺), pues aunque la docente selecciona el texto para estudio, y también orienta lo que los alumnos deberían hacer durante la lectura, no lo destaca como

había hecho en la TA, y con esa determinación da oportunidad a que los alumnos expresen su opinión y pensamiento y, al mismo tiempo, le permite evaluar si lo que fue explicado en la clase anterior había sido comprendido. Según Bozelli y Nardi (2012), «el análisis de la interacción docente/alumno residirá en comprenderse cómo esa construcción conjunta es producida y cómo el docente logra acompañar el progreso de los alumnos». La selección del conocimiento, según Morais y Neves (2003c), debe ser llevada a cabo por el docente en el nivel macro, y para ello debe tratar de caracterizar un grado de enmarcamiento fuerte, por lo que es necesario que el docente explicite a los alumnos lo que es considerado como conocimiento relevante y lo que es esperado que ellos aprendan, para así debilitar esa regla al nivel micro.

Regla discursiva: ritmo

En los episodios del cuadro 2, la docente mantuvo un grado de enmarcamiento muy fuerte (E⁺⁺) en la TA y débil en la TB (E⁻) con respecto a la regla discursiva ritmo. En la TA, la docente controló todo el proceso sin permitir la intervención de los alumnos, mientras que en la TB actuó de manera diferente, solicitando que los alumnos hicieran la lectura previa del texto y explicando la tarea de forma detallada. Luego, la docente estableció un tiempo para que la tarea fuera realizada y llamó la atención a los alumnos para su cumplimiento e inició la discusión después de una prórroga de ese tiempo. La participación de los alumnos ocurrió mediante preguntas, sin embargo la docente no ofreció prontamente las respuestas como en la TA.

Un ritmo muy intenso tiende a reducir las intervenciones orales de los alumnos y a privilegiar, al revés, el habla del docente, y eso es algo que los estudiantes llegan a considerar preferible, una vez que el tiempo es escaso para el mensaje pedagógico oficial. Las reglas del ritmo en la transmisión actúan selectivamente sobre aquellos que pueden adquirir el código pedagógico dominante de la escuela, y este es un principio de selección de clase. (Bernstein, 1998:138)

Morais *et al.* (2004), con base en los resultados de investigación, sugieren un ritmo con un enmarcamiento más débil en el cual sea empleado más tiempo en la transmisión de los contenidos y actividades como una de las estrategias de éxito en el desempeño escolar de los niños, especialmente los de las clases sociales menos favorecidas económicamente. Sin embargo, los tiempos destinados «para la resolución de diversas actividades propuestas en las clases pueden variar, dentro de ciertos límites, de acuerdo con las necesi-

dades de los alumnos (...), pero (...) no deben ir más allá del propuesto en el programa oficial» (Afonso y Neves, 2000).

Reglas discursivas: secuencia y criterios de evaluación

La regla discursiva «secuencia» «trata del orden con que los temas, las actividades y las síntesis serán realizadas, así como los momentos más adecuados para las intervenciones de los alumnos» (Galian, 2012). De acuerdo con Bernstein (2001), esa regla se refiere a la forma como ocurre la transmisión del conocimiento, el cual se da por etapas y relaciona lo que vino antes con lo que viene después.

La regla discursiva «criterios de evaluación» hace referencia «al grado de explicitación de los contenidos abordados, tipo de trabajos/actividades a ser realizados y el contenido de las síntesis a ser producidas» (Galian, 2012). Por medio de la comunicación de estos criterios el docente señala cómo deben ser realizadas las tareas por los alumnos. De acuerdo con Afonso y Neves, le cabe al docente aclarar lo que significa un texto legítimo para el contexto, explicando los criterios en varios momentos del proceso de enseñanza, o sea, dejándolos muy explícitos, lo que significa grados de enmarcamiento muy fuertes (E⁺⁺). En seguida, presentamos las reglas discursivas «secuencia» y «criterios de evaluación» con su indicador respectivo y los grados de enmarcamiento atribuidos, además de los episodios seleccionados como ejemplos.

Cuadro 3.

Reglas discursivas, secuencia y criterios de evaluación

Indicador	Exhibición/discusión de un video			
	E ⁺⁺	E ⁺	E ⁻	E ⁻⁻
Regla discursiva secuencia	La docente comunica que va a exhibir un video, pero no ofrece orientación ni permite intervenciones de los alumnos. Después de la exhibición ella sintetiza la explicación sin la participación de los alumnos.	La docente comunica que va a exhibir un video más de una vez, destacando durante la exhibición aunque de forma superficial lo que los alumnos deberán observar, pero no permite que estos hagan intervenciones. Después de la exhibición, ella inicia la discusión con la participación voluntaria de los alumnos.	La docente comunica que va a exhibir un video más de una vez y destaca, antes de la exhibición aquello que los alumnos deberán observar, permitiendo que estos hagan algunas intervenciones. Después de la exhibición, ella inicia la discusión, solicitando la participación de los alumnos.	La docente comunica que va a exhibir un video más de una vez y introduce una breve discusión, destacando de forma detallada lo que los alumnos deberán observar y permitiendo que estos hagan intervenciones antes de la exhibición. Realiza el mismo procedimiento antes de re exhibir el video y posteriormente retoma la discusión supervisando la participación de los alumnos.
Regla discursiva criterios de evaluación	La docente explica de forma pormenorizada cuales aspectos del video los alumnos deberán observar y anotar en las carpetas.	La docente explica sin detallar cuáles aspectos del video los alumnos deben observar y anotar en las carpetas.	La docente informa a los alumnos sobre la exhibición del video, aclarando lo que ellos deben observar pero sin indicar lo que deben anotar.	La docente apenas informa a los alumnos sobre la exhibición del video, sin indicar lo que ellos deben observar o anotar.

Continúa en página siguiente...

Episodios

TA (E⁺) – Regla discursiva secuencia**TA (E) – Regla discursiva criterios de evaluación****27/03/2014 (Exhibición de video sobre las aplicaciones de la Química)**

00:19:32 P: Oh! Presten atención en este video, es muy pequeño y ustedes van a necesitar verlo varias veces para que puedan comprender lo que nos está informando. (el video es exhibido)

00:24:27 P: [...]. Atención que ustedes van a verlo nuevamente.

00:25:02 A: ¿Otra vez?

00:25:03 P: Otra vez. Atención! Después ustedes van a entender por qué lo estoy pasando más de una vez. (el video es reexhibido)

00:26:20 P: Todo eso que el vídeo está mostrando, ¿nos llama atención sobre qué? Está mostrando donde encontramos la Química y de qué forma ella es utilizada. [...] Voy parar un ratito para hacer la llamada.

Mientras tanto, quiero que ustedes piensen, porque quiero oír la participación de ustedes.

00:27:34 P: Chicos! Vamos ahora empezar la discusión sobre el video.

00:28:51 P: Allí, por lo que ustedes observaran ¿dónde encontramos la Química?

00:28:56 A1: En casa, en la calle.

00:29:03 A2: En la televisión.

00:29:05 A3: En nuestra ropa, en nuestros auriculares.

00:29:15 A4: Hasta en las hoyas!

00:29:18 P: Entonces voy a listar para ustedes, todo aquello que el video trajo, oh! [...]. Embalaje termoplástico [...]. ¿Para qué sirven los embalajes termoplásticos? Conservación de los alimentos. [...]. Fibras sintéticas ¿para qué sirven?

00:30:07 A: Calentamiento y confort.

00:30:09 P: Calentamiento, confort y protección.

TB (E⁻) – Regla discursiva secuencia**TB (E⁺⁺) – Regla discursiva criterios de evaluación****31/03/2014 (Exhibición de video sobre las aplicaciones de la Química)**

00:29:43 P: [...]. Miren [...] yo quiero que ustedes dediquen mucha, pero mucha atención a lo que voy a decir, por qué? Porque si no dedican atención ustedes no van comprender la tarea. Yo ahora [...] voy a exhibir un video, ¿cierto?

00:30:01 A: Cierto.

00:30:02 P: Pero, después que yo exhiba el vídeo voy a preguntarles que fue lo que ustedes comprendieron de él. ¿Qué comprendieron? La verdad mi pregunta es una pregunta muy práctica, yo quiero saber lo siguiente [...] ¿dónde es posible encontrar la Química? [...]. Y yo quiero que ustedes a partir de ese video anoten en la carpeta, donde encontramos la Química, ¿cierto? ¿Dudas?

00:38:18 P: Entonces miren en la próxima clase yo paso nuevamente el video ¿cierto?

04/03/2014 (Continuación de la secuencia establecida en la clase anterior: exhibición del video sobre el contenido aplicación de la Química)

00:00:28 P: Entonces hoy [...] nosotros vamos a continuar la clase pasada [...]. Quien estaba aquí la clase pasada ya sabe cuál es la tarea y quien no estaba no sabe, por eso yo estoy repitiendo [...]. ¿Cuál es la tarea? Anotar en la carpeta dónde encontramos la Química a partir del video exhibido. (el video es reexhibido)

Continúa en página siguiente...

- 00:11:21 P: Cinco minutos para que ustedes anoten, ¿cierto?
- 00:11:26 A: Ya lo hice profesora. 00:13:34 P: Si PB ¿qué fue lo que vos escribiste?
- 00:13:36 A: Embalaje para conservar alimentos termoplástica, ropas, agua, plástico y goma, tinta, tubulación plástica y fibra sintética.
- 00:39:01 P: [...] fibra sintética allí al final [...], ¿para qué sirve la fibra sintética? Calentamiento, confort, protección, qué más? Seguridad, higiene para todo eso sirve la fibra sintética.
- 00:39:59 A: Y también no hace falta planchar mucho (...).
- 00:40:02 P: Explica para los compañeros, eso que el colega está diciendo es muy importante, explica para los demás esa utilidad de las fibras sintéticas.
- 00:40:13 A: Tipo no sé hay animales que no se necesita matar y matan para sacar la piel como el jaguar esos animales así...la fibra substituye pues hace un tipo de lana.
- 00:40:30 P: ¿Todos ustedes tenían conocimiento de esa información que el compañero de ustedes termina de dar?

Reglas discursivas: secuencia

Los episodios presentados en el cuadro 3 muestran una variación del grado de enmarcamiento para la práctica pedagógica desarrollada por la docente con respecto a la regla discursiva «secuencia». En TA, el grado de enmarcamiento fue clasificado como fuerte (E^+) y en TB como muy débil (E^-). Observamos que en TA la docente aclara a los alumnos que va a exhibir un video y les comunica que van a necesitar verlo más de una vez, pero no aclara sobre aquello que deben observar, ni solicita que hagan registros, ni tampoco que después habrá una discusión sobre lo que fue observado en el video. Mientras en TB, además de explicar de forma detallada aquello que los alumnos deben observar y registrar, abre espacio para aclarar las dudas y deja evidente cómo va a monitorear su participación. De esa forma, en la TB la docente posibilita que los alumnos conozcan la secuencia y puedan hacer intervenciones. Sabemos que «un control limitado de los alumnos en la selección y en la secuencia de su aprendizaje, al nivel macro, se traduce en un grado de enmarcamiento fuerte en la relación docente–alumno» (Silva *et al.*, 2013:138); pero, al nivel micro, ese control debe ser disminuido confiriéndose cierta autonomía al alumno. La comunicación pedagógica en el contexto instruccional, según Bernstein (2001), se da mediante una progresión que depende del ritmo, es decir, el desarrollo de una secuencia en el aula depende del nivel de aprendizaje de los alumnos.

En cuanto a la regla discursiva «criterios de evaluación», los episodios del cuadro 3 exhiben una variación en el grado de enmarcamiento para los episodios seleccionados. En la TA ese grado fue clasificado como débil (E^-) y en la TB como muy fuerte (E^{++}). En el episodio de la TB la docente explica de forma muy detallada y por más de una vez aquello que los alumnos deberían

observar y registrar con la exhibición del video, y cuestiona sus comprensiones sobre la tarea propuesta y también permite el cuestionamientos de los alumnos, lo que no sucede en la TA. Para Pires *et al.* (2004), los criterios de evaluación son una de las reglas discursivas que no solamente tienen influencia sino que también explican los resultados de los alumnos en el primer momento, y se tornan aún más eficientes cuando las relaciones de comunicación entre los sujetos son más abiertas. La explicitación de los criterios de evaluación, al contrario de lo que los docentes pueden pensar, no impide la creatividad y el desarrollo cognitivo de los alumnos, y son muy importantes para el aprendizaje científico de los mismos (Afonso *et al.*, 2000). Además, el entendimiento del alumno, o de lo que se espera de él muchas veces, es logrado con el refuerzo de «la explicitación por medio de discusión que continuamente ocurre en la clase» (Morais, 2002).

Consideraciones finales

Tomando en cuenta los resultados de la experiencia desarrollada en las dos clases, es posible afirmar que la docente logró el remodelado de su práctica alterando algunas de sus características sociológicas, de acuerdo con la teoría del discurso pedagógico de Basil Bernstein. Según ese sociólogo, son las reglas jerárquicas y discursivas las que garantizan el éxito de las relaciones pedagógicas, cuando posibilitan la creación de espacios para la negociación entre docente y alumnos (Bernstein, 2001). Podemos observar por medio del análisis de los episodios seleccionados que las características de la práctica que conducen a una mayor participación de los alumnos han sido notadas más claramente con el debilitamiento de los grados de enmarcamiento de las reglas jerárquicas, de las reglas discursivas «selección», «secuencia y ritmo», y con el fortalecimiento del grado de enmarcamiento de la regla «criterios de evaluación».

Algunos cambios fueron observados en los alumnos de la TB y son considerados efectos de la alteración de los grados de enmarcamiento de las reglas. Fue posible notar un nuevo comportamiento entre muchos, puesto que pasaron a demostrar interés y compromiso con las tareas en las clases. Algunos cambiaron de asiento acercándose a la docente, y los actos de indisciplina y de dispersión se redujeron, lo que produjo una disminución de las interrupciones. Alumnos que no participaban de las clases pasaron a cuestionar y/o responder, involucrándose en el desarrollo de las mismas. También fue posible notar una mayor seguridad durante sus intervenciones, corrigiendo y debatiendo con sus propios colegas.

La reflexión sobre la propia actuación con el objetivo de remodelar la práctica pedagógica es un gran desafío. Y aunque la docente haya sido orientada por una teoría de amplio poder diagnóstico y explicativo como la teoría de Bernstein, el proceso de reflexión no es sencillo. Eso, sin embargo, solo refuerza la importancia, para la enseñanza de las Ciencias, del desarrollo de más investigaciones del tipo intervención, que pongan a prueba nuevas modalidades de prácticas pedagógicas y logren evidenciar cuáles factores son más eficaces en la comunicación entre docente y alumnos y sus efectos sobre el aprendizaje. Las informaciones documentadas en esas experiencias son importantes no solo para su propio desarrollo profesional, sino también para otros profesionales de la misma área, auxiliándolos en cómo perfeccionar su hacer pedagógico. Por tanto, estamos de acuerdo con Bernstein (2001) cuando señala la relevancia de desarrollar investigaciones sobre «los principios de comunicación y de la práctica interactiva en el interior del contexto del aula» (170).

Referencias bibliográficas

- Afonso, M. y Neves, I. P.** (2000). Influência da prática pedagógica na mudança conceptual em ciências: Um estudo sociológico. *Revista Portuguesa de Educação*, Lisboa, 13 (1), 247–282. Recuperado de http://essa.ie.ulisboa.pt/ficheiros/artigos/revistas_com_revisao_cientifica/2000_influenciadapraticapedagogicaMeio.pdf
- Bernstein, B.** (1993). *La estructura del discurso pedagógico. Clases, códigos y control*. Morata: Madrid, 2001.
- . (1998). *Pedagogía, control simbólico e identidade: Teoría, investigación y crítica*. Morata: Madrid.
- Bozelli, F. C. y Nardi, R.** (2012). Interações discursivas e o uso de analogias no ensino de física. *Investigação em Ensino de Ciências*, 17(1), 81–107. Recuperado de http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID280/v17_n1_a2012.pdf
- Chizzotti, A.** (2006). *Pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais*. Petrópolis/RJ: Vozes.
- Galian, C. V. A.** (2012). A prática pedagógica e a criação de um contexto favorável para a aprendizagem de ciências no ensino fundamental. *Revista Ciência & Educação*, 18(2), 419–433. Recuperado de http://essa.ie.ulisboa.pt/materiais_instrumentos_texto.htm
- Kelly, G. J.** (2008). Discourse in Science Classroom. En Abell, S. y Lederman, N. G. (Eds), *Handbook of Research on Science Education*. New York: Routledge.
- Lima, A.; Martins, I.** (2011). A construção do discurso docente no processo de recontextualização de práticas inovadoras. Recuperado de <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiiinepec/resumos/R1607-2.pdf>

Morais, A. M. y Neves, I. P. (1992). Poder e controlo na sala de aula – definição teórica de modalidades diferenciais de prática pedagógica. En *Morais, A. M., Socialização Primária e prática pedagógica* (pp. 15–85). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Grupo ESSA (2003a). *Caracterização da prática pedagógica do 1º Ciclo do Ensino Básico: Contexto instrucional das ciências*. Recuperado de http://essa.ie.ulisboa.pt/materiais_instrumentos_texto.htm

———. (2003b). *Caracterização da prática pedagógica do 1º Ciclo do Ensino Básico: Contexto regulador das ciências*. Recuperado de http://essa.ie.ulisboa.pt/materiais_instrumentos_texto.htm

Morais, M. y Pestana Neves, I. (2003). *Processos de Intervenção e análise em contextos pedagógicos*. Educação, Sociedade & culturas. 19. 49-31.

———. (2005). Os professores como criadores de contextos sociais para a aprendizagem científica Discussão de novas abordagens na formação de professores. *Revista Portuguesa de Educação*, 13(1), 5–37. Recuperado de <http://revista.educ.fc.ul.pt/>

Morais, A.; Neves, I. y Pires, D. (2004). The *what* and the *how* of teaching and learning: Going deeper into sociological analysis and intervention. London: Routledge, 1–21. Recuperado de http://essa.ie.ulisboa.pt/ficheiros/artigos/livros/2004_thewhatandthehow.pdf

Morais, A. M. (2002). Basil Bernstein at the microlevel of the classroom. *British Journal of Sociology of Education*. 23 (4), 559–569. Recuperado de http://homepage.univie.ac.at/michael.sertl/Morais_Microlevel.pdf

Pires, D.; Moraes, A. M. y Neves, I. P. (2004). Desenvolvimento científico nos primeiros anos de escolaridade Estudo de características sociológicas específicas da prática pedagógica. *Revista Portuguesa de educação*, XII(2), 129–132. Recuperado de http://revista.educ.ie.ulisboa.pt/arquivo/vol_XII_2/XII_2_08.html

Santos, B. F. (2014). Contribuições da sociologia de Basil Bernstein para a pesquisa sobre a linguagem e interações discursivas nas aulas de Ciências. En Santos, B. F. y Sá, L. P. (Org.), *Linguagem e ensino de ciências: ensaios e investigações*, 1 (pp. 55–66). RS, Ijuí: Unijuí.

Silva, E. S. y Santos, B. F. (2014). Remodelagem de uma prática pedagógica sobre as regras discursivas na definição das tarefas: contribuições da sociologia de Basil Bernstein. Ouro Preto, Minas Gerais, XVII ENEQ, 5191–5202. Recuperado de <http://www.eneq2014.ufop.br/files/publico/Anais%20XVII%20ENEQ%20completo.pdf>

Silva, P.; Moraes, A. M. y Neves, I. P. (2013). Materiais curriculares, práticas e aprendizagens: Estudo no contexto das ciências do 1º Ciclo do Ensino Básico. *Revista: Práxis Educativa, Ponta Grossa*, 8(0), 133–171. Recuperado de http://essa.ie.ulisboa.pt/ficheiros/artigos/revistas_com_revisao_cientifica/2013_MateriaisCurricularesPraticasAprendizagensFINAL.pdf

Capítulo IV

Las actividades experimentales simples: una alternativa para la enseñanza de la física

Ignacio Idoyaga y Jorge Maeyoshimoto

En las metodologías de la física el experimento ocupa un lugar preponderante. De igual manera, la tradición en educación en física considera central a la actividad experimental en la enseñanza. En este capítulo revisaremos distintos aspectos de las actividades experimentales tradicionalmente desarrolladas para la enseñanza de la física y de otras ciencias naturales. Trataremos de identificar sus objetivos y de clasificarlas. Describiremos las principales problemáticas que conllevan y repasaremos la mirada de la investigación. Remarcaremos la necesidad de llevar adelante una revolución pendiente. Finalmente, basados en nuestra experiencia, propondremos la inclusión de actividades experimentales simples para superar los obstáculos que dificultan una enseñanza eminentemente experimental.

Introducción

La física es la ciencia natural que estudia las propiedades de la materia, la energía, el tiempo y el espacio, y las interacciones entre estos. Es una disciplina ambiciosa que busca entender la constitución íntima de la materia al

tiempo que considera al universo como un único elemento cuyo comportamiento podría describirse con unas pocas leyes.

Es una de las disciplinas académicas más antiguas. Las ideas que le dieron origen son discutidas, revisadas, enseñadas y aprendidas desde hace dos milenios. En un principio formó parte de la filosofía y fue cultivada por Demócrito, Eratóstenes y Aristóteles, entre otros. Su estudio sistemático y el inicio del proceso para consolidarse como ciencia pueden situarse en la segunda mitad del siglo XVI, con los primeros experimentos de Galileo. Desde entonces y durante los dos siglos posteriores se desarrollaron los métodos básicos de estudio que dieron origen a lo que conocemos como Física Clásica.

La Física, como disciplina y como comunidad científica, es significativa e influyente. No solo el conocimiento generado es frecuentemente transferido y da origen a nuevas tecnologías, sino que también las nuevas ideas en Física impactan en las demás ciencias naturales, la matemática y la filosofía.

Su modo de trabajo es característico y fue referencial para otras disciplinas en sus procesos de consolidación como ciencia. Si bien, no consideramos correcto proponer un método único para el desarrollo de la física, entendemos válido sostener que, en todas las metodologías puestas en práctica, el experimento es el aspecto más relevante. La física es una ciencia eminente experimental, sin desmerecer con esto los aportes teóricos provenientes de alguno de sus capítulos. La observación, la medición y el diseño experimental tienen especial importancia.

Del mismo modo, la actividad experimental es tradicionalmente considerada central en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la física y, consecuentemente, la investigación sobre este tema es una de las líneas más trabajadas en el campo de la didáctica de las ciencias. La idea de buscar en la actividad experimental una manera de superar la enseñanza puramente libresca, de comunicar aspectos de la naturaleza de la física y de despertar el interés de los estudiantes se sostiene desde hace varias décadas. Gil Pérez *et al.*, (1991) planteó que en la intuición de profesores y alumnos, el paso a una enseñanza eminentemente experimental consiste en una especie de revolución pendiente que aparece siempre dificultada por factores externos.

En este punto consideramos oportuno diferenciar claramente entre experimento y actividad experimental. El experimento es un procedimiento por el cual se trata de corroborar una o varias hipótesis relacionadas con un determinado fenómeno, mediante la manipulación y el estudio de las correlaciones de las variables que presumiblemente son su causa. El resultado de un experimento aporta validez a una teoría, y este es el objetivo que persigue. Como mencionamos, constituye uno de los elementos claves de la investigación en física.

Por otro lado, la actividad experimental es una acción planificada didácticamente cuyo objetivo es generar condiciones propicias para que se produzcan aprendizajes de conceptos, procedimientos y actitudes. Su diseño y puesta en práctica es responsabilidad de los profesores de física. También se desarrollan mediante la manipulación y el estudio de las correlaciones de variables de trabajo (independientes) y observadas (dependientes). A pesar de que su resultado, probablemente incierto para los estudiantes, pueda corroborar sus hipótesis personales, no interviene en la aceptación de ninguna teoría. De hecho, las actividades experimentales son diseñadas sobre la base de una teoría ampliamente aceptada en la comunidad de los físicos y que ya ha sido transpuesta didácticamente.

Como con todo otro componente de la enseñanza, no se puede establecer una relación causa/efecto entre el desarrollo de una actividad experimental y el aprendizaje de un individuo particular. Este último es idiosincrático y ubicuo. En términos de Fenstermacher y Soltis (1998), el profesor no puede responsabilizarse del aprendizaje de sus alumnos, pero es enteramente responsable de su enseñanza, de que esta sea buena en términos didácticos, epistemológicos y éticos. La buena enseñanza de la física requiere de buenas actividades experimentales.

Las actividades experimentales en la enseñanza de la física

Desde el siglo XIX, las actividades experimentales forman parte de la enseñanza de las ciencias. En 1886, la Universidad de Harvard publicó una lista de actividades experimentales de física que debían incluirse en los cursos de la escuela secundaria para los estudiantes que deseaban inscribirse. A pesar de que estas actividades fueron periódicamente menospreciadas, su importancia en la enseñanza ha permanecido indiscutida desde 1882 cuando fueron fuertemente recomendadas por el Departamento de Educación de los Estados Unidos y con el paso del tiempo se han afianzado profundamente en la tradición.

Como ya mencionamos, el propósito de las actividades experimentales, al igual que el del resto de la enseñanza, es generar condiciones propicias para el aprendizaje. Sin embargo, encontramos una gran disparidad entre didactas, diseñadores curriculares y profesores a la hora de enunciar con claridad sus objetivos específicos. En la bibliografía se mencionan:

- a) Que los alumnos alcancen habilidades manuales, observacionales, inquisitivas, comunicativas y organizativas.
- b) Que desarrollen actitudes y valores.

- c) Que entren en contacto con los fenómenos de la naturaleza y tengan oportunidades para contrastar sus concepciones.
- d) Que refuercen los contenidos desarrollados en las clases teóricas (la práctica al servicio de la teoría).
- e) Que construyan ideas sobre la naturaleza de la física, particularmente, sobre el carácter provisional de sus teorías y modelos.
- f) Que puedan apreciar y en parte emular la tarea del científico.
- g) Que se vean motivados y que despierten su interés en el estudio de la física.
- h) Que analicen datos, busquen regularidades y patrones, que puedan proponer explicaciones y diseñar nuevas actividades.

Muchos de estos objetivos son ambiguos y coinciden con los objetivos generales de un curso de física, por lo que el desafío del profesor reside en identificar cuándo la actividad experimental puede aportar algo especial, propio y significativo.

Es probable que la dificultad para identificar claramente los objetivos específicos de las actividades experimentales radique en que se trate de un asunto demasiado complejo como para abarcarlo homogéneamente (Hodson). En este sentido, se propusieron dos enfoques de actividades experimentales (Boud, Dunn y Hegarty-Hazel, 1986). El primero es el enfoque disciplinar, en el que las actividades se relacionan con las ideas clave de la disciplina. Este es el que prima en la escuela secundaria, en las carreras de profesorado y en la formación de futuros científicos. El otro enfoque basado en las necesidades profesionales, se ciñe a problemas comunes que se presentan en el ejercicio profesional. Este último enfoque prevalece en la formación técnica y en carreras con fuerte componente profesional de carácter práctico, como son la medicina, la ingeniería y la agronomía, entre otras. Los objetivos y las metodologías de las actividades experimentales en cada enfoque serían diferentes.

En otro intento por clasificar estas actividades Woolnough y Allsop (1985) propusieron tres diseños prácticos:

- 1) Ejercicios: diseñados para desarrollar técnicas y destrezas prácticas.
- 2) Investigaciones: en las que los estudiantes tienen la oportunidad de enfrentarse a tareas abiertas y ejercitarse como científicos que resuelven problemas.
- 3) Experiencias: en la que se propone que los alumnos tomen conciencias de determinados fenómenos naturales.

Naturalmente existen diseños híbridos capaces de responder a estos distintos objetivos simultáneamente.

Si bien la situación de la actividad experimental en cuanto a la formulación de sus objetivos en el currículo y sus metodologías es muy diversa, muchos investigadores (Lederman, 1992; Qualter, 1990) coinciden en que el trabajo práctico que se realiza mayoritariamente en la enseñanza actual consiste en la reproducción acrítica de experiencias tipo receta para confirmar hechos y teorías mediante la obtención de resultados considerados correctos. Esto deja afuera la posibilidad de realizar actividades que incluyan investigación, exploración, argumentación, análisis y debate.

Por otra parte, como sucede con otros componentes de la enseñanza, la evaluación de las actividades experimentales está en debate, las metodologías a poner en práctica para realizar evaluaciones sumativas y formativas de estas actividades aún no reúnen pleno consenso entre los profesores. Lo que destacamos es que la evaluación ejerce una fuerte influencia. Cuando un sistema educativo posee evaluaciones externas a gran escala, la docencia está condicionada. En los casos en que las actividades experimentales no son evaluadas en estas pruebas sumativas de amplia distribución, disminuye notablemente su uso como herramienta para la enseñanza.

La revolución pendiente

El paso de una enseñanza de física puramente teórica a una donde predomine la actividad experimental necesaria para lograr la familiarización de los estudiantes con la naturaleza de la actividad científica está permanentemente dificultada por diversos factores (Carrascosa, Gil-Pérez y Vilches, 2006). Algunas de estas dificultades están encriptadas en sus propios y difusos objetivos.

Aunque muchos estudiantes de escuela media disfrutan las actividades experimentales y consecuentemente se sienten motivados y desarrollan actitudes positivas hacia la física, hay una importante minoría que expresa aversión a estas actividades (Hodson, 1994). También es interesante notar que el entusiasmo de los alumnos disminuye en forma significativa con la edad. Posiblemente lo que resulte atractivo es la oportunidad de poner en práctica métodos de aprendizaje más activo y de interactuar con los profesores y con los pares de manera más libre y desestructurada, y no la actividad experimental en sí misma. Sumado a esto, la actividad experimental muchas veces se realiza en un ambiente diferente al aula habitual, el laboratorio escolar; para estudiantes poco habituados a concurrir al laboratorio este puede deslumbrar y distraer, y no debe confundirse esta sensación con motivación.

La idea de que la actividad experimental es eminentemente un medio para desarrollar determinadas destrezas también impone dificultades. La existencia

de una serie de habilidades generalizables y libres de contenido, que los estudiantes adquirirían y podrían transferir a otras áreas de estudio y convertir en medios útiles para enfrentar problemas cotidianos nos resulta difícil de fundamentar. Por otra parte, plantear el desarrollo de destrezas y técnicas de investigación básicas consideradas como esenciales para futuros científicos y técnicos, es un modo de proceder estadísticamente dudoso, ya que subordinaría las necesidades de la mayoría a una pequeña minoría. Queremos dejar claro que estas apreciaciones no se aplican al nivel superior y a la formación técnica donde el contexto profesional orienta las prácticas. Posiblemente debemos comprender que quizás no se trata de que la actividad experimental sea necesaria para adquirir ciertas habilidades, sino que ciertas habilidades se requieren para llevar adelante la actividad experimental. No estamos en contra de la enseñanza de cualquier destreza, más bien presentamos un argumento a favor de ser más críticos sobre cuáles deben ser las habilidades que se enseñan (Hodson, 1994), priorizando aquellas que resulten útiles para la enseñanza inmediata posterior y recurriendo a procedimientos alternativos como las demostraciones, las simulaciones y el pre montaje de aparatos cuando las habilidades involucradas no sean utilizadas a posteriori o cuando los niveles de competencia satisfactorios no sean rápidos de alcanzar. De este modo la carencia de ciertas habilidades no constituye un obstáculo adicional para el aprendizaje.

Los datos empíricos que hacen referencia a la eficiencia de las actividades experimentales como un medio para construir o consolidar conocimientos científicos son desalentadores. Muchos autores (Barberá y Valdés, 1996; Thijs y Bosch, 1995) indican que para reforzar y comprobar una teoría resulta mucho más efectiva la demostración por parte del profesor, ya que la reconstrucción de la teoría a partir del trabajo práctico presenta dificultades que no contribuyen al entendimiento de la disciplina y atenta contra la calidad de las actividades.

De igual modo resultan decepcionantes los resultados sobre el conocimiento que los estudiantes alcanzan sobre la naturaleza de la ciencia. Es frecuente que las actividades experimentales concebidas como simples manipulaciones con el propósito de observar algún fenómeno para extraer de él un concepto pone de relieve una concepción empiro-inductivista e induce en los estudiantes ideas distorsionadas sobre el quehacer científico y la naturaleza de las ciencias.

Hace ya varias décadas, Gauld y Hukins (1980) trazaron una distinción fundamental entre actitudes sobre la ciencia y actitudes científicas. Esta última categoría es la que consideramos promoverían las actividades experimentales. Puede ser definida como el conjunto de enfoques y actitudes respecto de la información, las ideas y los procedimientos considerados esenciales en ciencia. Existe la creencia que los estudiantes podrían adoptar en estas actividades

una objetividad libre de valores y teóricamente exenta de prejuicios, imparcial y una buena predisposición para considerar otras ideas y sugerencias evitando emitir juicios apresurados (Hodson, 1994). Sin embargo, el esfuerzo para dar respuestas correctas y la preocupación por lo que debería suceder que caracterizan a algunas actividades experimentales actúan firmemente en contra de estas actitudes, de las cuales nosotros mismos y los mismos científicos probablemente carezcamos (Gaskell, 1992). Además, lo aséptico y descontextualizado de estas prácticas, la ausencia de aspectos históricos y de discusiones sobre el impacto social de determinada idea, proceso o artefacto, sumado al individualismo que se promueve en algunos casos, hacen poco probable que despierten el interés de los jóvenes en carreras científicas y tecnológicas.

La actividad experimental actual frecuentemente exige que los estudiantes realicen numerosas tareas que pueden constituir interferencias que les dificulta percibir claramente las señales de aprendizaje. Muchas veces las actividades experimentales imponen muchas barreras innecesarias relacionadas con los procedimientos, las perspectivas teóricas o los procesamientos matemáticos. Sumado a la necesidad que durante la actividad los estudiantes se comporten razonablemente bien con el resto de sus compañeros. Consecuentemente, es posible que adopten una de las siguientes alternativas ya descritas por Johnstone y Wham (1982) hace más de tres décadas:

- a) Adoptar un enfoque tipo receta, siguiendo simplemente las instrucciones paso a paso.
- b) Concentrarse en un único aspecto de la actividad experimental, con la virtual exclusión del resto.
- c) Mostrar un comportamiento aleatorio que les hace estar muy ocupados sin tener nada que hacer.
- d) Mirar a su alrededor para copiar lo que están haciendo los demás.
- e) Convertirse en ayudantes de un grupo organizado y dirigido por otros compañeros.

En muchos casos, las actividades pueden simplificarse mediante la eliminación de algunos pasos menos importantes y el empleo de aparatos y técnicas más sencillas. De este modo se disminuirían las interferencias mejorando las condiciones para el aprendizaje.

La investigación se hace eco de muchas de estas dificultades, incluso algunos investigadores han llegado a considerar a las actividades experimentales tradicionales como una pérdida de tiempo y recursos (Barberá y Valdés, 1996), otros muchos han concluido que los objetivos que se esperan cubrir con este tipo de enseñanza no se cumplen (Lederman, 1992). Los estudios

que han comparado la eficiencia de las actividades experimentales para promover aprendizajes con otras enseñanzas más tradicionales no han obtenido resultados positivos, en el mejor de los casos han mostrado una eficiencia similar a la hora de mejorar las variables de aprendizaje (Clakson y Wright, 1992). Estos resultados desalientan el diseño y puesta en práctica de estas actividades, sin embargo, debemos tener en cuenta que estos estudios se llevaron adelante analizando trabajos prácticos tradicionales que presentan todos los problemas que expusimos. Más aún, nos permitimos poner en duda las investigaciones que se basan en una metodología que intenta contrastar la eficiencia de un método de enseñanza con la de otro, ya que parten de la presunción de que existe un método único para la actividad experimental propuesta a los alumnos y otro para las demostraciones de los profesores, olvidando la enorme diversidad de enfoques que cada uno puede adoptar y dejando de lado variables que afectan fuertemente los resultados obtenidos.

En nuestro medio son particularmente importantes los factores externos propiamente dichos como agentes que dificultan la realización de actividades experimentales. Muchas instituciones carecen de espacios físicos adecuados, laboratorios. En otras el equipamiento con el que cuentan es incompleto o está desactualizado. El presupuesto del que disponen es escaso o nulo y no cubre los gastos que demandan algunas de las actividades propuestas. Las horas de clase de ciencias en algunos currículos no bastan para encarar actividades experimentales complejas. Los profesores muchas veces trabajamos en solitario y no contamos con personal de apoyo en el laboratorio, lo que hace complicado manejar la dinámica del grupo de clase. Además, la formación docente en el diseño y ejecución de métodos de enseñanza centrados en la actividad experimental resulta escasa.

Podemos observar una tendencia en instituciones tanto públicas como privadas, a reducir algunos de los componentes necesarios para la realización de estas actividades: personal, espacio (físico y temporal), financiación y apoyo. Las explicaciones proporcionadas para justificar el recorte son variadas, entre ellas:

- a) El aumento del número de alumnos hace difícil proporcionarles un trabajo práctico adecuado, con lo que la opción elegida es muchas veces eliminarlo, al menos parcialmente.
- b) La reducción de ingresos, el aumento de gastos y el consiguiente recorte económico que experimentan muchas instituciones repercute especialmente en el presupuesto dedicado a las actividades experimentales.
- c) En la universidad la eliminación del trabajo práctico de laboratorio en los primeros cursos se justifica por considerar el trabajo práctico que allí se plantea ya ha sido realizado por los alumnos en su instrucción anterior, y

así se puede disponer de más fondos para manejar equipos de laboratorio mejores en los últimos cursos de la carrera.

d) El reconocimiento de que la mayoría de las actividades experimentales realizadas no producen un rendimiento adecuado y la ausencia de alternativas válidas conduce a la decisión de reducir el tiempo dedicado a la enseñanza en el laboratorio.

El panorama que describimos puede parecer desalentador, pero, en realidad, es una extraordinaria oportunidad de avanzar en esta revolución pendiente, reconceptualizando y reorientando las actividades experimentales y la enseñanza centrada en éstas. Estas repensadas actividades deben proporcionar a los estudiantes una experiencia directa sobre los fenómenos haciendo que aumenten su conocimiento tácito y su confianza acerca de los sucesos naturales. Permitirles contrastar la abstracción científica con la realidad que ésta pretende modelar, siempre más rica y compleja, evidenciando los problemas para la construcción de conocimiento y trabajando con algunos de los obstáculos epistemológicos que fueron superados en la historia de la disciplina y que suelen ser omitidos en la exposición escolar. Familiarizarlos con elementos y recursos tecnológicos. Ayudarlos a desarrollar el razonamiento práctico comprendido como un comportamiento inherentemente social e interpretativo propio del ser humano y necesario para un tipo de actividad en la que el desarrollo progresivo del entendimiento de lo que se persigue emerge durante el ejercicio de la misma (Brickhause, Stanley y Whitson, 1993). Inclinarlos hacia el debate sobre y de ciencia, y hacia el entendimiento de las complejas relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad.

Encarar esta revolución requerirá de nuestra creatividad para avanzar en distintos frentes, posiblemente no se trata de simplemente mejorar el diseño de las actividades experimentales, sino que estas se incorporen eficientemente a una compleja orquesta de herramientas de enseñanza, junto con las exposiciones, demostraciones, simulaciones y muchas otras. Nosotros, los profesores, dueños de un conocimiento profesional específico, como directores de una sinfónica, debemos indicar el momento exacto donde una u otra estrategia de enseñanza entra en la escena educativa, dando no solo la nota justa sino aportando su particular timbre, que la hace única para cumplir un objetivo específico. Esta sinfónica orquestada por los profesores es siempre mucho más que la suma de los aportes de cada instrumento y maximiza las oportunidades de que el estudiante aprenda. Las actividades experimentales no pueden estar ausentes en esta sinfonía, de hecho, en las grandes obras de la enseñanza de las ciencias naturales ocupan un lugar preponderante, dado que crean oportunidades únicas y exclusivas para aprender determinados

conceptos, procedimientos, actitudes y valores propios de estas disciplinas.

En pos de recuperar el lugar de las actividades experimentales en la enseñanza de la Física y de las otras ciencias naturales, esta revolución demanda que logremos clarificar sus objetivos específicos, encontrar los momentos oportunos para su realización, superar las dificultades encriptadas en sus propósitos, disminuir las interferencias y hacer frente creativamente a los factores externos que atentan contra éstas. En este sentido, nuestra propuesta es discutir la posibilidad de incorporar actividades experimentales simples a la práctica docente. Lejos de ser una norma inequívoca para resolver el problema, solo pretendemos abrir la discusión sobre un recurso que consideramos valioso fundados en nuestra propia experiencia.

Las actividades experimentales simples

Lo primero que debemos comentar es que las actividades experimentales simples comparten muchas de las características enunciadas para las actividades experimentales tradicionales (Reverdito y Lorenzo, 2007). En realidad, son un tipo particular de actividad experimental caracterizada por la sencillez y seguridad que suponen sus procedimientos. No requieren ni laboratorio ni equipamiento, pueden realizarse en el aula y sus costos son muy bajos. Su simpleza las convierte en potencialmente ubicuas y permite incluso que se reproduzcan en otros ambientes, muchos estudiantes pueden recrearlas en sus casas con el apoyo de su familia o en grupos de estudio. Además, tienen la peculiaridad de fácilmente poder formar parte de propuestas de educación a distancia o de *b-learning*, con la confección de una adecuada guía. No debe pensarse que por ser simples son poco relevantes o tienen bajo impacto. Estas actividades dan respuesta a los mismos objetivos específicos de las actividades experimentales tradicionales y superan muchos de los obstáculos que estas presentan.

Tomando en cuenta las ideas de Boud y sus colaboradores (1986), con respecto a los enfoques de las actividades experimentales, en principio, estas actividades experimentales simples podrían clasificarse mayormente en el enfoque disciplinar. El acento de estas prácticas parece estar puesto en las ideas claves de la disciplina. Podemos encontrar múltiples ejemplos. Algunos provenientes de nuestras prácticas son:

- 1) Una actividad donde logramos que una chinche quede suspendida sobre la superficie de agua contenida en un recipiente nos permite trabajar el concepto de tensión superficial y las características de la correspondiente fuerza.

- 2) Una actividad en la que incidimos con láser en un acrílico semicircular nos permite reconstruir la ley de Snell, trabajar el concepto de reflexión total interna y discutir la naturaleza de la refracción.
- 3) Una actividad en la que utilizamos el anillado de un cuaderno como resorte y arandelas como masas adosadas a este, nos invita a debatir sobre el movimiento armónico.

Sin embargo, con un poco más de creatividad es posible diseñar actividades experimentales simples que clasifiquen en el enfoque basado en las necesidades profesionales. Un ejemplo claro, proveniente de nuestra práctica, resulta la actividad en la que con lentes descartables de cine 3D y cinta adhesiva comercial emulamos la condición de lectura del polarímetro de Laurent, un instrumento ampliamente utilizado en la industria farmacéutica y de los alimentos. Por ende, las actividades experimentales simples, al igual que las tradicionales pueden pensarse en ambos enfoques, resultando igualmente útiles en los diferentes niveles del sistema educativo.

De la misma manera una actividad experimental simple puede plantearse, en términos de Woolnough y Allsop (1995), como ejercicio, investigación o experiencia. Retomando los ejemplos anteriores, la emulación de la posición de lectura de un polarímetro usando lentes 3D es un ejercicio diseñado para que los estudiantes desarrollen una destreza práctica asociada con polarimetría como técnica. La actividad en que se coloca una chinche en la superficie de agua puede convertirse en una investigación si solicitamos a los estudiantes que planteen el equilibrio de fuerzas. Tras mediciones de masa y perímetro de la chinche, luego de buscar el coeficiente de tensión superficial del agua a la temperatura de trabajo encontrarán la necesaria participación del empuje y se podrán repensar las características y el origen de esta fuerza. El hacer incidir el láser en un acrílico o la actividad en la que se cuelgan arandelas del anillado de un cuaderno pueden ser experiencias utilizadas para que los estudiantes tomen conciencia de la refracción y del movimiento armónico respectivamente.

Las actividades experimentales simples pueden motivar a los estudiantes de la misma manera que lo hacen las actividades experimentales tradicionales. Brindan la oportunidad de concretar aprendizajes activos. Una vez planteada la actividad y dada su simplicidad, el profesor puede adoptar un rol de consultor con menor riesgo de que no se logre concretarla que el inherente a las complejas prácticas de laboratorio. De este modo el estudiante puede establecer una libre interacción con el profesor y con sus pares, reservando una medida de control e independencia (Ebenezer y Zoller, 1993), ambos aspectos lo entusiasman y comprometen con la actividad. Por otra parte, las

distracciones que implica la visita, siempre ocasional, al laboratorio y el consecuente deslumbramiento están ausentes.

Las habilidades necesarias para llevar adelante actividades experimentales simples son, en la mayoría de los casos, relativamente fáciles de adquirir. Los niveles de competencia satisfactorios para estas habilidades se alcanzan rápidamente. De este modo no obstaculizan el aprendizaje. Cabe resaltar que, en una actividad experimental simple, no solo los elementos necesarios son sencillos de adquirir, aspecto que puede resultar relativo, sino, sobre todo, que los procedimientos que se ponen en juego son simples y seguros.

Estas actividades permiten quebrar la lógica del enfoque tipo receta que muchos estudiantes adoptan en las prácticas tradicionales. Obtener resultados correctos deja de ser una necesidad imperiosa. Su simpleza permite que los alumnos las repitan varias veces, incluso es probable que se animen a introducir cambios en las actividades y a esbozar nuevas. La actividad es comprendida globalmente, sin que el estudiante se enfoque en algún aspecto particular como pasa en las complejas prácticas de laboratorio. Cuando estas actividades se realizan en equipo todos tienen la posibilidad de participar y es muy poco frecuente que algún estudiante solo se quede mirando o asista a los compañeros. La riqueza del trabajo colaborativo estará en la construcción conjunta de las explicaciones, en las discusiones y en la imprescindible argumentación que deberán ensayar primero en pequeños grupos y luego, idealmente en plenario.

Del mismo modo que con las actividades experimentales tradicionales, reconstruir la teoría con actividades experimentales simples no muestra buenos resultados. Sin embargo, la simpleza de sus procedimientos, los cortos tiempos requeridos y su potencial ubicuidad permiten incluirlas en secuencias didácticas donde coexistan con explicaciones y demostraciones, obteniendo de este modo mejores resultados. Además, en estas secuencias pueden estar presentes aspectos históricos que ayuden a comprender cómo fue colectivamente construido el conocimiento científico. Las actitudes científicas pueden desarrollarse en este tipo de secuencias, las ideas sobre naturaleza de la ciencia pueden quedar suficientemente clarificadas y las implicaciones que las ideas trabajadas tienen en la evolución tecnológica y en el desarrollo social podrán contextualizar las actividades.

Por último, y quizás de manera más evidente, las actividades experimentales simples sortean con éxito los obstáculos que factores externos imponen a la enseñanza evitando su paso hacia un modelo con abundancia de actividad experimental. Se tratan de actividades de bajo costo, que no requieren instalaciones especiales, con procedimientos seguros, que no demandan largos tiempos, que pueden formar parte de secuencias didácticas (incluso en

modelos de *b-learning*) y que resuelven en gran medida algunas de las objeciones que desde la investigación se hace a las actividades experimentales tradicionales.

Para terminar, no queremos dejar de mencionar que tanto las actividades experimentales simples como las tradicionales, deben dar lugar a la comunicación y a la argumentación. Debemos convocar a nuestros estudiantes a defender sus interpretaciones y comunicarlas recurriendo a los distintos sistemas representacionales de la Física, el lenguaje natural, las expresiones matemáticas y las representaciones gráficas. Toda actividad experimental es una buena oportunidad no solo para el análisis, la reflexión y el debate, sino para trabajar estos dos aspectos: argumentación y comunicación, los aprendizajes en estas dimensiones sin duda serán transferibles a cualquier otra área del conocimiento.

Referencias bibliográficas

- Barberá, O y Valdés, P.** (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 365–379.
- Boud, D. J.; Dunn, J.; Hegarty-Hazel, E.** (1986). *Teaching in laboratories*. Guilford: The society for research in to higher education.
- Brickhause, N. W.; Stanley, W. B. y Whitson, J. A.** (1993). Practical reasoning and science education: implications for theory and practice. *Science and educations*, 2(1), 363–375.
- Carrascosa, J.; Gil Pérez, D. y Vilches, A.** (2006). Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 23(2), 157–181.
- Clakson, S. G. y Wright, D. K.** (1992). An appraisal of practical work in science education. *School science review*, 74(266), 39–42.
- Ebenezer, J. V. y Zoller, U.** (1993). Grade 10 students' perceptions of and attitudes -toward science teachings and school science. *Journal of research in science teaching*, 30(1), 175–186.
- Fenstermacher, G.; Soltis, J.** (1998). *Enfoques de la enseñanza*. Buenos Aires: Amorrortu.
- Gaskell, P. J.** (1992). Authentic science and school science. *International journal of science education*, 14(1), 265–272.
- Gauld, C. F. y Hukins, A. A.** (1980). Scientific attitudes: a review. *Studies in sciences educations*, 7(1), 129–161.
- Gil Pérez, D.; Carrascosa, J.; Furió, C.; Martínez-Torregrosa, J.** (1991). *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori.

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, 12(3), 299–313.

Johnstone, A. H.; Wham, A. J. B. (1982). The demands of practical works. *Education in chemistry*, 19(1), 71–73.

Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: a review of the research. *Journal of research in science teaching*, 29(1), 331–359.

Qualter, A.; Strang, J.; Swatton, P. y Taylor, R. (1990). *Exploration. A way of learning science*. Oxford: Blackwell.

Reverdito, A. y Lorenzo, G. (2007). Actividades experimentales simples. Un punto de partida posible para la enseñanza de la química. *Educación en la Química*, 13(2), 108–121.

Thijs, G. D. y Bosch, G. M. (1995). Cognitive effects of science experiments focusing in students' preconceptions of force: a comparison of demonstrations and small groups practices. *International journal of science education*, 17(1), 311–323.

Woolnough, B. E.; Allsop, T. (1985). *Practical work in science*. Cambridge: Cambridge University Press.

Capítulo V

Científicas y científicos, ¿fuera del laboratorio?: las representaciones del estudiantado y profesorado como insumo para repensar la educación ambiental en la escuela

Alejandro Pujalte, Silvia Porro y Agustín Adúriz-Bravo

Hace años se viene consolidando una línea muy fecunda de investigación en didáctica de las ciencias vinculada a la indagación de las imágenes de ciencia y de científico tanto de los/las estudiantes como del profesorado, sobre todo en función de sus relaciones con el tipo de ciencia que se enseña y que se aprende en las aulas. Suele haber acuerdo en señalar que la imagen de ciencia que se encuentra en la mayoría de los casos se constituye en un obstáculo para una educación científica de calidad para todas y todos. Este capítulo retoma tal línea de investigación en relación con la actividad científica «fuera del laboratorio», analizando cuáles son las representaciones más usuales en este sentido tanto en profesores/as como en alumnos/as, y proponiendo perspectivas superadoras que contribuyan a pensar la educación ambiental escolar.

Introducción

El estudio recogido en este capítulo surge de un taller dirigido a profesorado de ciencias que labora en diferentes niveles educativos, ofrecido por el primer y el tercer autor de este trabajo en el marco de un congreso internacional sobre ambiente y calidad de vida. Al mismo tiempo, constituye parte de las intervenciones realizadas para la tesis doctoral del primer autor; tal tesis estuvo centrada en las imágenes de ciencia que sustenta el profesorado. Un primer abordaje del análisis de los resultados del taller de referencia se puede consultar en Pujalte *et al.* (2012).

El propósito del taller consistió en relevar cuál es la imagen que tiene el profesorado de ciencias acerca de las personas que se dedican a la actividad científica buena parte de su tiempo en ambientes fuera del laboratorio. Esta propuesta se inscribe en una de las líneas de trabajo que nuestros grupos de investigación vienen realizando en los últimos años, centrada en el análisis de las imágenes de ciencia y de científico que sustentan diversas audiencias, en el mismo derrotero de muchas investigaciones a nivel internacional. Una primera aproximación, auxiliada por las investigaciones internacionales, permitiría presuponer que la imagen predominante será la del típico científico solitario, ahora ataviado para resistir las inclemencias del tiempo, equipado con herramientas que le ayudarán en su tarea de desentrañar los misterios de la naturaleza, confiando en el poder de su observación meticulosa, clave a la hora de descubrir la «verdad» debajo de una piedra o detrás de una planta.

Aseguraríamos que no habría diferencias significativas en las respuestas si hacemos esta pregunta a los estudiantes o al público general. Estas imágenes remiten a un estereotipo de científico fuertemente instalado en el imaginario colectivo, con generalizaciones del tipo de: varón, blanco, de mediana edad, aburrido, despistado... Usualmente, estas generalizaciones van de la mano de una imagen de ciencia «deformada» (Fernández *et al.*, 2002). El caso de nuestro «científico de campo» presupondrá, además, la existencia de ciertas «verdades» que están ahí afuera esperando a ser «descubiertas» si se es un observador metuloso y se siguen las reglas del «método científico». Estas imágenes distorsivas se constituyen en genuinos obstáculos para la educación ambiental.

En el taller al que nos referimos, también se abordaron con las profesoras y profesores algunas propuestas que permitieran reconocer estas imágenes distorsivas, así como también las estrategias que podrían ayudar a cambiarlas, en función de contribuir a la construcción de un modelo de ciencia como actividad profundamente humana, que acerque a nuestros estudiantes de ambos géneros al disfrute de las ciencias naturales.

Metodología

Las representaciones de las profesoras y profesores

El taller se llevó a cabo con ochenta y ocho profesoras y profesores de ciencias naturales (biología, física y química) a lo largo de cuatro horas. En una primera etapa, se les propuso a las y los docentes participantes que pusieran en juego las imágenes que les evocaba pensar en el «científico de campo», esto es, en las personas que se dedican a la actividad científica fuera del laboratorio. Para ello, se le entregó a cada participante una plantilla con las siguientes consignas:

- a) ¿Cómo te imaginás a las personas que desarrollan su actividad científica «a campo»? Te pedimos que hagas un dibujo en el que las representes realizando su trabajo.
- b) Si tuvieras que caracterizar la actividad que realizan: ¿qué cinco palabras elegirías?
- c) Si tuvieras que caracterizar a las personas que realizan esta actividad: ¿qué cinco palabras elegirías?

En una segunda parte, se procuró sistematizar las características más frecuentes que surgieron de la indagación (primero en pequeños grupos y luego en plenario), a partir de las preguntas orientadoras que se señalan a continuación:

- ¿El dibujo muestra una persona o varias?
- ¿Género de la/s persona/s?
- ¿Qué actividad específica se desarrolla?
- ¿En qué contexto?
- ¿Qué parece/n estar haciendo?
- ¿Cuáles son las palabras más frecuentes para caracterizar a la actividad?
- ¿Cuáles son las palabras más frecuentes para caracterizar a la/s persona/s?

Un insumo de referencia: las representaciones de estudiantes de secundaria del «científico de campo»

La tercera etapa del taller consistió en que las profesoras y profesores analizaran el corpus de representaciones de un grupo de estudiantes de secundaria superior (15–18 años) respecto del científico de campo, con las mismas orientaciones que utilizaran al mirar sus propias producciones, para luego poder compararlas.

La indagación a estudiantes se realizó con anterioridad al taller, en el marco de la materia «Biología» del cuarto año de una escuela secundaria superior del área metropolitana de la ciudad de Buenos Aires. Las consignas fueron similares a las que se utilizaron con las y los docentes, con la salvedad de la adecuación de la consigna inicial, dado que se consideró que probablemente fuera poco representativo para el estudiantado la referencia al «científico de campo»; por tanto, se les planteó como consignas las siguientes:

a) ¿Cómo te imaginás a las personas que se dedican a la actividad científica en contacto con la naturaleza? Te pedimos que hagas un dibujo en el que las representes realizando su trabajo.

b) Ahora te solicitamos que cuentes por escrito cómo creés que sería un día típico de trabajo de esta clase de gente (o sea, de quien dibujaste antes): contando qué te imaginás que hacen a lo largo de un día normal.

c) Escribí una lista de cinco palabras que vos creas que están muy relacionadas con las características personales y con la actividad que describiste en el punto anterior.

Resultados

Las representaciones del profesorado

La sistematización de las producciones de las profesoras y profesores a partir de las preguntas orientadoras permitió dar cuenta de la imagen del «científico de campo» (y de la actividad que realiza) en el colectivo docente:

—¿El dibujo muestra una persona o varias?

Una persona sola, o varias trabajando individualmente.

—¿Género de las personas?

Mayormente varones.

—¿Qué actividad específica se desarrolla?

Paleontología, arqueología, zoología, botánica, edafología, agrimensura, topografía.

—¿En qué contexto?

Naturaleza, ambiente, otros entornos.

—¿Qué parecen estar haciendo?

«Trabajo de campo» clásico: Observación, muestreo, recolección, medidas, experiencias, análisis, comparación, registro.

—¿Cuáles son las palabras más frecuentes para caracterizar a la actividad?

Descubrimiento, experimentación, responsabilidad, cambios, gratificante, observador, medio ambiente, valiosa, comprobable.

—¿Cuáles son las palabras más frecuentes para caracterizar a las personas?

Vocación, dedicación, perseverancia, paciencia, constancia, curiosidad, ingenio, pasión, rigor, soledad, inteligencia, colaboración, responsabilidad.

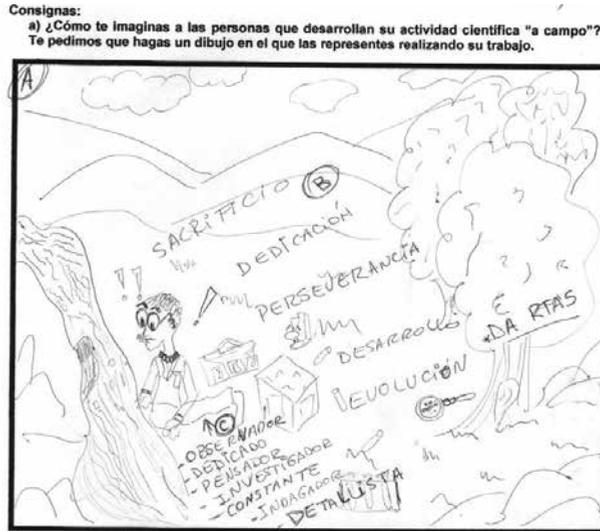
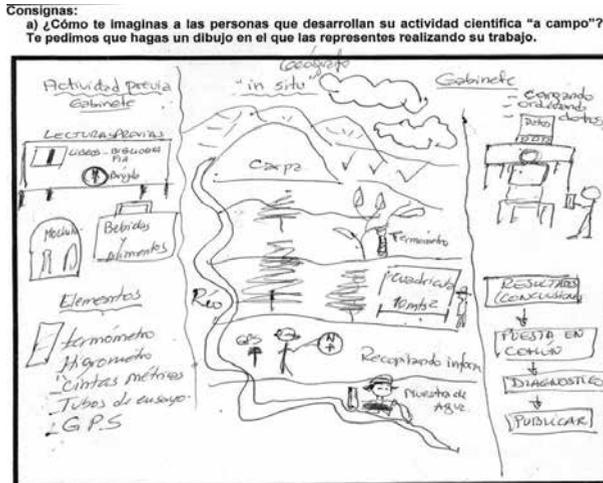


Figura 1.

Dibujo de profesores N° 1



b) Si tuvieras que caracterizar la actividad que realizan: ¿Qué cinco palabras elegirías?
 c) Si tuvieras que caracterizar a las personas que realizan esta actividad: ¿Qué cinco palabras elegirías?

b - Único - incomparable - comprobar la realidad - Realizable - Palpable.
 c - PREDISPOSICIÓN - "GENIOS" - DEDICACIÓN - VOCACIÓN - INVESTIGADORES DE VERDAD.

Figura 2.

Dibujo de profesores N° 2

Consignas:
a) ¿Cómo te imaginas a las personas que desarrollan su actividad científica "a campo"?
Te pedimos que hagas un dibujo en el que las representes realizando su trabajo.



b) Si tuvieras que caracterizar la actividad que realizan: ¿Qué cinco palabras elegirías?
c) Si tuvieras que caracterizar a las personas que realizan esta actividad: ¿Qué cinco palabras elegirías?
• Inteligencia • Observación
• Experimentación • Comunicación

Figura 3.

Dibujo de profesores N° 3

Las representaciones del estudiantado

En el caso de los 55 estudiantes, chicos y chicas, la sistematización de las producciones arrojó las siguientes regularidades:

–Salvo en dos casos, en todos los demás el protagonista es un «científico» (hombre).

–En su casi totalidad, se los muestra trabajando solos.

–En 17 casos se los muestra como científicos que se dedican principalmente a «observar» la naturaleza.

–A otros 14 se los representa desarrollando actividad experimental puertas adentro (laboratorios).

–En 8 casos, son científicos dedicados a los cultivos y el ganado.

–En 6 casos, se trata de 5 paleontólogos y 1 arqueólogo.

–Hay 5 astrónomos (con 1 meteorólogo).

–En 5 oportunidades los muestran trabajando en problemáticas ambientales (contaminación).

En cuanto a las palabras más frecuentes asociadas con los científicos o su actividad, en los estudiantes aparecen:

–Inteligencia.

- Responsabilidad / cuidado / dedicación.
- Experimento / laboratorio.
- Investigación / curiosidad.
- Trabajo sacrificado / empeñoso / esforzado.



Figura 4.

Dibujo de alumnos Nº 1



Figura 5.

Dibujo de alumnos Nº 2

**Figura 6.**

Dibujo de alumnos N° 3

Comparación de las representaciones de estudiantes y profesores

De acuerdo con las actividades científicas que se plasmaron en los dibujos, se realizó una tabla para categorizarlas. Las categorías en cuestión surgen a partir de un proceso de inferencia abductiva sobre las imágenes y su complemento verbal, en función de los modelos de agrupaciones de actividad que dichas imágenes evocan. Luego se estableció la frecuencia de apariciones para estudiantes y para profesores en cada categoría (tabla 1).

Tabla 1.

Actividades científicas, tecnológicas y técnicas en las representaciones de estudiantes y profesores

GRUPO		ESTUD.	PROF.
1	Arqueología, paleontología, edafología, espeleología, antropología, «forense».	6	5
2	Agronomía, veterinaria, horticultura, jardinería.	8	11
3	Astronomía, meteorología.	5	2
4	Laboratorio o experimentación en campo.	10	25
5	Interpretación natural, observación, fotografía, catálogo, muestreo, taxonomía, museología, conservación, ornitología.	17	38
6	Conservacionismo, ecologismo, «verde».	5	7
TOTAL ANALIZADO		55	88

Interpretación de resultados

Cuando se les pregunta a las y los estudiantes cómo es que se imaginan a una persona que trabaja en ciencias y se les pide que la dibujen en su ambiente de trabajo en un día típico, los resultados suelen ser similares. En la mayoría de los casos dibujan científicos varones, con lentes y guardapolvo, a menudo calvos o con el pelo revuelto, trabajando solos en un lugar que suele ser un laboratorio, con características semejantes a las de un laboratorio escolar (Mead y Metraux; Chambers, 1957). Las indagaciones realizadas en este sentido muestran una recurrencia a estos clisés en diferentes niveles educativos y en distintas culturas.

Es frecuente que a estas indagaciones mediante la solicitud del dibujo, se las acompañe con preguntas que apuntan a que la población blanco explicita por escrito algunas características. Las descripciones que se obtienen por este medio también suelen ser muy coincidentes: este científico típico es distraído, absorbido por su trabajo, con poca vida social, ocupado en cosas que solo él puede entender, sin familia o amigos, sin otros intereses o motivaciones. Todos estos rasgos hasta aquí señalados, y algunos otros, corresponden a un *estereotipo*. Se afirma que esta imagen de científico que se plasma en los dibujos es un «epifenómeno» de una particular imagen de ciencia, en el sentido de que la gente personifica y pone en el estereotipo de científico que dibuja su propia imagen de ciencia (reportaje a Adúriz-Bravo, en Stekolschik, 2008).

Con todo, lo que parece quedar claro es que, si bien esta imagen estereotipada se forma tempranamente, a medida que la escolaridad avanza, los rasgos más característicos se acentúan con fuerza, con el correlato correspondiente del desinterés por las asignaturas científicas por parte de las y los jóvenes y la merma consiguiente de matrícula en las carreras científicas. De ahí que sea importante pensar qué imagen de ciencia y de científico trasunta el profesorado. Lo que se viene indicando en las investigaciones en la línea NOS («naturaleza de la ciencia», por sus siglas en inglés) es que las y los profesores de secundaria no suelen tener «adecuadas» concepciones acerca de la naturaleza de la ciencia (Lederman, 2006). Incluso se ha llegado a catalogar a esas visiones como «deformadas» (Fernández *et al.*, 2002). En tren de caracterizar esa imagen de ciencia subyacente, se podría coincidir en que surge de una visión marcadamente empiro-inductivista, que considera a la ciencia como construcción ahistórica, fuertemente individualista, independiente de valores, ideologías, intereses y contextos y, por tanto, neutral, objetiva, infalible y dueña de la verdad. Al mismo tiempo se muestra como una empresa elitista y exclusora, esencialmente masculina, fundada en una racionalidad científica centrada en un único método. Suele acentuarse su carácter críptico y hermético, que solo puede ser descifrado por verdaderos «iniciados».

En nuestro trabajo se buscó promover la elicitación de una «imagen de científico» descentrada del laboratorio, procurando indagar por las características de aquellas personas que realizan la mayor parte de su actividad científica a campo. Sin embargo, una buena parte de los estudiantes (10 sobre 55) y de los profesores (25 sobre 88) remiten a la labor experimental «laboratorial», donde el ambiente oficia solo como «telón de fondo», como para adecuarse a la consigna. Además, es en los profesores donde esto prevalece más. En lo que hace a la actividad de campo «propriadamente dicha», se concentra la mayor proporción en tareas del Grupo 5 de la tabla 1, vinculado a la observación y descripción (interpretación natural, fotografía, catálogo, muestreo, taxonomía, museología, conservación, ornitología). La mayor proporción de alumnos (17 sobre 55) y docentes (38 sobre 88) se encuentran aquí. Esto da cuenta de la alta pregnancia de una imagen empiro-inductivista, y sumamente *clásica*, de la actividad científica: la observación meticulosa y sistemática del ambiente natural, llevada a cabo por gente especialmente inteligente, empeñosa y esforzada es la garantía para revelar las tramas ocultas que el mundo posee.

Luego existe una amplia paleta de actividades donde también se coloca al científico en diferentes disciplinas científicas y tecnológicas. En esas actividades y disciplinas, la observación forma parte de una pesquisa, una búsqueda de pistas orientada por finalidades y valores específicos. La suma de todos estos otros se constituye en el principal gran grupo representado (Grupos 1, 2, 3 y 6) en alumnos (24 sobre 55), pero no así en los docentes (25 sobre 88).

Conclusiones

En el nivel inicial y en la escuela primaria, las niñas y los niños manifiestan una especial curiosidad por el mundo natural. A medida que van creciendo, la ciencia que habitualmente se les enseña en las aulas se encarga de hacerles perder ese interés genuino, que se reemplaza por un cuerpo de saberes y prácticas ritualizadas, que no suelen hablar del «mundo real» y que carecen de sentido para ellos/as (Pujalte *et al.*, 2012).

Si consideramos que en la escuela de hoy se forman los/las científicos/as del mañana (Echeverría, 1998), tendremos que tener en cuenta los nuevos sistemas de valores que las niñas, niños, adolescentes y jóvenes traen consigo: respeto por el medio ambiente, tolerancia, sostenimiento de la diversidad, lucha por un planeta mejor, *desde su propio lugar en el mundo y perteneciendo al mundo*, es decir, con compromiso.

Propuestas

Con el objetivo de evaluar el impacto de intervenciones específicas sobre la imagen de científico de las y los estudiantes se han desarrollado muchos trabajos de investigación e innovación que procuran apuntar a una imagen de ciencia mucho más inclusiva. La mayoría de ellos coincide en que las intervenciones son tanto más efectivas cuanto más temprano se hagan, esto es, en los primeros años de la escolaridad primaria, cuando las niñas y los niños tienen las primeras aproximaciones formales a los contenidos científicos. Por ejemplo, Bodzin y Gehringer (2001) estudiaron el efecto de involucrar a científicas y científicos en las secuencias didácticas destinadas a enseñar ciencia a los niños de escuela primaria. Mediante el uso de pre-tests y pos-tests pudieron evidenciar en los dibujos cambios significativos en los aspectos más recurrentes del estereotipo del científico. Los autores afirman además que esa no es la única forma de llevar los científicos al aula, sino que existen diversas maneras de hacerlo, como por ejemplo a través del correo electrónico, las conferencias virtuales, etc., como también la oportunidad de hacer visitas a los laboratorios y lugares de trabajo.

Cakmacki *et al.* (2009) sostienen asimismo que tanto los resultados de la investigación empírica sobre la imagen de científico de los estudiantes como también los estudios teórico-analíticos acerca de la naturaleza del conocimiento, el pensamiento, el aprendizaje y la enseñanza pueden usarse para diseñar actividades de enseñanza destinadas a mejorar las ideas de las y los estudiantes acerca de la ciencia y los científicos. Por ejemplo, el uso de narraciones de episodios científicos (Korkmaz, 2011). Esto implica además mostrar otros entornos para la ciencia y hablar en clase de diferentes «intervenciones» sobre el mundo natural, no solo la experimental. En este marco, resulta especialmente interesante relacionar ciencia con ambiente a partir de problematizar lo que suelen pensar los estudiantes acerca de lo que el ambiente en sí mismo significa e incluye (Shepardson *et al.*, 2007) y acerca del papel de la ciencia en la modificación de ese ambiente y en los cambios en la calidad de vida del ser humano.

Referencias bibliográficas

- Bodzin, A. y Gehringer, M.** (2001). Breaking science stereotypes: Can meeting actual scientists change students' perceptions of scientists? *Science and Children* (January 2001), 36–41.
- Cakmacki, G.; Tosun, O.; Turgut, S.; Orenler, S.; Sengul, K. y Top, G.** (2009). *Promoting an inclusive image of scientists, among students: Towards research evidence-based practice*. Paper presentado en la *10th International History, Philosophy, and Science Teaching (IHPST) Conference*, Notre Dame, EE. UU.
- Chambers, D. W.** (1983). Stereotypic images of the scientist: The draw-a-scientist test. *Science Education*, 67(2), 255–265.
- Echeverría, J.** (1998). *Filosofía de la ciencia*. Madrid: Akal.
- Fernández, I.; Gil, D.; Carrascosa, J.; Cachapuz, A. y Praia, J.** (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 477–488.
- Korkmaz, H.** (2011). The Contribution of Science Stories Accompanied by Story Mapping to Students' Images of Biological Science and Scientists. *Electronic Journal of Science Education*, 15(1), 1–41.
- Lederman, N.** (2006). Research on Nature of Science: Reflections on the Past, Anticipations of the Future. *Asia-Pacific Forum of Science Learning and Teaching*, 7(1, Foreword), 1–11.
- Mead, M. y Metraux, R.** (1957). Image of the scientist among high-school students. *Science*, New Series, 126(3270), 384–390.
- Pujalte, A.; Gesuele, C.; Márquez, M. y Adúriz-Bravo, A.** (2011). ¿Qué nos imaginamos al pensar en la gente que se dedica a la ciencia?: Implicaciones para una educación científica escolar de calidad para todas y todos. En *Avances en educación en ciencia y tecnología: Enfoques y estrategias* (pp. 352–354). San Fernando del Valle de Catamarca: UNCa.
- Pujalte, A.; González, M.; Pittaro, A. y Adúriz-Bravo, A.** (2012). Las imágenes del «científico de campo»: Implicaciones para la educación ambiental escolar. *X Jornadas Nacionales V Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología: Entretejiendo la enseñanza de la Biología en una urdimbre emancipadora*. ADBiA – Asociación de Docentes de Biología de la Argentina. 11, 12 y 13 de octubre. Villa Giardino. Córdoba. Argentina.
- Shepardson, D.; Wee, B.; Priddy, M. y Harbor, J.** (2007). Students' Mental Models of the Environment. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(2), 327–348.
- Stekolschik, G.** (2008, 04 de mayo). El científico, según la mirada de los niños (Reportaje al Dr. Agustín Adúriz-Bravo). *La Nación*. Recuperado de [http://www.lanacion.com.ar/nota.asp?nota_id=1009478\(29/05/12\)](http://www.lanacion.com.ar/nota.asp?nota_id=1009478(29/05/12)).

Capítulo VI

¿Cómo elegir un libro de texto para nuestras clases teniendo en cuenta la naturaleza de la ciencia?

Andrea S. Farré y M. Gabriela Lorenzo

Uno de los reclamos más frecuentes que se le hace a la investigación, y en especial a la investigación didáctica, es que sus resultados puedan ser transferidos a la práctica educativa real. Para atender a esta situación, en este capítulo discutimos algunos elementos y criterios teóricos para la selección de libros de texto basados en los resultados de nuestro trabajo de investigación. En primer lugar exponemos los antecedentes de la investigación sobre libros de texto y la imagen de ciencia que se comunica a partir de su lectura. Luego describimos una secuencia didáctica ideada a partir de estos antecedentes y de nuestros resultados de investigación. La propuesta fue aplicada en diferentes contextos de formación de profesores, lo que nos permite exponer distintas alternativas de apertura, desarrollo y cierre. Las mismas fueron diseñadas para reflexionar sobre los aportes de la naturaleza de la ciencia y la historia de la ciencia, así como sobre el papel de los libros de texto en nuestras clases.

¿Cuál es el rol de libros de texto en la construcción del conocimiento científico?

Los libros de texto son mucho más que reservorios de información y siempre han sido de gran utilidad para la enseñanza de la ciencia. Según Merce Izquierdo, estos libros presentan un mundo nuevo, una nueva forma de verlo y de referirse a él. En sus propias palabras:

En los libros de ciencias escritos con intención didáctica, los enunciados se emiten con la intención de transformar el mundo del lector y lo consiguen. Así, los textos científicos tienen un sentido literal, pero constituyen también un tipo de acción que debería proporcionar al lector un nuevo estilo de relación con el mundo. Los libros de ciencias hablan del mundo de una manera diferente a la que es habitual, porque lo transforman para mostrar el orden y sentido que permite comprender cómo funciona y cómo se puede intervenir en él para mejorarlo... y llegan a hacerlo de manera tan radical que algunas veces parece que no hablan del mundo real (2005).

Inicialmente podríamos hablar de dos tipos de libros usados en la enseñanza, los llamados libros de texto que se usan en el nivel universitario y los denominados manuales utilizados en la enseñanza primaria y secundaria. Los libros de texto surgieron al resguardo de la pedagogía escolástica y se empleaban principalmente para comentar trabajos de autores clásicos. Así por ejemplo, los primeros libros de texto universitarios estaban impresos a doble espacio con el fin de que los estudiantes, siempre bajo la guía de su tutor, pudieran escribir y resaltar los aspectos más importantes (Bensaude-Vincent, 2006). A diferencia de aquellos, los manuales tienen una historia más reciente que está relacionada con el origen de la escuela pública (Tosi, 2011).

En la actualidad, tanto los libros de texto como manuales son muy diferentes en el contenido y en el diseño de impresión de sus antecedentes. Por ejemplo en la actualidad, los empleados principalmente en el nivel secundario, resultan similares a una página web (Tosi, 2010a). Sin embargo, lo que define a ambos tipos de libros es la intención con la que fueron producidos. Tanto los libros de texto como los manuales han sido pensados para la enseñanza, por lo tanto, se distinguen por su intencionalidad didáctica. Por eso en este capítulo nos referiremos a ambos como libros de texto. Esta intencionalidad pedagógica, hace que aún hoy en la era de la virtualidad y los soportes electrónicos, estos materiales continúen vigentes en los sistemas de enseñanza. Los libros además, ayudan a ordenar la práctica áulica y a moldear el currículum de las asignaturas (Ocelli y Valeiras, 2013), desempeñando un rol fundamental en la construcción del objeto de enseñanza; es decir, en la transposición didáctica. O sea, en la selección y posterior textualización de los aspectos del saber construidos en el seno de la comunidad científica para

ser incluidos en la enseñanza (Chevallard, 2005). Por lo cual, los libros de texto resultan tanto reservorios de información como una voz de autoridad en el aula ya que contribuyen a la uniformidad lingüística de la disciplina y a su propagación (Occelli y Valeiras, 2013) de manera independiente del uso que le confiera el docente.

Las palabras de Negrin nos dan indicios sobre algunas de las causas posibles de su vigencia:

Los libros de texto (...) se presentan, para los profesores, como herramientas que mitigan el agobio provocado por la enmarañada y cambiante realidad de las aulas y los cobijan no solo de las excesivas demandas que la sociedad dispara sobre el trabajo docente, sino también de la retórica de la actualización permanente de los discursos de las reformas educativas. (2009)

En cada libro, el proceso de transposición didáctica puede quedar reflejado en la anulación de la referencia explícita a los autores de los trabajos originales, y en contrapartida, por la construcción de una explicación que intenta ser percibida como sencilla, clara y objetiva (Tosi, 2010a, 2010b). Entonces el texto se construye con nuevas categorías semánticas que son parte de un lenguaje impersonal, preciso, correspondiente a hechos aceptados en el seno de la comunidad científica (Hall y López, 2011; Sutton, 1997; Myers, 1992). En general, en las páginas de los libros de texto no hay personas que disuelvan sal en agua, ni determinan lo que pasa si calienta o enfría el agua y la mezclan con la sal. Por el contrario, se emplean expresiones tales como «la dependencia de la solubilidad del cloruro de sodio en agua en función de la temperatura» donde las acciones pasan de ser expresadas con verbos a ser enunciadas como sustantivos (disolver–solubilidad) en un proceso de nominalización del lenguaje (Mortimer, 1998).

Además, en la mayoría de los textos de los últimos tiempos, existe una profusión de información gráfica acompañando al texto principal. Por un lado, podrían argumentarse razones de diseño, que hacen que se incluyan paratextos² por fuera del texto central para asemejarse a la internet, o también para aportar evidencia o aclaraciones sobre la información que se está presentando. Los paratextos pueden aparecer entonces en forma de tablas, ecuaciones, diagramas, gráficos cartesianos, entre otros. Muchas veces las imágenes cumplen simplemente una función decorativa y en aquellos otros casos en que cumplen un función informativa, suelen estar apenas comentados en el texto

2 El término «paratexto» designa al conjunto de los enunciados que acompañan al texto principal, como pueden ser el título, subtítulos, imágenes, cuadros, entre otros.

central (Ocelli y Valeiras, 2013), dando por sobreentendido que la lectura de la información gráfica resulta sencilla, cuando no obvia, para el estudiante-lector. Sin embargo, estudios sobre el procesamiento de este tipo particular de información han puesto de manifiesto las dificultades que conllevan su aprendizaje y los procesos de visualización requeridos para su interpretación (Gilbert, 2005; Pozo y Lorenzo, 1986). Esto implica que para una lectura autónoma de la información gráfica presente en el libro de texto (o en cualquier otro lado), el alumno necesita desarrollar ciertas estrategias conocidas como «alfabetización gráfica» o *graphicacy* (Postigo y Pozo, 2000).

En síntesis, tal como plantea Izquierdo (1997) los estudiantes deben aprender a leer libros de texto, de manera tal:

que el discurso no se desconecte de la realidad, para que los símbolos, tablas, matrices... que se presentan por escrito no se sobredimensionen, adquiriendo importancia en ellas mismas y perdiendo su función de «argumentos», de intentos de dar sentido a los fenómenos del mundo.

Consecuentemente, los profesores deberíamos ser conscientes de estos obstáculos a los que se enfrentan los estudiantes al acercarse a los libros de texto, para poder guiarlos en la comprensión del significado y en la consiguiente construcción de conocimientos.

Ya centrándonos en la lectura de los libros de texto propios de disciplinas como la química, la física o la biología, no debería pasarnos inadvertida la naturaleza de las ciencias que comunica dicho libro. En nuestro rol de docentes y expertos en una determinada área de conocimiento deberíamos reconocer la naturaleza de la ciencia como parte del mundo al cual el autor del texto nos está invitando, es el lugar asignado a la propia ciencia. Y por ello, la relación que los lectores pueden llegar a crear con ella mediante la lectura resulta de suma importancia. Si bien, como señalábamos antes, en general los libros tienden a una representación de la ciencia como una verdad objetiva, eso es también una manera particular de ver el mundo. El autor del texto comunica explícita o implícitamente lo que considera como ciencia, la forma en que esta se construye y las relaciones que mantiene con otros conocimientos y que forman parte del acervo cultural. Esta postura o concepciones del autor son tan resistentes que predominan incluso sobre la propuesta editorial (Abd-El-Khalick, Waters y Le, 2011).

Entonces, para acceder por nuestra parte de forma consciente al mundo que el autor nos propone, la lectura de los libros de texto tendría que hacerse al menos en dos niveles:

- a) uno que nos permita descubrir los significados representados por las palabras, las imágenes y los gráficos;
- b) y otro, que nos revele la naturaleza de la ciencia subyacente en todos ellos.

Sobre el primero de los niveles mencionados, la literatura ha sugerido principalmente el uso de estrategias metacognitivas para controlar el proceso de comprensión (Occelli y Valeiras, 2013). Sobre el segundo de los niveles profundizaremos en los siguientes apartados centrándonos en dos aspectos. Por un lado, en las historias que los libros incluyen sobre algunos temas específicos, y por el otro, teniendo en cuenta la forma en que se presenta el rol de la experimentación. Además, este último nivel es el que elegimos para planificar la unidad didáctica que expondremos al final de este capítulo.

La naturaleza de la ciencia comunicada a través de la historia

La importancia de la inclusión de la historia de la ciencia para su enseñanza ha sido reconocida desde comienzos del siglo XX, dado que permite mostrar las relaciones entre las conclusiones y las evidencias sobre determinados hechos (Níaz, 2005, 2012). Es más, hoy resulta evidente que la historia está dentro o es parte constitutiva de cada una de las disciplinas.

Además, el reconocido investigador en Historia y Filosofía y Didáctica de las Ciencias, Michael R. Matthews, defiende la inclusión de la historia en las clases de ciencia porque las transforma haciéndolas más estimulantes y reflexivas. Asimismo, los aportes históricos motivan a los estudiantes hacia el aprendizaje, y contribuye a una mayor comprensión de los contenidos científicos al poner de manifiesto el carácter cambiante, perfectible y humano de la ciencia (Matthews, 1994).

En síntesis, los argumentos esgrimidos desde la didáctica de la ciencia para justificar una enseñanza de la ciencia históricamente informada generalmente corresponden a los niveles epistemológico–metacientífico³ (construcción y validación de la ciencia), conceptual–científico (mayor y mejor comprensión de los conceptos) y motivacional–psicológico (Lombardi, 2009).

3 Entendemos a la epistemología como una «metaciencia» del mismo modo que la filosofía de la ciencia o la historia de la ciencia, entre otras, porque todas tienen en común que son conocimientos de segundo orden cuya construcción discursiva se basa en discursos preexistentes como el de la ciencia.

Sin embargo, una mirada rápida pone de manifiesto que la mayoría de los textos de biología, química o física no poseen una perspectiva histórica, al menos no explícitamente. Los antecedentes que dieron lugar a lo que hoy se conoce en un determinado campo disciplinar están presente solamente como parte de la introducción de algunos temas específicos como la genética y el concepto de gen, la estructura atómica o la mecánica newtoniana y el concepto de fuerza (Níaz, 2014). Además, la imagen de ciencia que surge a partir de la lectura de estas historias en particular y/o de la completitud de los libros, ha sido evaluada en más de una ocasión como distorsionada (Solaz-Portolez, 2010).

Esta distorsión parece deberse a que cuando se hace esta defensa desde el nivel epistemológico–metacientífico, se piensa en un tipo de historia que implique una visión contextualizada de la ciencia, que considere a un mismo tiempo las dimensiones temporo–espaciales, sociales, políticas y culturales. Pero en cambio, aparece una «pseudo–historia», en la que se sobresimplifica y se relatan los sucesos del pasado reforzando los estereotipos del sentido común sobre la ciencia y el trabajo de los científicos. Ejemplos de esta situación son la exageración del drama de los descubrimientos científicos, la selección tendenciosa de algunos hechos y protagonistas sobre otros, el empleo de estándares actuales para analizar las situaciones o la representación de los científicos como «héroes». Además, en este tipo de historia (pseudo–historia), la descripción de las ideas y teorías actuales aparecen como inevitables constituyéndose en una «verdad objetiva» alcanzada siguiendo «el método científico» (Pagliarini y Silva, 2007). La mirada que aportaría una historia *Whig* o anacrónica, en la que se imponen al pasado los patrones del presente evaluando a la ciencia de épocas pretéritas, a la luz y con referencia al conocimiento actual, tampoco sería lo aconsejado. Esta historia posee un carácter lineal, relacionado con la idea de continuidad acumulativa del conocimiento científico, que habla de un avance de la ciencia en términos positivistas.

En contraposición a estas dos últimas formas de entender la historia que hemos mencionado, se encuentra la «historia diacrónica» que es aquella que estudia la historia de la ciencia contextualizadamente, es decir, considerando las costumbres, los recursos y modos de conocer de la época en cuestión, sin imponer las miradas actuales. Se trata entonces de una historia que relata el pasado desde el pasado. No obstante, se asume que llegar a alcanzar una versión completa de los sucesos pretéritos es un ideal irrealizable porque los juicios de los actores históricos, aunque se intente, son inaccesibles. Por ello, un modo intermedio para afrontar esta limitación es la que propone una última corriente para entender los sucesos del pasado, la «historia recurrente», que revela el modo en que los conceptos emergen unos de otros por una secuencia de co-

recciones o rectificaciones. Cuando un nuevo concepto aparece, introduce una reorganización del campo de estudio y una evaluación del conocimiento anterior. O sea, no solamente revela la forma por la cual se llega a las teorías y modelos actuales, sino también las razones por las cuales otras propuestas anteriores y alternativas fueron rechazadas.

Por lo tanto, al leer un determinado tema con su historia, en un libro de texto deberíamos recordar que toda interpretación histórica implica necesariamente una posición epistemológica de quien la escribe, ya sea que el autor la haya asumido de forma consciente o no (Lombardi, 2009). Es decir, la forma en que el o los autores, ya sea intencional o de manera implícita, presentan el tema, desarrollan el contenido, los ejemplos que utilizan, implica una selección y recorte del tema que está íntimamente ligado a la manera de entender la disciplina que está exponiendo, esto es, su posición epistemológica.

Desde este punto de vista entonces, la inclusión de un enfoque histórico en la enseñanza puede facilitar el proceso de construcción de sentido, y también puede ser un aspecto motivacional que favorezca la lectura de los libros de texto de determinada disciplina. Sin embargo, no debería olvidarse que simultáneamente se está comunicando una idea sobre la naturaleza de la disciplina. Según la narrativa histórica que incluya el texto se puede abogar por una naturaleza de la ciencia más positivista o por una visión más contextualizada. En el cuadro 1 presentamos algunas ideas clave que pueden servir como indicadores para reconocer cómo se presenta a la ciencia en el texto de modo de reconocer a partir de ellos aspectos vinculados a su naturaleza.

Cuadro 1.

Naturaleza de la ciencia según la narrativa histórica

Positivista (Pseudo-historia e historia anacrónica o Whig)	Visiones actuales (Historia recurrente y diacrónica)
<ul style="list-style-type: none"> • Avance lineal e inexorable. • Acercamiento a la verdad. • Basada en observaciones y experimentos que no son conducidos desde el conocimiento previo. • Objetiva. • Productora de leyes generales a partir de datos particulares. • Método científico único. • Aislamiento de los científicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Marchas y contramarchas. • No existe verdad última. • Toda observación y experimentación es conducida a partir del conocimiento previo. • Subjetiva, creativa, acuerdos sociales. • Se experimenta, se infiere y se concluye. • Multiplicidad de métodos. • Los científicos son parte de la sociedad.

Formas en que se comunica la experimentación y su relación con la naturaleza de la ciencia

Algunas de las «pistas» que permiten evidenciar la naturaleza de la ciencia sostenida por los autores de los textos es la presencia de fragmentos históricos, como ya vimos, y también puede ser revelada, y muy especialmente, por la forma como se comunica la experimentación.

Considerando el desarrollo experimental que a lo largo del tiempo ha tenido una dada disciplina, Níaz (2005) sostiene que generalmente los libros de texto utilizan una «retórica de conclusiones» en la que el conocimiento, aunque tentativo, se presenta como definitivo sin explicar la forma en que se arribó al mismo. En el caso que los experimentos sean expuestos, no suele quedar en claro que ha sido un intento para resolver problemas de investigación. Esto ocurre porque los experimentos son presentados de manera que dejan de formar parte de la construcción del conocimiento de esa disciplina para transformarse, o más correctamente, para transponerse a su versión didáctica con fines argumentativos (Izquierdo, 1997). Entonces, el experimento se presenta con un objetivo distinto al que tuvo el investigador, para ello se utiliza un determinado vocabulario y características textuales específicas que responden a diferentes estrategias comunicativas según los modelos de ciencia que se sostengan. En la figura 1 resumimos los dos modelos que surgen al clasificar las formas de comunicación: una primera forma de tipo afirmativa o dogmática y una segunda, que corresponde a una forma problemática o de resolución de duda (Izquierdo, 2005; Izquierdo, Márquez y Gouvêa, 2006).

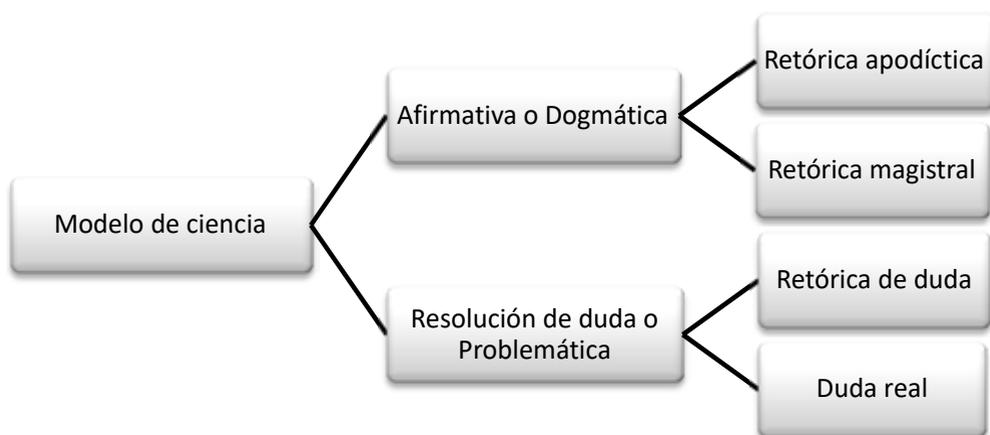


Figura 1.

Modelos de ciencia comunicados en las narrativas experimentales

En el primer caso, el modelo de ciencia que sugiere la comunicación «afirmativa» o «dogmática», según su retórica responde a dos tipos:

–Por un lado está la retórica apodíctica que corresponde a una narrativa autoritaria, en donde los hechos se narran solos, correspondiéndose con un habla objetiva que describe la verdad sobre un mundo a la que se llega a través de una experimentación cuidadosa. Por lo tanto, la ciencia es algo que está en el libro de texto, y en los laboratorios de ciencia y que no se relaciona con la vida diaria.

–El otro tipo corresponde a la «retórica magistral», el texto introduce la explicación científica a partir de hechos familiares al lector y aunque no hace uso de la experimentación como modo de justificación, requiere de la imaginación para visualizar algo que nadie puede ver. Además, utiliza una argumentación basada en relaciones causales que se constituye en el modo de explicación para los fenómenos presentados. En este caso, la ciencia no aparece relacionada con la creatividad y el rol de la experimentación se diluye.

En ambos casos, lo que se presenta es un conocimiento verdadero, con lo cual las visiones de ciencia serían más coincidentes con las de la pseudo-historia y la historia anacrónica, es decir con una visión positivista de la ciencia. Igualmente, esto es más evidente en la «retórica apodíctica» que en la «retórica magistral», ya que en el segundo caso por lo menos este conocimiento verdadero tiene una utilidad y está presente en la vida cotidiana.

Por el contrario, los modelos de ciencia que surgen a partir de narrativas en donde la experimentación surge a partir de la «resolución de una situación problemática», utilizan preguntas para generar el flujo de la información, a la vez que sugieren la respuesta, o la presuponen. Por lo tanto, en el texto no se afirma, se insinúa, y el lector es quien decide aceptar lo que el autor está ofreciendo en el texto. Por lo tanto, la ciencia se puede ver como un intento de solución de problemas que podrían ser resueltos por cualquier persona que esté dispuesta a hacerlo. La diferencia entre la «retórica de la duda» y la de «duda real» radica en que en el primer caso se plantea un problema simulado y en el segundo caso el problema es realmente planteado por el científico. Un ejemplo de este último tipo de retórica se puede encontrar en los escritos de Newton. El hecho de que exista un problema desde el cual se investiga y el autor del libro vaya hipotetizando e infiriendo, hace que la lectura de este tipo de narrativas se acerquen más a una imagen de ciencia similar a la presentada por una historia diacrónica o recurrente.

Recientemente se han comenzado a estudiar otras aristas de la naturaleza de la ciencia atendiendo a su consideración como parte de la cultura y por tanto como un fenómeno social. En los modelos que presentamos hasta

ahora, podemos apreciar que este aspecto no ha sido contemplado. Es más, en los libros de química para la enseñanza media empleados en los Estados Unidos en las últimas cuatro décadas este rasgo de la ciencia ha estado ausente. Podemos resumir la idea diciendo que en la mayoría de los libros de texto de ciencias naturales, no se presenta a la ciencia como una actividad que se vea influenciada por las necesidades sociales ni como parte de la cultura. Tampoco se hace explícita la idea de la ciencia como una actividad colaborativa (Abd-El-Khalick *et al.*, 2008). Coincidentemente, en los libros argentinos de Ciencias Naturales empleados en el nivel medio tampoco se pone en evidencia la construcción conjunta del conocimiento. A diferencia de los artículos científicos en los que el autor se posiciona como experto y conocedor del tema citando a otros científicos, describiendo sus resultados como avales o para disentir con ellos, en los libros de texto la multiplicidad de voces es poco frecuente. Llegado el caso, el discurso ajeno se incluye preferentemente como citas parafraseadas, y en los pocos ejemplos en los que se emplean citas textuales son parte de un paratexto, es decir, se utilizan por fuera de la explicación central, como citas marginales funcionando mayormente como discursos paralelos e independientes (Tosi, 2010a, 2010b).

Por lo tanto, como hemos venido diciendo, para tener una idea completa de la imagen de ciencia que impregna a un libro de texto, no debemos olvidar la información presente en los paratextos.

Un ejemplo muy ilustrativo lo encontramos en un estudio llevado a cabo en el contexto brasileño, donde se muestra la influencia ejercida por la sociedad y la cultura a través del rol que le ha otorgado a la información gráfica en la comunicación de la imagen de la química en los libros de texto universitarios de Química General. La investigación realizada por Souza y Porto (2012) de la Universidad de San Pablo muestra que entre los años 1940 y 1960 existió un cambio en el tipo de imágenes presentadas en línea con una mayor teorización y abstracción de la disciplina en desmedro de su dimensión práctica y experimental. Así, en los libros de texto, disminuyeron las figuras de los equipamientos de laboratorio y de los procedimientos experimentales e industriales; al mismo tiempo que se produjo un aumento en los gráficos y diagramas, de representaciones de modelos y de imágenes que relacionaban lo fenomenológico con lo teórico–conceptual. Los autores de este estudio atribuyen la causa de este cambio a la necesidad de presentar a la química como un cuerpo de conocimientos con una estructura sólida conformada por principios generales. A raíz de los avances producidos en la disciplina durante ese período, resultaba necesario trascender la reactividad de compuestos particulares debido al gran aumento de la cantidad de sustancias conocidas, como por ejemplo podrían nombrarse los productos de la síntesis

orgánica, que hacían imposible analizar cada compuesto por separado. Otro factor que también influyó en este cambio sobre la concepción de la química (y también de otras ciencias) fue la transformación social que se produjo durante la posguerra que requería químicos reflexivos y capaces de crear nuevos procedimientos acordes a los nuevos tiempos dominados por la guerra fría.

Resumiendo lo que acabamos de discutir hasta ahora, podemos decir que cada texto plantea una propuesta didáctica particular que responde a una determinada forma de comprender la disciplina. Por lo tanto, al elegir un libro de texto para trabajar con nuestros estudiantes debemos realizar una lectura atenta del desarrollo planteado por el autor en la centralidad del texto y estar pendientes de la forma en que narra los experimentos; y también, de manera importante, analizar la información que se presenta en los paratextos, ya sean éstos expresados en modo verbal o gráfico.

Un estudio realizado por nosotras sobre libros de Química Orgánica para el caso particular de la estructura del benceno y la reactividad de los compuestos aromáticos, muestra que la historia que se incluye difiere de un libro a otro, aunque hayan sido editados en la misma época, donde se evidencia que cada autor sostiene explícita o implícitamente visiones epistemológicas y ontológicas diferentes (Farré y Lorenzo, 2012). Aunque también se filtren ciertas concepciones metacientíficas propias de la época en la que fue realizado el texto. La mirada sobre la forma en que se presenta tanto la historia como la experimentación puso de manifiesto que es diferente y esto se evidencia tanto en el texto central como en los paratextos utilizados (Farré; Farré y Lorenzo, 2010, 2013).

En función de estos resultados diseñamos una unidad didáctica que fuera empleada en cursos de capacitación de profesores, y que presentamos a continuación. Dicha secuencia intenta mostrar un ejemplo de práctica que nos ayudará a leer entrelíneas los libros de texto de las ciencias, a reconocer aquellos indicios que revelan las concepciones y los posicionamientos teóricos y epistemológicos de los autores ocultos entre sus páginas.

Poniendo manos a la obra. Ejemplos de práctica

¿Por qué planteamos esta secuencia de actividades?

La secuencia didáctica que aquí presentamos está fundamentada en diversos resultados obtenidos a partir de la investigación en didáctica de las ciencias. Este campo de conocimiento tiene como objetivos la planificación, la ejecución y la evaluación de la enseñanza de las ciencias sobre la base de un planteamiento teórico. Es decir, que la podemos caracterizar a la didáctica de las ciencias como una «ciencia de diseño», como una ciencia aplicada

que por un lado, produce conocimiento sobre la enseñanza de las ciencias, y por otro, intenta que ese conocimiento repercuta de un modo positivo en la práctica áulica (Estany e Izquierdo, 2001). Es en este sentido, que los didactas de la ciencia al plantearse una investigación, tienen como objetivos conocer y comprender lo que ocurre en las aulas y además, a partir de los resultados obtenidos proponer nuevos diseños y estrategias de intervención que permitan reflexionar sobre ellas y analizarlas de modo de obtener nuevas preguntas que permitan buscar nuevas respuestas.

Sin embargo, muchas veces es difícil encontrar propuestas que vinculen de manera efectiva los resultados de la investigación con las propuestas de enseñanza, es decir, lo que se conoce como «transferencia de los resultados de investigación», y más aún, que la propuesta haya sido implementada y evaluada.

Como ya adelantáramos, la secuencia didáctica que presentamos ha sido diseñada teniendo en cuenta las investigaciones sobre el tema, discutidas en el apartado anterior, y fue utilizada en numerosos cursos de capacitación de profesores, lo que nos permite reconocer su potencialidad como instrumento pedagógico.⁴ Esta modalidad de trabajo responde a lo que hemos denominado una «unidad didáctica en cascada» (UDEEC) (Lorenzo y Farré, 2015), entendida como una experiencia de aprendizaje vivencial que llevan adelante los docentes durante su propia capacitación y actualización, que incluye los dispositivos para su contextualización y permite por tanto, su transferencia y aplicación cuasi inmediata en sus propias prácticas educativas.

Nuestra propuesta ofrece herramientas para conocer y explicitar diferentes formas de leer los libros de texto al planificar y culminar la construcción del objeto de enseñanza. O sea, promueve la utilización de las plataformas decisionales que cada docente posee a la hora de moldear el currículum, eligiendo, pensando y adaptando el libro de texto al contexto particular de su aula. Esto es, haciendo un uso flexible del material didáctico. De esta manera, el docente podrá guiar al alumno, lector novel de la disciplina científica, en torno a la naturaleza de la ciencia que comunica y que muchas veces queda naturalizada e invisibilizada por no reflexionar sobre ella.

4 La secuencia la hemos aplicado con éxito en numerosos cursos de posgrado para docentes universitarios argentinos y brasileros, así como también en talleres de formación docentes de nivel secundario dictados mayormente en el contexto de congresos, como ser los organizados por la Asociación de Docentes de Química de la República Argentina (ADEQRA), la Asociación Química Argentina (AQA) y la Asociación de Docentes de Biología de la Argentina (ADBIA), entre otros.

Los objetivos de la intervención didáctica

Muchas veces, dar clases de ciencias nos lleva a enfocarnos solamente en los aspectos disciplinares, y sin embargo, son los contenidos metacientíficos (aquellos vinculados a las metaciencias, resumidamente la filosofía, la historia y la epistemología de la ciencia) los que hacen que nuestros alumnos sigan pensando a la ciencia como una actividad solo para unos pocos y alejada de sus posibilidades. Por eso, el propósito general de la secuencia didáctica es que los docentes puedan desprenderse de la naturalidad del objeto a enseñar, y desarrollen una mirada crítica al leer los libros de texto. Para ello, planteamos los siguientes objetivos:

- Aplicar un análisis crítico de los contenidos expuestos en los libros comparando diferentes textos, ya sea de diferentes autores o de diferentes años de edición.
- Reflexionar conjuntamente sobre los contenidos incluidos en los libros de texto tomando como base los aspectos históricos y epistemológicos.

Los contenidos desarrollados

Como hemos mencionado, la secuencia didáctica se basa en los antecedentes detallados en el apartado anterior. Es decir, en ella se trabaja sobre los siguientes contenidos:

- La naturaleza de la ciencia y las disciplinas metacientíficas; su rol en la enseñanza de las ciencias.
- El rol de los libros en el contexto de la ciencia normal.
- La historiografía empleada en los libros de texto y su relación con la naturaleza de la ciencia que evidencian.
- Las narrativas experimentales como forma de comunicar imágenes de ciencia.
- La detección de indicadores de saberes metacientíficos en los libros de texto.
- El meta-análisis de las actividades realizadas.

Las actividades planificadas

La propuesta incluye diferentes actividades de apertura, desarrollo y cierre en un intento por ofrecer amplitud de alternativas que permita su transferencia a diversos contextos y diferentes disponibilidades de tiempo para mostrar así también, flexibilidad en su duración.

Actividades de apertura

Como su nombre lo indica, las actividades de apertura tienen por objetivo abrir la sesión propiciando un buen clima de aprendizaje. A partir de una pregunta o un problema significativo para los capacitandos, planteamos y promovemos la discusión y el debate recuperando de este modo, los conocimientos e ideas previas de los participantes. Esto les permite recobrar y traer a su pensamiento diversas informaciones que sean conocidas por ellos, ya sea por su formación previa o cosecha de su propia experiencia (Díaz Barriga, 2013). En este sentido, la planificación de las actividades de apertura fijó como objetivo la indagación y explicitación de las ideas previas cambiando el foco en función de los contextos.

a) Técnica del retrato chino

Consiste en la indagación y explicitación de las ideas y concepciones empleando analogías y metáforas visuales. *(Porque creemos que las vivencias personales enriquecen el aprendizaje, invitamos al lector a completar la actividad antes de continuar con la lectura, para que pueda acompañarnos con el análisis que presentamos más adelante como protagonista de la experiencia).*

Consigna: reflexione un instante y responda, si la ciencia fuera un animal ¿cuál sería? ¿Por qué eligió ese animal? Argumente y explique los fundamentos de su elección.

La consigna obliga a realizar una comparación mediante la cual se establecen relaciones de similitud entre dos elementos, conceptos o ideas (en este caso ciencia–animal), con la finalidad de ofrecer una perspectiva novedosa del asunto, lo que promueve el análisis desde diferentes ángulos.

En este caso, la consigna es del tipo: «si A fuera B...». En un primer momento cada participante debe reflexionar sobre la consigna y completar la frase eligiendo lo pedido. A continuación debe argumentar y explicar los fundamentos de su elección. Una vez que todos hayan cumplimentado esta tarea de forma escrita e individual, el coordinador de la actividad realiza un registro en la pizarra o en algún soporte que pueda ser visto por la totalidad del grupo, de los animales, siguiendo con el ejemplo, elegidos. Una vez que todos hayan expresado su selección se comienza a revisar los argumentos en plenario, exponiendo los propios y discutiendo sobre las razones de los compañeros. Simultáneamente, el coordinador registra las palabras clave de las exposiciones y va realizando cierres parciales.

Entre los animales que han surgido durante la implementación de esta actividad en nuestros cursos existen ciertas coincidencias a pesar de los diferentes contextos en las cuales fue aplicada. Por ejemplo, entre los animales y las

razones que han surgido aparecen la hormiga/abeja, por su capacidad de trabajar en equipo; algún tipo de ave (águila, cuervo) por su capacidad de volar y ver las cosas con otra perspectiva; algún felino, por su fiereza y garra; el caballo y el perro, por ser fieles compañeros y servidores del hombre (en general, no aparece la mujer en esta actividad); por mencionar alguno de los más recurrentes. El hecho de que se trabaje de esta forma permite una discusión más rica y distendida que si se les pidiera que definieran lo que es la ciencia.

Además de la indagación, estas preguntas permiten en el curso comparar las diferentes respuestas. Así, generalmente, es más rica la discusión sobre la imagen de ciencia que poseemos trabajando con analogías y metáforas, ya que no se responde desde lo que se considera correcto, sino desde lo posible.

b) Elaboración de una red conceptual

Otra actividad de apertura utilizada para indagar sobre las concepciones de la naturaleza de la ciencia es la producción grupal de una red conceptual. Emplear una red permite conocer la forma en que los docentes integran y organizan los conceptos y los representan visualmente. La consigna empleada solicita el diseño de una red a partir de una serie de palabras como las que se enuncian a continuación y que cualquier exclusión sea debidamente justificada:

Estudiantes	Observación
Investigadores	Neutralidad
Docentes	Cultura
Ciencia	Equipos de investigación
Indagación	Desarrollo científico y tecnológico.
Sociedad	Historia de la ciencia
Conocimiento científico	Libros de texto
Experimentación	

c) Trabajo con imágenes, lecturas y/o audiovisuales

Estas actividades fueron diseñadas para explicitar ideas previas y reflexionar sobre la historia, para así después relacionar con la que presentan los libros de texto y la naturaleza de la ciencia comunicada a través de ella. Se distribuyen imágenes entre los cursantes o se muestran mediante una presentación en plenario como la que se expone en la figura 2, para que conformen grupos y luego sea discutido en plenario.

Consigna: ¿cuál de las imágenes les parece que representaría mejor la historia de la química?



Figura 2.

Imágenes presentadas en un taller dictado a profesores de Química

Cuando se emplean las imágenes para la conformación de los grupos, lo que utilizamos es una estrategia que llamamos «grupos con sentido», ya que el mismo proceso de formación del grupo es una excusa para el aprendizaje. Para conformar el grupo los alumnos deben comprender el mensaje encerrado en la imagen y así juntarse con sus compañeros. El mensaje es parte de los contenidos del curso o taller, y al analizarlo metacognitivamente produce aprendizajes significativos. Por ejemplo, en este caso, al emplear las imágenes presentes en la figura 2 y otras similares que representan lo mismo, la consigna para la conformación de los grupos es: *Deberán agruparse de manera que todas las imágenes representen lo mismo y analizar qué es lo que representan y su relación con la historia de la ciencia.*

Otra alternativa muy interesante para mostrar que la historia es una reconstrucción realizada por un historiador en un relato coherente y no una mera recopilación exhaustiva de datos objetivos, y que por lo tanto un mismo hecho histórico admite diferentes puntos de vista, consiste en utilizar distintas fuentes documentales especialmente seleccionadas. Un ejemplo que hemos empleado en diversas ocasiones nos permitirá aclarar lo que queremos decir.

El gran tema sobre el que se propone la discusión es sobre qué es lo que hace que un hecho, o un científico, sea incluido en la historia de determinada disciplina. Para eso trabajamos con la figura de Bernardo Houssay, farmacéutico, médico y científico argentino reconocido por sus investigaciones sobre la regulación hormonal del metabolismo de los azúcares llevada a cabo por la glándula hipófisis, y ganador por ello de un Premio Nobel en 1947. Los materiales seleccionados para el trabajo en el aula fueron un video producido por el canal Encuentro: *Houssay. La historia de una voluntad*, realizado por la Universidad Nacional de San Martín⁵ y algunos párrafos del libro *Los Profetas del odio y la yapa*, de Arturo Jauretche.⁶ En ambos materiales, si bien se presentan aspectos relacionados a la vida y obra de Houssay, el enfoque utilizado es diametralmente opuesto. Mientras que en el video se destacan las virtudes de Houssay, en el libro se dice que el premio Nobel otorgado era un premio político, ya que el científico era adherente de la Unión Democrática, y que las investigaciones por las cuales se premiaban a Houssay realmente eran en co-autoría con el Dr. Alfredo Biassotti, quien fue excluido de la premiación. Sin ánimo de valorar los puntos de vista, lo valioso es que puedan reconocerse diferentes miradas sobre un mismo suceso.

En líneas generales, la metodología de trabajo en clase consiste en exponer al grupo en su totalidad, primero un recurso (a, b y/o c), y luego otro, sin intervención del docente, dejando que los materiales «hablen por sí mismos». Posteriormente, se divide a los asistentes en pequeños grupos y se los invita a discutir sobre las ideas que conllevan los materiales presentados. Como una ayuda o guía para orientar la discusión se brindan algunas preguntas como las siguientes para indagar y por tanto explicitar las ideas y conocimientos previos de los asistentes:

- ¿Qué es historia? ¿Y la historia de la ciencia?
- ¿Pueden existir diferentes versiones sobre el mismo suceso?
- ¿Por qué causas creen que una persona puede convertirse en un personaje de la historia de las ciencias?
- ¿Por qué causa/s un hecho puede ser considerado dentro de un relato histórico?

Por último, se debate en plenario para dejar en claro las ideas principales, establecer acuerdos, consensos y disensos.

5 Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=9i3PP4W8v4k>

6 Jauretche, A. (2002). *Los profetas del odio y la yapa*. 1ra ed., 1ra reimp. Buenos Aires: Corregidor.

Actividades de desarrollo

El objetivo de las actividades de desarrollo es que los cursantes puedan interaccionar con información nueva. Por lo tanto, a partir de la explicitación y debate, resultado de las actividades de apertura, se comienza a puntualizar aquellos conceptos que hoy defienden las comunidades científicas de las distintas áreas. Esto puede hacerse a través de una exposición dialogada a cargo del docente, con apoyo en recursos como el pizarrón o diapositivas que le permita a los asistentes tomar apuntes, registrar y organizar la nueva información suministrada a fines de poder utilizarla en las actividades siguientes durante la misma clase y disponer de ella cuando sea necesario.

Pero aún podemos hacer más. Si por un momento nos detenemos, y dejamos de comportarnos como «sujetos de aprendizaje» para adoptar un rol de «docente crítico», quizá más cercano al de un investigador, podremos reflexionar sobre la inclusión de los distintos materiales y recursos que hemos utilizado reconociendo sus fortalezas y debilidades, sus semejanzas y diferencias con otros posibles materiales, imaginar usos diferentes para esos mismos recursos o pensar nuevas ideas que nos haya despertado realizar la actividad.

Pero, como de elegir libros de texto se trata, la propuesta plantea por supuesto el trabajo con algunos capítulos seleccionados, basándonos en un análisis crítico de su lectura que incluya principalmente el modelo de ciencia que subyace, la naturaleza de ciencia que el texto comunica a partir de sus diferentes partes, su texto principal y los paratextos verbales y gráficos. Por eso, en todos los casos, en las actividades de desarrollo planteamos el análisis de capítulos de libros aprovechando los conocimientos que fueron construyéndose a partir de las actividades de apertura, y que predisponen a los alumnos a pensar sobre «esas cuestiones» al enfrentarse a la lectura de un texto.

En líneas generales, para el desarrollo de esta actividad deben seleccionarse varios capítulos (por lo menos tres) del *mismo tema* de distintos libros (distintos autores) o siendo de los mismos autores, que hayan sido publicados en diferentes épocas. De esta manera, resulta más sencillo comparar los aspectos que tienen en común unos y otros, lo que ocultan o exponen, y en definitiva discernir acerca del modelo de ciencia de cada uno. Para ello, una opción práctica es que el docente a cargo del curso realice previamente la selección asegurándose de que los textos elegidos permitan un trabajo «jugoso» de la clase, es decir, respondan a modelos diferentes de ciencia y donde la historia juegue diferentes roles. Esta primera opción suele ser la indicada para cursos o talleres de corta duración que se dictan una única vez a un determinado grupo de alumnos.

Una segunda opción, que requiere de un trabajo cooperativo con los asistentes al curso y mayor tiempo de desarrollo, es que una vez acordado entre todos el tópico sobre el cual trabajarán, sean los propios capacitandos quienes aporten los materiales. De este modo, son ellos los que deben revisar los diferentes libros de texto, identificar el o los capítulos del tema en cuestión, realizando un primer acercamiento al análisis pretendido. En este segundo caso, el docente debe ser flexible y poder determinar si los materiales aportados por sus estudiantes contribuyen a la realización de la actividad y tener las competencias necesarias para coordinar el análisis sin haberlo preparado previamente. Si bien esta segunda opción es bastante más complicada que la primera, seguramente permitirá obtener resultados aún más ricos y complejos que la anterior.

Algunos tópicos que han mostrado ser útiles para este tipo de análisis son:

–En el campo de la didáctica de la química orgánica, la estructura del benceno y su reactividad como ya hemos mencionado. Al seleccionar capítulos de distintas ediciones es posible analizar tanto la naturaleza de la ciencia comunicada por la historia presente sobre la dilucidación estructural, como las diferentes narrativas experimentales sobre la forma en que se investigó la reactividad del benceno.

–En el caso de la biología, el tratamiento que se le da al concepto de membrana plasmática, en distintas ediciones del libro *Biología celular y molecular* de De Robertis.

–Para química general, las historias presentes sobre los modelos atómicos en libros de diferentes autores del mismo año de edición.

Estos son solo algunos ejemplos que han sido probados en nuestros cursos, pero las actividades pueden ampliarse a otros temas como ser hidrocarburos y petróleo, teorías de la evolución, estructura del ADN, tabla periódica y cualquier otro tema que resulte de interés para una dada disciplina.

Una vez seleccionados los capítulos para realizar el análisis se entrega a los estudiantes una serie de preguntas orientativas para ser utilizadas como guía:

- ¿Qué imagen de la disciplina predomina? Para analizarla utilizar los siguientes indicadores:
 - Presencia/ausencia de una introducción histórica
 - Referencias a la investigación científica (¿Qué hechos se destacan? ¿Qué experimentos se cuentan? ¿Todos los experimentos contribuyen a lo que se sabe hoy o hay marchas y contramarchas?)
 - Validación del conocimiento (papel de la observación, del experimento, del científico, método, de los científicos, ¿se parte de algún problema?)
 - Finalidad de la ciencia
 - Desarrollo de la ciencia

- Lenguaje, imágenes y gráficos empleados para relatar los hechos y modelos
- A quién se comunica la ciencia
- Relación de la ciencia con algo por fuera de la ciencia
- ¿Existen diferencias entre los años de edición o entre los autores de los textos consultados? ¿Cuáles? ¿A qué se deberá?
- ¿Qué implicaciones pueden tener esos materiales para la enseñanza? ¿y para el aprendizaje?
- ¿Qué cambios produjo en cada una de Uds. haber realizado esta actividad?

La metodología de trabajo admite diferentes variantes, y se inicia siempre con grupos simples. Según la profundidad del trabajo que se pretenda y el grado de autonomía y responsabilidad de los participantes, puede combinarse la conformación de grupos simples con grupos mixtos. También debemos tener en cuenta la disponibilidad de tiempo. En la figura 3 intentamos esquematizar la idea sobre cómo implementar la actividad:

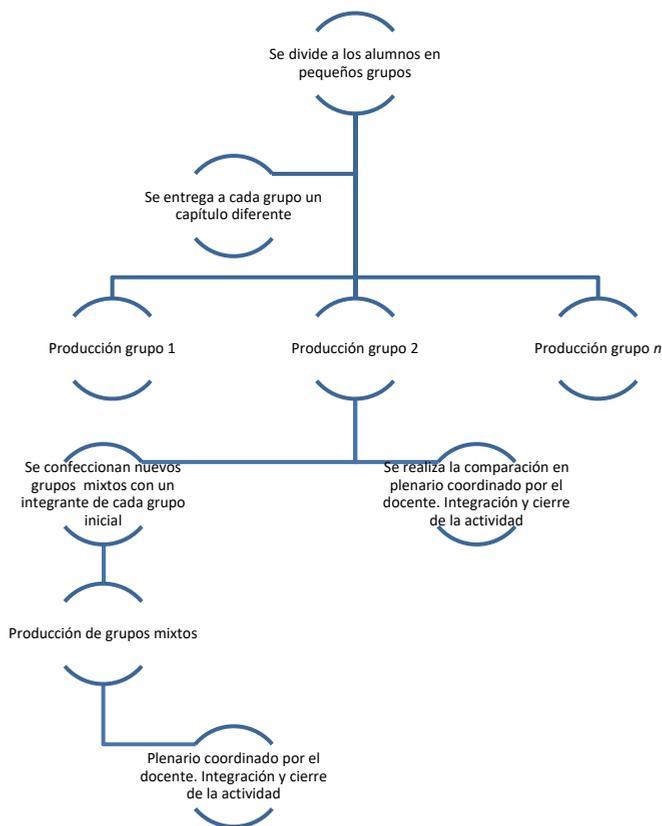


Figura 3.

Un ejemplo de cómo implementar el análisis de los libros de texto

De esta manera, los docentes que realizan la capacitación, tienen un primer acercamiento a los libros de texto que les permite reconocer a través de una lectura crítica y de un trabajo cooperativo, algunas de las cuestiones menos evidentes presentes en los textos. Finalmente, la discusión en plenario permite comparar las propias opiniones con las de otros, reconocer similitudes y diferencias, aclarar dudas y ayudar a la consolidación de un marco teórico más rico y más completo.

Nuevamente, dado que además de alumnos quienes realizan la actividad también son docentes, resulta oportuno detenernos para reflexionar desde este rol, sobre las implicancias tanto de los contenidos trabajados durante la actividad como de la propia actividad en sí en las prácticas de enseñanza empleando estrategias metacognitivas.

Una variación de esta actividad, consiste en que los cursantes se conviertan en «historiadores» de su propia disciplina. Cuando se emplean libros de distintos años de edición, es posible encontrar las diferencias en la imagen de ciencia que ha sido comunicada en cada época, y además surge la oportunidad de detectar a partir de la lectura, cual trabajo de detectives, los modelos y experimentos que fueron abandonados por los relatos de los libros actuales de la asignatura. De este modo, son los propios cursantes quienes son capaces de reconstruir una historia a partir de la lectura de las diferentes ediciones de los textos, de una manera semejante al trabajo que realizan los historiadores de la ciencia como Stephen Brush. Este autor señala que utilizar libros de texto como fuentes para construir un relato histórico es más útil que hacerlo utilizando trabajos originales y revisiones de bibliografía, ya que proveen la visión del autor sobre las teorías aceptadas por la comunidad científica así como las razones por las cuales se aceptan en una determinada época (Brush, 1999).

De acuerdo con el tópico en cuestión y con el propósito que se realiza la actividad, puede resultar apropiado modificar las preguntas incluidas en el cuestionario orientativo. Por ejemplo, para estudiar los aspectos históricos en textos de química utilizados recientemente en la escuela secundaria argentina sobre el tema de estructura atómica, adaptamos las consignas de la siguiente forma:

- ¿En qué contexto se presenta el tema? ¿Qué modelos atómicos aparecen?
- Y sobre los modelos:
 - ¿Se parte de algún problema? ¿Sobre qué es lo que estaban investigando para que surja la nueva idea de átomo?
 - ¿Qué hechos se destacan?
- ¿Qué experimentos se cuentan? ¿Hubo algún experimento crucial que los llevó a postular el modelo?
- ¿Qué hipótesis tenían sobre los resultados que iban a obtener en el experimento quienes postularon el modelo?

- ¿Qué características tiene el modelo atómico planteado? ¿A partir de qué datos experimentales es que llegaron a inferir estas características?
- ¿Sus alumnos son capaces de comprender estos experimentos de la manera en que están contados?
- ¿Qué se mantiene y qué difiere del modelo anterior? ¿Los términos significan lo mismo?
- ¿Qué lenguaje se utiliza para hablar del modelo?
- ¿Qué personajes existen en el relato?
- ¿Se relaciona la Química con algo por fuera de la Química?

En todos los casos, después del análisis y la reflexión, se dan ejemplos de diferentes tipos de historiografía y se discute las implicaciones de cada una de ellas en la imagen de ciencia que se desprende de la lectura de los libros. En esta exposición se vuelve al análisis realizado por los alumnos identificando la historiografía empleada por cada uno.

En ocasiones, se profundiza la discusión y se presentando ejemplos de análisis sobre el lenguaje empleado (figura 4) y la forma de comunicar la experimentación (figura 5).

Un ejemplo de análisis: Novikoff y Holtzman, 1970

Antes era diferente que ahora

Creatividad. Se trabaja a partir de conocimientos previos

2-1-1 ESTRUCTURA MICROSCÓPICA

La microscopía de luz no muestra directamente la membrana plasmática, cuyo espesor es muy inferior al poder de resolución del microscopio óptico. Pero antes del descubrimiento del microscopio electrónico, los experimentos fisiológicos habían suministrado mucha información indirecta acerca de la membrana. Se idearon sistemas artificiales en los cuales dos soluciones acuosas con distintas concentraciones de ciertas sustancias estaban separadas por una membrana, parecida a la membrana plasmática en el sentido de ser semipermeable (permitiendo sólo el paso de algunos tipos de moléculas). Cuando un componente

cada componente] aislado capax de atravesar la membrana. En ciertas condiciones experimentales, los grandes cambios de volumen pueden indicar impermeabilidad relativa a las moléculas disueltas, con entrada y salida secundaria de agua; las células pueden encogerse muchísimo, o hincharse hasta estallar, según las concentraciones de las soluciones. Los estudios de este tipo, junto con experimentos más complicados en los cuales se medían directamente las concentraciones de las sustancias en la célula, mostraron que existía una membrana plasmática, muy selectiva en cuanto a lo que podía atravesarla. Los gases atra-

de tres capas. En el entusiasmo inicial de excitación de los microscopistas al poder ver membranas, se creyó que la mayor parte de membranas eran muy

extracelulares. A medida que ha progresado la labor, se ha ido aclarando que la estructura de tres capas es una representación excesivamente simplificada para la mayor parte de membranas; y que si bien las membranas de diversos orga-

A partir de los experimentos se infiere

Los resultados se presentan vagamente

La experiencia muestra

Los que investigan

Se juzga desde el presente

Figura 4.

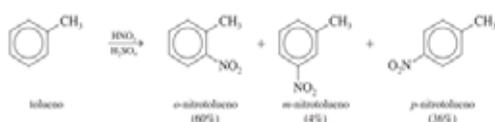
Ejemplo presentado a los alumnos que analizaron los capítulos sobre membrana plasmática.

Información gráfica en la presentación de la experimentación

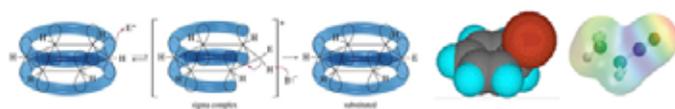
Tabla 20.1 — DISTRIBUCIÓN DE LOS METILBENCENOS ENTRE *o*-HEPTANO Y *FH*-*F₂*, FACTORES RELATIVOS DE SEPARACIÓN

Grupos metilo	Factor	Grupos metilo	Factor
CH ₃	(aprox. 0.01)	1,2,3,4-(CH ₃) ₄	170
1,4-(CH ₃) ₂	1	1,3,5-(CH ₃) ₃	2 800
1,3-(CH ₃) ₂	2	1,2,3,5-(CH ₃) ₄	3 600
1,3,4-(CH ₃) ₃	20	(CH ₃) ₆	8 700
1,2,4-(CH ₃) ₃	40	(CH ₃) ₅	89 000
1,2,3,5-(CH ₃) ₄	120		

Tabla empleada para presentar resultados experimentales —la misma es explicada en el texto, donde se citó la fuente de los datos— (Klages, 1960:1130)



Forma de presentación de resultados de obtención de los diferentes isómeros en bencenos sustituidos (Wade, 2004:728)



Imágenes presentadas en los libros actuales

Figura 5.

Diapositiva que permitió la profundización del rol de la información gráfica en la presentación de la experimentación con alumnos que analizaron los capítulos sobre la sustitución electrofílica aromática.

Actividades de cierre

La finalidad de las actividades de cierre es integrar lo realizado y sintetizarlo. Para esto, lo que planteamos en todos los casos es el análisis y meta-análisis de lo realizado utilizando nuestra ya clásica transparencia que incluimos como figura 6.

ANÁLISIS	META ANÁLISIS
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué hicimos? • ¿Cómo lo hicimos? • ¿Qué estrategias utilizamos? • ¿Qué lenguaje utilizamos? • ¿Cuáles fueron los recursos utilizados 	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Por qué? • ¿Para qué? • ¿Podría serme útil alguna de las estrategias para mis clases? • ¿En qué me dejó pensando la actividad?

Figura 6.

Consignas planteadas para el análisis y meta-análisis.

De esta manera se logra repensar las tareas realizadas y resignificarlas a la luz de la práctica áulica de los cursantes. Básicamente, durante una primera etapa, se revisa la totalidad de la clase para detectar sus partes (análisis), identificando las tareas, las estrategias, los materiales, el orden en que se presentaron, es decir, todo lo que ocurrió durante la clase. En un segundo momento, los participantes, desde su propia experiencia como docentes deben inferir las razones y los motivos que subyacen a cada uno de los elementos identificados durante el análisis. Inmediatamente, se desafía a los cursantes a involucrarse con lo vivenciado para que evalúen introspectivamente sus propias opiniones, sensaciones y conocimientos que fueron movilizados durante el encuentro.

La actividad se plantea como plenario de discusión donde cada uno de los asistentes es invitado a expresar sus opiniones y percepciones de lo realizado, en un clima de respeto permanente.

Evaluación en y de la secuencia

En los cursos de formación docente, como en toda actividad docente, la propuesta didáctica tiene que estar acompañada de un proceso evaluativo. En nuestro caso, la evaluación formativa es permanente y orientada a la retroalimentación del proceso de aprendizaje, lo que permite revisar las actividades planificadas de modo tal de realizar los ajustes que resulten necesarios.

Para lograr la aprobación del curso recurrimos a una evaluación sumativa que atienda fundamentalmente, a la posibilidad de que los participantes, después de haber vivenciado las experiencias ofrecidas, sean capaces y se animen a transferir lo aprendido durante el curso a sus propias prácticas. Así, una buena forma de plantear la evaluación es solicitarles a los cursantes la reformulación de una actividad de su propio repertorio a ser realizada con sus alumnos durante el dictado de su asignatura.

Hemos acompañado y tutorizado a varios docentes en la implementación de nuevas secuencias y hemos podido detectar los cambios producidos a lo largo del curso. A modo ilustrativo podemos citar como ejemplo lo enunciado por un grupo de tres profesoras de Biología que decidió trabajar sobre el modelo de membrana plasmática justificándolo de la siguiente manera:

El modelo que se acepta en la actualidad data de 1972 con lo cual resultaría un tema interesante para trabajarlo a la luz del desarrollo científico y la epistemología.⁷

7 Los párrafos que se citan pertenecen a la memoria que escribió el grupo, la cual era parte de los instrumentos de evaluación del curso

Además, agregaron que:

en los libros escolares, donde en general la única referencia histórica es al modelo propuesto por Singer sin ninguna mención a otro antecedente, y por lo tanto transmiten una imagen de ciencia totalmente descontextualizada y deshumanizada.

Por último dicen:

Comenzamos a buscar un texto que relatase la historia de las distintas investigaciones que llevaron al modelo de estructura de membrana que se acepta en la actualidad, para armar una actividad que le permitiese a los alumnos una visión contextualizada de la investigación científica.

Para finalizar, nuestra propuesta ha sido muy bien recibida por los cursantes a quienes les resultó muy interesante y novedosa, ya que en general manifestaron que nunca antes habían analizado libros de texto de esta manera. A partir del meta-análisis final también pudimos evidenciar las posibles formas en que la experiencia repercute en su práctica docente.

Reflexiones finales

La sociedad actual reclama que la investigación científica sea transferible y posea una capacidad transformadora. La didáctica de la ciencia no es ajena a este reclamo. En este sentido, la universidad debe asumir su responsabilidad social como agente capaz de generar espacios de reflexión didáctica y jerarquización para la formación de profesores. Para ello, no pensamos en políticas autoritarias, sino en generar estructuras democráticas de participación para que los docentes adquieran conocimientos y herramientas para desarrollarse profesionalmente.

Es por eso que, a partir de nuestra investigación atendemos a la detección de temas cruciales para describirlos, categorizarlos y finalmente poder reflexionar sobre ellos con los profesores. Luego en nuestros cursos intentamos que los profesores se acerquen a los resultados e interrogantes que plantea la investigación didáctica y al mismo tiempo sean profesionales más críticos y reflexivos.

Poder transformar aquellos conocimientos construidos en el campo de la investigación científica, tanto del campo disciplinar como de las didácticas específicas, en propuestas que puedan concretarse en el aula, es un desafío que a la vez que jerarquiza a los profesores mejora el aprendizaje de la ciencia. Docentes, estudiantes e investigadores deberíamos encontrar nuevas y mejores formas de comunicarnos, para encarar el estudio de la ciencia a

través del diálogo y el trabajo conjunto. Con ello, mejoraríamos la educación científica pero fundamentalmente, nuestra formación como ciudadanos comprometidos con el mundo donde vivimos.

Referencias bibliográficas

Abd-El-Khalick, F.; Waters, M. y Le, A. (2008). Representations of Nature of Science in High School Chemistry Textbooks over the Past Four Decades. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(7), 835–855.

Bensaude-Vincent, B.; Guchet X (2006). One word for three different paradigms. *Technê*, forthcoming.

Brush, S. (1999). Dynamics of theory change in chemistry: Part 1. The benzene problem 1865–1945. *Studies in History and Philosophy of Science*, 30(1), 21–79.

Chevallard, Y. (2005). *La transposición didáctica: Del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique.

Díaz Barriga, A. (2013). Secuencias de aprendizaje. ¿Un problema del enfoque de competencias o un reencuentro con perspectivas didácticas? *Profesorado. Revista de curriculum y formación del profesorado*, 17(3), 11–33. Recuperado de <http://www.ugr.es/~recfpro>

Estany, A. e Izquierdo, M. (2001). Didactología: Una Ciencia de diseño. *ÉNDIXA: Series Filosóficas*, 14, 13–33. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=178155>

Farré, A. S. (2013). *Estructura y Reactividad del Benceno. Su Enseñanza y Aprendizaje en un Curso Universitario de Química Orgánica*. Tesis Doctoral, Departamento de Química Orgánica, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires.

Farré, A. S. y Lorenzo, M. G. (2010). Aportes de la historia, la epistemología y la filosofía en los libros de textos universitarios de química orgánica. Un estudio sobre el benceno (pp. 110–119). En de Andrade Martins, R.; Lewowicz, L.; Mesquita Hidalgo Ferreira, J.; Celestino Silva, C. y Al-Chueyr Pereira Martins, L. (Eds.), *Filosofia e História da Ciência no Cone Sul. Seleção de Trabalhos do 6º Encontro*. Campinas, Associação de Filosofia e História da Ciência do Cone Sul (AFHIC).

- Farré, A. S. y Lorenzo M. G.** (2012). De la construcción del conocimiento científico a su enseñanza. Distintas explicaciones sobre la estructura del benceno. *Educación Química*, XXIII (E2), 271–279. Recuperado de <http://www.educacionquimica.info/>
- . (2013). Evolución de la naturaleza de la ciencia en los libros de texto de Química Orgánica de nivel superior. *Enseñanza de las Ciencias IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, 1181–1187. Recuperado de http://congres.manners.es/congres_ciencia/gestio/creacioCD/cd/articulos/art_376.pdf
- Gilbert, J.** (2005). Visualization: A metacognitive skill in science and science education. En Gilbert, J. (Ed.), *Visualization in Science Education* (pp. 9–27). Dordrecht: Springer.
- Hall, B. y López, M. I.** (2011). Discurso académico: manuales universitarios y prácticas pedagógicas. *Literatura y Lingüística*, 23, 167–192.
- Izquierdo, M.** (1997). ¿Cómo se escribe sobre los experimentos? Análisis de la función de los experimentos en textos de química del XIX y consecuencias para la enseñanza. En Fraga **Vázquez, X. A.** (Coord.), *Ciencias, educación e historia. Actas do V Simposio de Historia e Ensino das Ciências: Vigo, setembro 1995* (pp. 409–416). Sargadelos: Edición do Castro.
- Izquierdo, M.** (2005). Estructuras retóricas en los libros de ciencias. *Tarbiya. Revista de Investigación e Innovación Educativa del Instituto Universitario de Ciencias de la Educación*. Universidad Autónoma de Madrid, 36, 11–33. Recuperado de <http://www.uam.es/servicios/apoyodocencia/ice/tarbiya/default.html>
- Izquierdo, M.; Márquez, C. y Gouvêa, G.** (2006). La función retórica de las narraciones experimentales en los libros de ciencias. Presentación de una pauta de análisis. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 6(2). Recuperado de <http://revistas.if.usp.br/rbpec/index>
- Lombardi, O.** (2009). El papel de la historia en la enseñanza de ciencias: diferentes aspectos significativos. *Educación en la Química*, 15(1), 33–40. Recuperado de <http://www.educacionenquimica.com.ar/>
- Lorenzo M. G. y Farré, A. S.** (2015). La Ciencia y la Tecnología entre el bien y el mal. Un debate para la formación ciudadana. En Ormart, E. y Michel Fariña, J. J. (Comps.), *La ética en la escuela de la mano de Los Simpson*. Versión DVD.
- Matthews, M.** (1994). Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: La aproximación actual. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), 255–277. Recuperado de <http://ensciencias.uab.es/>
- Mortimer, E.** (1998). Multivoicedness and univocality in classroom discourse: an example from theory of matter. *International Journal of Science Education*, 20(1), 67–82.
- Myers, G.** (1992). Textbooks and the sociology of scientific knowledge. *English for Specific Purposes*, 11(3), 3–17.
- Negrin, M.** (2009). Los manuales escolares como objeto de investigación. *Educación, Lengua y Sociedad*, VI(6), 188–208.
- Níaz, M.** (2005). ¿Por qué los textos de química general no cambian y siguen una «retórica de conclusiones»? *Educación Química*, 16(3), 410–415. Recuperado de <http://educacionquimica.info/>
- . (2012). Filosofía de la química o historia y filosofía de la ciencia como guía para comprender el desarrollo de la química. *Educación Química*, 23(E2), 244–247. Recuperado de <http://educacionquimica.info/>

- Niaz, M.** (2014). Science Textbooks: The Role of History and Philosophy of Science. En Matthews, M. R. (Ed.), *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (pp. 1411–1441). Dordrecht: Springer Science+Business Media.
- Ocelli, M. y Valeiras, N.** (2013). Los libros de texto de ciencias como objeto de investigación: Una revisión bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(2), 133–152. Recuperado de <http://ensciencias.uab.es/>
- Pagliarini, C.de R. y Silva, C.** (2007). History and nature of science in brazilian physics textbooks: some findings and perspectives. *Ninth International History & Philosophy of Science Teaching Group Conference*. Recuperado de <http://www.ucalgary.ca/ihpst07/proceedings/IHPST07%20papers/2122%20Silva.pdf>
- Postigo, Y. y Pozo, J. I.** (2000). Cuando una gráfica vale más que 1000 datos: interpretación de gráficas por alumnos adolescentes. *Infancia y Aprendizaje*, 23(2), 89–110.
- Pozo, J. I. y Lorenzo, M. G.** (2009). Representing organic molecules: the use of chemical languages by university students. En Andersen, C.; Scheuer, N.; Pérez, P. y Teubal, E. (Eds.), *Representational systems and practices as learning tools in different fields of knowledge* (pp. 243–266). London: Sense Publishers.
- Solaz-Portolés, J. J.** (2010). La naturaleza de la ciencia y los libros de texto de ciencias: Una revisión. *Educación XX1*, 13(1), 65–80. Recuperado de <http://www.uned.es/educacionXX1/>
- Souza, K. A. F. D. y Porto, P. A.** (2012). Chemistry and chemical education through text and image: Analysis of twentieth century textbooks used in Brazilian context. *Science & Education*, 21(5), 705–727.
- Sutton, C.** (1997). Ideas sobre la ciencia e ideas sobre el lenguaje. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 12, 8–32.
- Tosi, C. L.** (2010a). Discursive traditions in the pedagogic discourse. A comparative analysis in three disciplines. *Journal of Language and Literature*, 1(1), 55–63.
- . (2010b). Argumentatividad y polifonía en libros escolares. Un análisis microdiscursivo en libros de texto argentinos. *Álabe*, 2. Recuperado de <http://www.ual.es/alabe>
- . (2011). El texto escolar como objeto de análisis. Un recorrido a través de los estudios ideológicos, didácticos, editoriales y lingüísticos. *Lenguaje*, 39(2), 469–500. Recuperado de <http://revistalenguaje.univalle.edu.co/>

PARTE II

Avances en Investigación

Capítulo VII

Comunicando avances en investigación en Argentina

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

Este capítulo da inicio a la segunda parte de este libro. Aquí presentamos un breve relevamiento de las líneas de investigación que se vienen desarrollando en diferentes regiones de nuestro país, a partir de los diversos trabajos que fueron presentados y debatidos en los seminarios de discusión durante el «I Workshop de Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales y Experimentales». Al mismo tiempo, iniciamos una reflexión sobre la importancia de la formación inicial de profesores de todos los niveles, las actividades de posgrado, las áreas de vacancia y otros temas de interés para la didáctica de las ciencias. Esperamos que este capítulo y los que siguen sirvan como muestra de lo que como comunidad de investigación hemos podido construir hasta ahora, y a la vez, promuevan el debate y puedan actuar como insumos tanto para el desarrollo de nuevas investigaciones, como para la formación de profesores de ciencias. Invitamos a los lectores a ser parte de este desafío.

Introducción

En las últimas décadas la enseñanza de las ciencias naturales y experimentales en los niveles de enseñanza secundaria y universitaria ha transformado sus objetivos, superando su rol tradicional de transmitir información de carácter científico, hacia una enseñanza de las ciencias para la vida y para el ciudadano; y particularmente en el caso universitario, hacia la formación de profesionales altamente cualificados. Para tal fin, numerosos son los esfuerzos que se realizan para actualizar contenidos, crear y promover proyectos tendientes a mejorar la calidad de la enseñanza de las ciencias. Es en estos aspectos, donde la investigación en el campo de la didáctica de las ciencias se convierte en un insumo fundamental para conocer las necesidades y las dificultades que existen, como así también, analizar el impacto de las propuestas de cambio.

Si bien estas acciones son de suma importancia, la verdadera transformación ocurre cuando logran articularse los aportes de la investigación con la práctica educativa y se logran cambios profundos en los procesos pedagógicos en el aula. En este punto, toma relevancia la formación docente, tanto en su actualización disciplinar como didáctica.

Para tal fin, la formación docente en el ámbito de las ciencias naturales y experimentales debe ser continua, ofreciendo oportunidades de actualización permanente a los fines de lograr una concepción de la enseñanza que posibilite la formación de profesionales, de científicos, pero sobre todas las cosas de futuros ciudadanos que sepan desenvolverse en un mundo en el que el conocimiento y la apropiación de los avances científicos y tecnológicos permitan adoptar actitudes responsables y tomar decisiones fundamentadas para el beneficio de toda la sociedad.

Una de las estrategias que mejores resultados ha brindado en esta línea, es la capacitación de posgrado de los profesores de ciencias. Ya sea que se desempeñen en secundaria, formación de profesores o universidad, la participación en proyectos de investigación y la realización de tesis de maestría o de doctorado, resultan fundamentales a la hora de generar espacios de reflexión, debatir resultados de las investigaciones, elaborar propuestas de innovación y analizar su impacto, entre otras posibilidades.

Los capítulos que se presentan a continuación nos muestran precisamente, diferentes acciones que se vienen desarrollando en distintas regiones del país en el marco de proyectos de investigación con tradición en la investigación en didáctica de las ciencias y también, los trabajos de los nuevos investigadores que desarrollan su actividad con el fin de realizar sus tesis de doctorado o maestría. Si bien sabemos que este primer relevamiento no alcanza a cubrir la totalidad de investigadores en este campo de conocimiento, nos pareció atractivo presen-

tarlo visualmente en el mapa que se incluye en la figura 1, que nos muestra que la investigación en didáctica de las ciencias está extendida a lo largo y a lo ancho de todo el país. Aspiramos a que cada año podamos revisar este mapa de modo de poder completarlo con todos y cada uno de los centros argentinos.



Figura 1.

Centros de investigación en didáctica de las ciencias, realizado con Google Maps® (<https://maps.google.com/>)

Entre las principales preocupaciones abordadas por este grupo de investigadores se encuentran:

- a) El estudio de la problemática de la comunicación en clase que puede adoptar diferentes perspectivas (Burbules, 1993; Bernstein, 1993; Biber, 2007; Campos Hernández, 2004; Campaner y De Longhi, 2007; Cubero, 2005). Desde el análisis de las producciones escritas de los estudiantes, o la toma

de apuntes, hasta el discurso del profesor durante sus explicaciones, en todos los niveles del sistema educativo. Esto incluye además, el estudio de los diferentes lenguajes que participan en los procesos de construcción del conocimiento científico (por ejemplo siguiendo los trabajos de Lemke, 2002).

b) La formación del profesorado de ciencia. Aquí se distinguen claramente dos aproximaciones: la formación formal y estructurada del profesor de secundaria y primaria, que se realiza en los profesorados universitarios y en los institutos de formación docente (Michelini, Santi y Stefanel, 2010; Reynoso, 2004; Solís, Porlán y Rivero, 2012; Vázquez Bernal, Jiménez Pérez y Mellado Jiménez, 2010) y la formación de los profesores universitarios, apenas incipiente en nuestro país pero que creemos constituye una línea emergente para la investigación de gran interés (Adúriz Bravo y Izquierdo, 2009).

c) Las dificultades de aprendizaje de los estudiantes y las estrategias y propuestas didácticas que intentan hacerle frente (Marchán-Carvajal y Sanmartí, 2015; Palacino Rodríguez, 2007; Ruiz Ortega, 2007; Solbes, Montserrat y Furió, 2002). Se incluyen aquí los diferentes tipos de escenarios educativos como la tradicional dicotomía teoría/práctica.

d) Los aspectos vinculados a la naturaleza de la ciencia y los aportes de las disciplinas metacientíficas como la epistemología, la historia y la sociología de la ciencia, que han comenzado a tomar cada vez mayor relevancia en los currículums escolares (Hodson, 1992; Pozo y Gómez Crespo, 1998; Bell y Lederman, 2003). Estas nuevas formas de pensar la ciencia y sobre la ciencia, también ha dado lugar a incorporar otras miradas, como la de la ética y la bioética, que abren nuevas perspectivas para la investigación en este campo (Gracia, 2000; Rovalletti, 2003; Sánchez Vázquez, 2013).

e) Los estudios sobre el conocimiento del profesor en una determinada área de conocimiento, en el caso del modelo del conocimiento didáctico del contenido (Shulman, 1982; Lorenzo, Daza y Garritz, 2014).

f) Las interrelaciones de la ciencia y del conocimiento científico con otras áreas de interés para los seres humanos, de donde surgen los estudios sobre la ciencia como parte de la cultura y los modelos que abordan la interacción entre la ciencia, la tecnología y la sociedad (CTS) y sus múltiples aproximaciones (Maiztegui *et al.*, 2002; Martínez-Ascunce, 2002; Membiola, 2001).

g) Los espacios de articulación e interacción son otra línea en donde se evidencia el interés de los investigadores en didáctica de las ciencias (Oliva Martínez y Acevedo Díaz, 2005; Odetti, Falicoff, Ortolani y Kranewitter, 2010). Estas toman en cuerpo en algunas problemáticas con más trayectoria, como la de las articulaciones escuela–universidad, que contemplan las cuestiones de ingreso y permanencia, resiliencia, programas de tutorías, por mencionar algunas; hasta interacciones diádicas tales como profesor–alumno, alumno–contenido, políticas–instituciones, entre otras.

En los dos apartados siguientes, daremos algunos detalles más sobre cada uno de los capítulos que siguen para servir de guía a nuestros lectores de manera de evidenciar las líneas de investigación en desarrollo en nuestro país.

Un aspecto que merece destacarse y que ha quedado implícito o subsumido en los diferentes capítulos presentados hasta ahora, y que también forma parte sustantiva de los siguientes, es la naturaleza, la raíz o la formación inicial de quienes llevan adelante estos trabajos de investigación. Cabe dedicar aquí unas breves palabras a la corta edad de la didáctica de las ciencias como campo de investigación, ya no solo en nuestro país, sino en el mundo entero; y su naturaleza, mixta, híbrida o de frontera, entre la educación y las ciencias de la naturaleza. Consecuentemente, este objeto reciente de investigación requiere, más allá del acercamiento inicial que hayan podido darle desde el campo de la pedagogía general, una aproximación especializada que solo aquellos con formación disciplinar pueden lograr. Los investigadores cuyos trabajos aquí compilamos provienen de la bioquímica, la ingeniería, la química, la farmacia, la biología. Son seres inquietos y curiosos, que una vez formados en campos disciplinares específicos, fueron más allá de los límites preestablecidos, entretejiendo nuevos conocimientos con los provenientes del ámbito de las ciencias sociales y dando lugar, a este nuevo mundo, el de la didáctica de las ciencias naturales.

Los grupos de investigación en didáctica de las ciencias. Desafíos para el futuro

En numerosas ocasiones el conocimiento científico se presenta en las aulas de manera arbitraria, acrítica y desarticulada de la realidad, lo cual tiene profundas implicancias en los procesos de aprendizaje de los estudiantes y en su capacidad de plantear y resolver problemas científicos. Procurar superar estas concepciones sobre la enseñanza y los aprendizajes de las ciencias naturales y experimentales y repensar sus problemáticas a través de la investigación en didáctica de las ciencias, es lo que nos ha motivado para crear y participar del Consorcio de Grupos de Investigación de Educación en Ciencias de la República Argentina (CONGRIDEC) (Meinardi, 2013; Odetti, 2015).

En el capítulo 8, Agustín Adúriz Bravo, director del Grupo de Epistemología, Historia y Didáctica de las Ciencias Naturales (GEHYD) y del Instituto de Investigaciones: Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias (CEFIEC), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, nos presenta un recorrido por las principales «Aportaciones de la Epistemología y la Historia de la ciencia a la modelización y la argumentación científicas escolares», que junto con los integrantes de su grupo de trabajo ha estado desa-

rrollando durante los últimos años. Parte de este trabajo es presentado de manera ampliada por Vilma Analía Paz del Instituto de Formación Docente – Escuela Normal Superior N° 32 «Gral. José de San Martín» de la ciudad de Santa Fe e integrante del GEHYD y CEFIEC en colaboración con la Universidad Autónoma de Barcelona, en el capítulo 9, «Estudio de las características textuales y el contenido científico de resúmenes de Nutrición en estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria», donde la autora nos relata el desarrollo de una innovación didáctica a través del uso de resúmenes en las clases de ciencias naturales y la implementación de una rúbrica para su evaluación.

El capítulo 10, bajo el título «Experiencia de inmersión en el campo de las prácticas de residencias en Ciencias Naturales», sus autoras, Aurora Cristina Armúa y María Teresa Alcalá, aportan al debate sobre el impacto de una línea de política educativa a través de la modificación de las prácticas de residencias en el ámbito de las ciencias naturales en las Facultad de Humanidades y Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura de la Universidad Nacional del Nordeste.

Los tres capítulos que siguen nos muestran ejemplos concretos del trabajo con estudiantes, a través de diferentes estrategias de enseñanza, las secuencias didácticas o materiales educativos. En el capítulo 11, Marina Masullo de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba nos introduce en las estructuras de pensamiento a través de «Hacer visible el pensamiento en las clases de Ciencias Naturales. Las rutinas como estructuras» y cómo ellas permitirían una promoción de discusiones grupales que conlleven a que nuestros estudiantes alcancen altos niveles de pensamiento. En el capítulo 12, Adriana Bertelle de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires desarrolla diferentes secuencias didácticas, su diseño, implementación y evaluación en diferentes niveles educativos a través del trabajo titulado «Implementación y evaluación de secuencias didácticas». Finalmente, en el capítulo 13, Odetti, H.S.; Ortolani, A.E.; Güemes, R.O.; Falicoff, C.B.; y Tiburzi, M.C. de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral presenta «Producción y evaluación de materiales para la formación en competencias científicas de los estudiantes de química en un proceso de articulación escuela media–universidad», línea de trabajo que viene desarrollando el grupo de la Universidad Nacional del Litoral.

Convencidos de que la educación científica posibilita formar personas críticas, que estén capacitadas para la toma de decisiones, en la vida profesional, científica, pero sobre todo ciudadana, es que consideramos de sumo interés reflexionar sobre la investigación en Didáctica de las Ciencias, en los diferentes niveles educativos.

Nuevos investigadores, nuevos desafíos

La formación de un investigador es un proceso largo y complejo, en donde influyen y confluyen diferentes aspectos, singularidades y situaciones particulares y comunes. Dentro de aquellas que entendemos como comunes podemos mencionar la influencia de la carrera de grado, los diferentes cursos de posgrado, la tutela de los directores de tesis, el intercambio entre pares, entre otros.

Además de ello, uno de los pilares del desarrollo científico es la divulgación de resultados entre la comunidad científica. Es común que estos resultados primeramente se presenten en congresos, más o menos específicos del área de conocimiento donde se desarrolle la investigación y luego en revistas especializadas. Sin embargo, en tales eventos y publicaciones no es usual que se presenten las dudas, miedos o fracasos de la investigación, no dando cuenta del proceso que conlleva a la formación del buen científico. Es por eso que los espacios para presentar los resultados parciales o incompletos, de investigadores en formación a pares en la misma situación, sean tan importantes.

El fin de los siguientes cinco capítulos es precisamente presentar trabajos que han sido o están siendo desarrollados actualmente, en el seno de trabajos de investigación que responden a la formación de posgrado de sus autores, a través de la realización de tesis de doctorado recientemente finalizadas, hasta incipientes propuestas con fines a establecer un plan de investigación apropiado para concretarla. En este sentido, estos capítulos presentan material fresco que ponen sobre la mesa de discusión las dificultades a las que debe enfrentarse el investigador novel o en formación a la hora de llevar adelante su investigación; tales como, el establecimiento del marco teórico, el planteo de hipótesis y objetivos, las definiciones metodológicas, el análisis de los datos, la discusión de los resultados y la elaboración de conclusiones, y sin dejar de lado, la problemática de la redacción y la escritura de la propia tesis y otros trabajos de investigación. Las líneas de investigación presentadas van desde la química a la psicología, desde estudios cualitativos a estudios cuantitativos, desde la bioética y la biología a las representaciones gráficas en física.

De esta manera, creemos que a partir de su lectura, se tenderán puentes que permitirán generar nutritivos debates entre los lectores y los autores, que retroalimenten la formación individual de manera sinérgica y colaborativa.

Como hemos realizado en el apartado anterior, a continuación, comentaremos brevemente los capítulos correspondientes a estos trabajos para que el lector pueda tener un panorama de su contenido y prepararse para el debate.

En el capítulo 14, Ignacio Idoyaga de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires, presenta los avances de su Tesis

doctoral mediante un trabajo titulado: «Las representaciones gráficas en la enseñanza y en el aprendizaje de la Física en la Universidad». A través de un trabajo cualitativo y cuantitativo, investiga las dificultades y obstáculos para el aprendizaje vinculado al procesamiento de representaciones gráficas de los estudiantes de Ciencias Naturales (particularmente de la Física, su área de experticia profesional). Para ello se centra particularmente en los gráficos cartesianos. Siguiendo las ideas de Postigo y Pozo propone tres niveles de complejidad creciente para el procesamiento de la información presente en los gráficos: explícita, implícita y conceptual, y concluye señalando que los estudiantes acceden a los dos primeros niveles, pero tienen dificultades en relación con la información conceptual.

Luego, en el capítulo 15, Victoria Zanón de la Universidad de Río Negro presenta el trabajo: «Prácticas Educativas en el taller de Ciencias Naturales para el ciudadano: Un caso de implementación en la reforma curricular en el nivel medio de la Provincia de Río Negro». Allí se abordan las prácticas educativas surgidas a partir de la reforma curricular del Nivel Medio en la provincia de Río Negro (2006) y la propuesta de dicho taller que se dicta en primer año de la escuela media y del cual participan docentes de Biología, Física, Química y Matemática que deben planificar y dar la clase en conjunto. La posibilidad de generar acuerdos en común y trabajar en forma interdisciplinaria implica un cambio en las prácticas educativas que Zanón analiza a partir de la indagación de los sentidos que los docentes otorgan a este modo de trabajar, sus decisiones didácticas al planificar y sus acciones pedagógicas en el aula.

A continuación, en el capítulo 16, Irene Cambra Badii de la Facultad de Psicología de la Universidad de Buenos Aires presenta el recorrido metodológico de su tesis doctoral mediante el trabajo: «La importancia del Cine en el Aprendizaje de Cuestiones Bioéticas: un acercamiento desde la Psicología». En la intersección entre Psicología, Bioética y Cine propone un modo de lectura ético-analítica de cine y series televisivas que incluya tanto el análisis de la normativa vigente en Bioética como la lectura de las discusiones llevadas a cabo por los personajes en los episodios de la serie *Dr. House* y relevadas por los estudiantes de psicología sin conocimientos previos de Bioética, a fines de poder responder como se construye el conocimiento en bioética a partir de elementos subjetivos y de la singularidad de la situación.

Posteriormente, en el capítulo 17, podemos encontrar el trabajo de Gastón Mariano Pérez de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires: «La enseñanza y el aprendizaje de la evolución en la escuela secundaria basados en la modelización y la metacognición sobre los obstáculos epistemológicos» en el cual pone énfasis en la metodología de la investigación de su Tesis doctoral enfocada en la enseñanza de los modelos de la evolu-

ción biológica. El trabajo propone la construcción de una unidad didáctica con veintidós actividades para la enseñanza de la Biología en el nivel medio, enfocándose en los marcos teóricos, y cómo estos interactúan en el tema de la construcción de los modelos de selección natural y especiación alopátrica.

Por último, en el capítulo 18, Germán Hugo Sánchez, de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral, mediante su trabajo: «Aproximaciones sobre la metodología utilizada para el estudio de clases prácticas y experimentales de nivel superior» presenta aquellas metodologías utilizadas en su trabajo de tesis, tanto aquellas referidas a la recolección de datos, su análisis y validación. Incluye en esta presentación las ventajas y las dificultades que derivan de la puesta en práctica de esas metodologías y qué resultados se espera de ello.

A modo de cierre

En todo proceso de aprendizaje es importante hacer una introspección que dé cuenta del proceso del cual estamos tomando parte. Además, entendemos que la carrera de investigador, desde sus comienzos y hasta su culminación, involucra diferentes y muy complejos aprendizajes en menor o mayor medida. Por ello, invitamos a la lectura del capítulo 19 de este libro «Introducción a las metodologías de investigación en educación», donde Elsa Meinardi y María Victoria Plaza realizan un recorrido por la historia de los paradigmas científicos que orientan la investigación en didáctica, describiéndolos y analizando sus principales características; sin duda, siempre es un buen momento para dar un repaso por la historia de nuestro campo, que nos sitúe como sujetos históricos y nos permita ubicarnos en el devenir. Por último, en el capítulo 20, «Reflexionar para seguir aprendiendo», María Gabriela Lorenzo y Alejandra Rossi realizan una reflexión sobre lo trabajado en el desarrollo del libro, para dar cuenta de los principales logros y las dificultades encontradas en el camino de la integración y comunicación de investigadores a lo largo y a lo ancho de la Argentina y nuestro país vecino, Brasil, consideramos que la lectura de ese texto, los hará resonar en su historia personal, quizás puntapié inicial para la construcción o consolidación de puentes comunicativos entre los diferentes grupos de investigación y el lector.

Proponemos a usted algunas preguntas que puedan orientar la lectura de esta sección, permitiendo así el ejercicio metarreflexivo y crítico de los mismos. ¿Qué características presentan la investigación en didáctica en ciencias en el contexto argentino-brasilero? ¿Qué tuvieron en común estos trabajos?

¿Cuál fue su característica distintiva? ¿Cómo se visualiza la formación de nuevos investigadores en el campo de la Didáctica de las Ciencias?

Es entonces que nos gustaría realizar una reflexión respecto de la importancia del espacio desarrollado. Habiendo participado como autores de este compendio y compartido las emociones que sintieron nuestros pares, es que podemos expresar que este espacio fue muy gratificante porque nos permitió ver, compartir y ser parte de la compleja trama que subyace a cada uno de los trabajos de tesis doctorales en marcha, aspectos que suelen quedar ocultos en el producto final presentado y que solo suele ser compartido con los grupos más cercanos a cada tesista. Sin embargo, destacamos el hecho de que, la explicitación de las dificultades y obstáculos, no quita la rigurosidad científica de los aportes presentados. Por otro lado, pudimos ampliar nuestra mirada con los aportes de los grupos de trabajo consolidados.

Esperamos que nuevos emprendimientos sigan ocurriendo y que cada vez sean más y mejores estos espacios en los que todos podamos participar y trabajar de manera colaborativa. Invitamos al lector a sumarse a esta propuesta y convertirse en promotor y generador de estos debates que deseamos sean cada vez más federales y puedan lograr convertirse en un espacio donde participen, por qué no, todos los grupos de investigación de didáctica; y así, el mapa presentado en la figura 1 se llene de puntos a lo largo y a lo ancho de nuestro querido país.

Referencias bibliográficas

- Adúriz-Bravo, A. e Izquierdo, M.** (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Electrónica de Investigación en Enseñanza de las Ciencias* (esp.), 40–49.
- Bell, R. L. y Lederman, N. G.** (2003). Understandings of the Nature of Science and Decision Making on Science and Technology Based Issues. *Science Education*, 87, 352–377.
- Bernstein, B.** (1993). *La estructura del discurso Pedagógico*. Madrid: Morata.
- Biber, G.** (2007). *La lectura en los primeros años de la Universidad*. Córdoba, España: Educando.
- Burbules, N.** (1993). *El diálogo en la enseñanza*. Buenos Aires: Amorrortu.
- Campaner, G. y De Longhi, A.** (2007). La argumentación en Educación Ambiental. Una estrategia didáctica para la escuela Media. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 442–456.
- Campos Hernández, M.** (2004). Una aproximación socio cultural a los procesos cognitivos en el proceso educativo. *Perfiles Educativos*, 26(104), 7–32.
- Cubero, R.** (2005). *Perspectivas constructivistas. La interacción entre el significado, la interacción y el discurso*. Barcelona: Grao.
- Gracia, D.** (2000). *Fundamentación y enseñanza de la bioética*. Bogotá: El Búho.
- Hodson, D.** (1992). In Search of a Meaningful Relationship: an Exploration of some Issues Relating to Integration in Science and Science Education. *International Journal of Science Education*, 14(5), 541–566.
- Lemke, J.** (2002). Enseñar todos los lenguajes de la ciencia: palabras, símbolos, imágenes y acciones. En M. Benlloch (Comp.), *La educación en ciencias: Ideas para mejorar su práctica* (pp. 159–186). Barcelona: Paidós.
- Lorenzo, M. G.; Daza, S.; Garritz, A.** (2014). *Conocimiento didáctico del contenido: Una perspectiva iberoamericana*. Saarbrücken: Académica Española.
- Maiztegui, A.; Acevedo, J. A., Caamaño, A.; Cachapuz, A.; Cañal, P.; Carvalho, A. M. P.; Del Carmen, L.; Dumas Carré, A.; Garritz, A.; Gil, D.; González, E.; Gras-Martí, A.; Guisasola, J.; López-Cerezo J. A.; Macedo, B.; Martínez-Torregrosa, J.; Moreno, A.; Praia, J.; Rueda, C.; Tricárico, H.; Valdés, P. y Vilches, A.** (2002). Papel de la tecnología en la educación científica: una dimensión olvidada. *Revista Iberoamericana de Educación*, 28, 129–155.
- Marchán-Carvajal, I. y Sanmartí, N.** (2015). Criterios para el diseño de unidades didácticas contextualizadas: aplicación al aprendizaje de un modelo teórico para la estructura atómica. *Educación química*, 26(4), 267–274.
- Martínez-Ascunce, M. A.** (2002). *Proyecto de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) de Innovación Pedagógica. Memoria final*.
- Meinardi, E.** (2013). El Consorcio de Grupos de Investigación de Educación en Ciencias Naturales (CONGRIDEC). Entrevista a Héctor Odetti y María Gabriela Lorenzo. *Revista de Educación en Biología*, 16(1), 80–85.
- Membiola, P.** (2001). Algunas nuevas tendencias en el currículo de ciencias experimentales. En M. Martín Sánchez y J.G. Morcillo (Eds.), *Reflexiones sobre la Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 275–281). Madrid: Nivola.

- Membiela, P.** (2002). *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia–tecnología–sociedad. Formación científica para la ciudadanía*. Madrid: Narcea.
- Michellini, M.; Santi, L. y Stefanel, A.** (2013). La formación docente: un reto para la investigación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10, 846–870.
- Odetti, H.** (2015). CONGRIDEC. Noticias en la comunidad de didáctica de las ciencias naturales. *Educación en la Química en Línea*, 21(2), 159–161.
- Odetti, H.; Falicoff, C.; Ortolani, A. y Kranewitter, M.** (2010). Búsqueda de indicadores que permiten analizar la permanencia en el primer año de las carreras de Bioquímica y Licenciatura en Biotecnología de la UNL. *Revista Electrónica Iberoamericana de Educación en Ciencias y Tecnología*, 2, 13–29.
- Oliva Martínez, J. M. y Acevedo Díaz, J. A.** (2005). La enseñanza de las ciencias en primaria y secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), 241–250.
- Palacino Rodríguez, F.** (2007). Competencias comunicativas, aprendizaje y enseñanza de las Ciencias Naturales: un enfoque lúdico. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 6(2), 275–298.
- Postigo, Y. y Pozo, J. I.** (2000). Cuando una gráfica vale más que 1000 datos: la interpretación de gráficas por alumnos adolescentes. *Infancia y Aprendizaje*, 90, 89–100.
- Pozo, J. I.; Gómez Crespo, M. A.** (1998). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Morata.
- Reynoso, D. I.** (2004). *La profesión docente en América Latina y las competencias profesionales*. *Competencias profesionales en la formación de los docentes*. Tucumán: Facultad de Educación Física. Universidad Nacional de Tucumán.
- Rovaletti, M. L.** (2003). La investigación biomédica actual: un cuestionamiento a la sociedad en su conjunto. *Acta bioethica*, 9(1), 105–111.
- Ruiz Ortega, F. J.** (2007). Modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 3(2), 41–60.
- Sánchez Vázquez, M. J.** (2013). *Investigar en Ciencias Humanas. Reflexiones epistemológicas, metodológicas y éticas aplicadas a la investigación en Psicología*. La Plata: Edulp.
- Shulman, L.** (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15, 4–14.
- Solbes, J.; Montserrat, R. y Furió, C.** (2013). Desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 21, 91–117.
- Solís, E.; Porlán, R. y Rivero, A.** (2012). ¿Cómo representar el conocimiento curricular de los profesores de ciencias y su evolución? *Enseñanza de las Ciencias*, 30(3), 9–30.
- Vázquez Bernal, B.; Jiménez Pérez, R. y Mellado Jiménez, V.** (2010). Los obstáculos para el desarrollo profesional de una profesora de enseñanza secundaria en Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), 417–432.

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.

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

Vilma A. Paz

La presente tesis doctoral estudia la incidencia de una Unidad Didáctica diseñada siguiendo las directrices de la Actividad Científica Escolar (ACE) en la competencia cognitivo lingüística del resumen. Los resultados evidencian que la base de orientación contribuye a una mejora en las características textuales. Se identifican tres estrategias generales y una evolución en la escritura científica escolar. Como contribución original de la tesis se presentan las rúbricas para valorar un resumen escolar.

Introducción

Nuestra experiencia educativa respecto de las dificultades que tienen los alumnos en el aprendizaje de las ciencias, nos conduce a cuestionamientos profundos sobre la práctica docente, motivando cambios conscientes en el ciclo de aprendizaje que se utiliza habitualmente, y a la necesidad de introducir un instrumento de investigación que facilite el estudio de este problema.

Es decir, presentamos el desarrollo de una habilidad cognitivo lingüística, en una disciplina específica de Biología. Incluimos un objetivo específico en la unidad didáctica «Salud, alimentación y vida»: elaborar resúmenes de lo que han aprendido en una determinada secuencia didáctica; se trata de escribir acerca de los alimentos y nutrientes y de la función de nutrición del modelo ser vivo. En las secuencias, incorporamos de manera explícita y sistemática la enseñanza de esta habilidad cognitivo–lingüística: *el resumen*.

Lo que principalmente interesa evaluar con el resumen es detectar si el alumno realiza la interrelación de ideas. Esta es una habilidad necesaria en el aprendizaje de las ciencias, ya que interesan los fenómenos, no como hechos aislados, sino relacionados en un todo o modelo general, a partir de todas las entradas (*inputs*) recibidas a lo largo de un proceso de enseñanza. Este enfoque facilita la incorporación y la construcción de esta actividad resumidora, que si se efectúa dentro del ciclo de aprendizaje, el estudiantado se verá obligado a considerar y reflexionar, no solo sobre el contenido sino también, sobre su propio aprendizaje.

Es decir que se trata de aprender a elaborar un texto resumen, que tiene que ver con la interpretación y elaboración de la información en una determinada secuencia didáctica y como actividad de síntesis. Para ello enseñamos a planificar, elaborar y revisar un resumen utilizando una base de orientación. El proceso de elaboración del texto resumen requiere de un trabajo importante con la oralidad en el aula. Por lo cual el alumnado tiene que construir una maqueta de la función de nutrición del modelo ser vivo y poner en juego, a través de la exposición oral, todo lo que sabe sobre la temática. Posteriormente deben escribir un resumen acerca de la función de nutrición. Nuestra propuesta apunta a un cambio en la forma de trabajar la escritura y la oralidad con el alumnado en las clases de ciencias.

Marco teórico

Esta tesis se inscribe en el modelo cognitivo de ciencia escolar, propuesta teórica de la didáctica de las ciencias, que se centra alrededor del diseño de la ciencia escolar, la Actividad Científica Escolar.

La idea de Actividad Científica Escolar surge dentro de una línea de trabajo sobre el diseño del currículo y de las clases de ciencias desarrollada en el Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales de la Universidad Autónoma de Barcelona

Según Guidoni, quien aplica los hallazgos de la ciencia cognitiva a la enseñanza de las ciencias, las tres dimensiones «independientes» e «irreducibles»

del sistema cognitivo humano que conviene considerar de manera principal al enseñar para que se aprenda significativamente son: 1. el pensar (mediante representaciones simbólicas o modelos mentales); 2. el actuar (adquirir experiencias significativas, personales sobre el mundo natural); y 3. el comunicar (utilizando convergentemente una diversidad de lenguajes o sistemas semióticos). Estas tres dimensiones, trabajando de manera coordinada, serían las que estructuran una «buena» actividad científica escolar, que «se parece» o «es similar» a la actividad de los científicos en su núcleo más irreducible, que correspondería a la capacidad de pensar el mundo con teorías.

Para realizar este estudio partimos de la idea clave que estructura el llamado modelo cognitivo de ciencia escolar (Izquierdo-Aymerich *et al.*, 1999), que es el marco teórico que da sustento a nuestra propuesta de aula. La idea clave a la que nos referimos es que la actividad científica escolar es principalmente un proceso de atribución de sentido sobre el mundo natural utilizando modelos teóricos escolares. Esos modelos «irreducibles» y los hechos reconstruidos por ellos constituyen la ciencia escolar que se habría de trabajar en el aula. En este contexto, entonces, las teorías científicas no son fórmulas ni términos incomprensibles. Son conjuntos de modelos que son similares entre ellos y que, cada uno, se relaciona con grupos de fenómenos que también son similares, al ser «mirados» según un mismo enfoque. Así, el significado de las teorías no puede captarse sin tener en cuenta el «mundo» al que se refieren y las intervenciones y los lenguajes con los cuales este se transforma, como resultado de «conocerlo», que están íntimamente relacionados a los valores culturales y epistémicos.

Consideramos por tanto que la actividad científica escolar tiene la exigencia de conectar firmemente los hechos del mundo con los modelos apropiados para explicarlos y con los lenguajes que nos sirven para argumentar sobre las relaciones sustantivas entre unos y otros. Así, en el diseño de la actividad científica escolar hemos de tener en cuenta cuáles son los hechos que pueden tener sentido para los estudiantes, a fin de transformarlos, mediante el conocimiento teórico, en hechos paradigmáticos que funcionarán a modo de modelos teóricos escolares.

Según este marco, la Actividad Científica Escolar posee cuatro elementos fundamentales: 1. Lo que pasa en el mundo o lo que provocamos que pase al intervenir (los hechos y la experiencia); 2. Lo que se piensa sobre eso que pasa y sobre lo que hacemos (el conocimiento: la teoría y los modelos); 3. Las finalidades que perseguimos con nuestras actuaciones (los objetivos y las metas); y 4. El lenguaje adecuado para dar sentido y comunicar a otros nuestra intervención cargada de teoría (la comunicación con los sistemas de símbolos). En este sistema de ideas, pensamos con modelos que dibu-

jan determinadas «reglas de juego» para intervenir y determinados lenguajes para comunicar, cargados de finalidades y valores socialmente relevantes. La investigación y la intervención que aquí reseñamos pretenden poner la atención en esos cuatro elementos constituyentes de la actividad científica escolar, tal cual ellos se ponen de manifiesto en un aula de ciencias de nivel secundario básico. Centrándonos en una de las dimensiones: la comunicación con lenguajes abstractos.

En el seno del modelo cognitivo de ciencia escolar, podemos definir la actividad científica escolar como la construcción de modelos teóricos a través del pensamiento, la acción y el discurso aplicados a algunos fenómenos cuidadosamente seleccionados por su potencial como «ejemplares» de las ideas teóricas que se van a introducir en clase. Para lograr este objetivo de dar un sentido profundamente educativo a las ciencias, nos parece necesario organizar el currículo procurando que la orientación de las clases sea, en todo momento, altamente teórica, pero mostrando siempre la dimensión práctica, comunicativa y valorativa propia de las teorías científicas. Por tanto, consideramos que, en las clases de ciencias, los conceptos científicos abstractos, definidos mediante lenguajes ricos, nos permiten comunicar determinadas intervenciones transformadoras sobre el mundo, acerca de las cuales pensamos con modelos–ejemplares. Modelos, intervenciones y lenguajes están guiados por finalidades y profundamente cargados de valores; esas finalidades y esos valores pueden ajustarse a los de la ciencia de los científicos, pero también han de ser re–diseñados dentro de la propia educación científica según un imperativo de ciencia de calidad para todos y todas.

Lenguaje y ciencia escolar

El uso de la lengua en las actividades escolares es un factor determinante del aprendizaje significativo de los alumnos y alumnas, ya que el lenguaje verbal aparece como vehículo básico de la comunicación, no solo como medio de expresión de las ideas, sino también como medio para su construcción.

De acuerdo con Sutton (1997), los estudiantes tienen una idea demasiado simple de la ciencia como un archivo de hechos, y del lenguaje como un sistema de etiquetaje de hechos. Cuando este autor habla del lenguaje como sistema de etiquetaje se refiere a un tipo de lenguaje independiente de la persona: «las moléculas de aire están en continuo movimiento», directo y literal, definido y preciso. Este tipo de lenguaje limita la capacidad de actuar del alumno porque se le considera como un receptáculo de información. En cambio cuando hablamos del lenguaje como sistema interpretativo se en-

tiende que es el producto de la actividad de una persona: «yo pienso que...», analógico o metafórico, provisional, impreciso y persuasivo. Se considera al alumno como una persona activa para conocer.

De acuerdo con estos planteamientos la enseñanza de las ciencias en la escuela debería realizarse a través de un proceso análogo al que llevan a cabo los científicos cuando generan conocimiento. Es decir, los científicos estudian, discuten y exponen sus ideas en reuniones y congresos, y escriben artículos que son evaluados por otros. De modo similar, hacer ciencia en la escuela también debe significar observar, describir, hacer hipótesis, argumentar, diseñar experimentos, escribir, leer y enseñar en, y a través del lenguaje de la ciencia (Lemke, 1997; Sanmartí *et al.*, 2002). Es decir que el lenguaje debe activar al alumno, ponerlo en situación para hacer y pensar. Solo de esta manera el conocimiento puede estructurarse y evolucionar en la actividad de hablar y escribir.

Por lo cual para estos autores, hablar ciencias significa hacer ciencias a través del lenguaje. Para hablar de ciencia, tenemos que expresar relaciones entre los significados de diferentes conceptos, y la semántica es el estudio de cómo usamos el lenguaje para hacer esto. En las clases de ciencias necesitamos de la semántica, debido a que cualquier concepto o idea particular tiene sentido solo en términos de las relaciones que tiene con otros conceptos o ideas. Esencialmente la semántica es el estudio del significado tal como éste se expresa a través del lenguaje. Nos interesa investigar justamente el significado y las relaciones que se establecen entre las entidades, y que conectan con un conjunto de hechos. Para así poder identificar el modelo de ciencia escolar que construye el alumnado en las clases de ciencias. En esta tesis presentamos la función de nutrición del modelo ser vivo a través de un mediador analógico (la maqueta).

Por otra parte, en la misma línea, otros referentes teóricos de nuestro interés han relacionado la modelización con los diferentes tipos de géneros lingüísticos. En las clases de ciencias se combinan los diferentes géneros lingüísticos, pero cada uno tiene finalidades específicas en el proceso que comporta la construcción de modelos teóricos. Aprender a mirar el mundo gracias a un determinado modelo teórico no es fácil, porque el fenómeno científico y el modelo se necesitan el uno del otro y todos son nuevos para el alumnado. En este sentido es que creemos que si se aprovechan los recursos que ofrecen los diferentes géneros discursivos para hablar del fenómeno y del modelo se puede conseguir que el alumnado aprenda ciencias.

En esta investigación desarrollamos la habilidad cognitiva–lingüística del resumen, planteamos que para su construcción es necesario conocer los procesos cognitivos que intervienen y que permitirán la representación del tex-

to. La habilidad de resumir consiste en realizar un proceso de selección y condensación de las ideas de mayor valor estructural, lo cual comporta seleccionar, generalizar y construir (Dijk).

El resumen escolar

El resumen de textos es un ejercicio escolar reciente. Entre los autores que han estudiado el resumen escolar, debemos citar a Kintsch y Dijk (1975), entre otros.

Paz (2005) propuso un análisis de los resúmenes de un grupo-clase de 3er año de Ciencias Naturales, identificando la potencia de este texto para la ciencia escolar. En esta tesis doctoral consideramos que una aportación al estudio del resumen escolar son las rúbricas, instrumentos de evaluación del resumen que pueden ser aplicadas tanto por el profesor como por los propios alumnos durante el proceso de planificación, elaboración y revisión del resumen. En este trabajo de investigación, las rúbricas surgen posteriormente al análisis de los datos y permiten obtener una gradación de criterios de resultados.

Objetivos

- Identificar las características textuales de cada uno de los resúmenes realizados por los estudiantes en cuatro momentos distintos de la unidad didáctica, y su evolución a lo largo de la unidad didáctica.
- Valorar el contenido científico de tales resúmenes y su evolución a lo largo de la unidad didáctica.
- Caracterizar, a partir de los dos análisis anteriores, las estrategias generales utilizadas por los estudiantes al resumir.
- Analizar algunas características de la intervención de la profesora en la actividad de la maqueta que pretenden «andamiar» la mejora de la calidad de los resúmenes.

Metodología

La unidad didáctica se aplicó con un grupo de alumnos de 3er año de la escuela secundaria (Santa Fe, Argentina). La población escolar está integrada por alumnos y alumnas de alta vulnerabilidad social.

La unidad didáctica «Salud, alimentación y vida» está formada por dos secuencias de actividades:

- Secuencia didáctica 1 (SD1): Nutrición y alimentación.
- Secuencia didáctica 2 (SD2): El modelo ser vivo y la función de nutrición.

Las actividades de cada secuencia se presentan organizadas en función de la fase del ciclo de aprendizaje al que corresponden. Todas las actividades están asociadas a diferentes momentos de escritura, de lectura, de oralidad en ciencias, y a diferentes momentos de intervención docente, como la elaboración de textos, la construcción de publicidades y maquetas. También se incluyen actividades de regulación de los aprendizajes directamente vinculadas a la coevaluación entre pares de los resúmenes. Este tipo de actividad se realizó varias veces durante el desarrollo de las secuencias didácticas.

Cabe remarcar que en cada secuencia los alumnos/as elaboran dos resúmenes. En la SD1, Nutrición y alimentación, se pidieron dos resúmenes (resumen 1 y 2). Y en la SD2, el modelo ser vivo y la función de nutrición se solicitó dos textos del mismo tipo (resumen 3 y 4).

Se analizan cincuenta y seis producciones escritas del alumnado que se corresponden a los resúmenes 1, 2, 3 y 4 de dos secuencias de actividades correspondientes a la unidad de Nutrición, alimentación y vida. Además de los cincuenta y seis resúmenes se analizan cuatro transcripciones que se corresponden a cuatro grupos pequeños de la clase. Las transcripciones corresponden a once alumnos y alumnas que hicieron la exposición oral y presentaron sus maquetas al grupo clase.

La organización de los datos se realiza utilizando redes sistémicas y también se aplica una pauta de criterios para analizar el contenido científico de los textos. Las categorías de análisis son: pertinencia, precisión y volumen de conocimiento.

También se analizan transcripciones correspondientes a las conversaciones de cuatro agrupamientos de la clase. Para el análisis de las transcripciones se utilizan los indicadores y categorías propuestas en la tesis doctoral de Gómez para el estudio del modelo ser vivo.

De acuerdo con esta autora, se identificaron unidades de análisis a dos niveles: un nivel contextual general, que es la actividad, en el que está definida la temática, la tarea a realizar y la dinámica general de la interacción y, otro contextual particular en el que definimos las secuencias discursivas, específicas delimitadas por la interacción sobre un nivel escalar preciso y un tema puntual, lo cual implica una relación específica de los docentes y escolares con el contenido. La actividad como contexto y la construcción de significados como objetos de análisis demanda que las unidades mínimas de análisis sean secuencias de interacción y no frases o comentarios descontextualizados.

El elemento clave que guía la definición de un significado conjunto hace referencia al nivel de observación de la explicación, de acuerdo con la visión escalar que hemos definido a lo largo de la misma. Por ello, utilizamos la categoría «explicaciones» (visión escalar organismo, visión escalar inferior a organismo) para definir las secuencias discursivas. Y en cada secuencia discursiva asignamos los indicadores de las categorías correspondientes a: «promotor de la actividad», «regulación y evidencia».

Principales resultados y perspectivas

Conclusiones en relación con las características textuales de los resúmenes:

- a) La base de orientación contribuye a una mejora en las características textuales de los resúmenes.
- b) La coevaluación entre pares contribuye a la modificación de los textos.
- c) En relación con la progresión temática de los resúmenes del alumnado se identifican cinco tipos de progresión. La progresión temática evoluciona hacia progresiones más productivas en el último resumen.

Como contribución original se presentan rúbricas organizada a partir de tres momentos de escritura del resumen: planificación, elaboración de un texto resumen y revisión.

Las conclusiones en relación con el contenido científico se concretan en:

La pertinencia, la precisión y el volumen de conocimiento mejora visiblemente en la medida que el alumnado construye los textos.

Como contribución original se presenta la rúbrica para evaluar el contenido científico del resumen.

Conclusiones en relación con las estrategias generales utilizadas por los estudiantes al resumir:

Se identifican tres «estrategias generales» construcción de una progresión temática genuina, copia-supresión, etiqueta.

Conclusiones en relación con las características de la intervención de la profesora en la actividad de la maqueta:

Identificamos en las secuencias discursivas analizadas del indicador explicaciones, dos «visiones escalares».

La construcción de explicaciones:

- a) Las dos escalas del indicador explicaciones identificadas son: visión escalar a nivel organismo —el patrón o fenómeno a estudiar a nivel organismo—, y la visión escalar a nivel inferior a organismo.
- b) La tarea de co-construcción de un texto oral, mayormente de formato expositivo-descriptivo, auxiliada por la maqueta y las intervenciones de la profesora, se ha mostrado altamente satisfactoria.

Implicaciones

El andamiaje «como estrategia docente»: la base de orientación y la identificación de aspectos sustantivos de la competencia del resumen para regular la actividad del estudiantado. Se podría profundizar en este aspecto diseñando nuevas actividades y analizando la incidencia de la intervención docente en la mejora de la competencia de resumir.

Referencias bibliográficas

- Dijk Van, T. A.** (1978). *La ciencia de texto. Un enfoque interdisciplinario*. Barcelona: Paidós Comunicación.
- Gómez, A.** (2005). *La construcción de un modelo de ser vivo en la escuela primaria: una visión escalar*. (Tesis de doctorado). Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas, UAB.
- Guidoni, P.** (1985). On natural thinking. *European Journal of Science Education*, 7(2), 133–140.
- Izquierdo, M.; Espinet, M.; García, P.; Pujol, R.; Sanmartí, N.** (1999). Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. *Enseñanza de las ciencias, Número extra*, 79–92.
- Izquierdo, M.; Sanmartí, N.** (2000). Enseñar a leer y escribir textos de Ciencias de la Naturaleza. En Jorba, J.; Gómez, I.; Parat, A. (Edts.), *Hablar y escribir para aprender. Uso de la lengua en situación de enseñanza aprendizaje desde las áreas curriculares*. ICE. Síntesis.
- Lemke, J. L.** (1997). *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Paidós.
- Kintsch, W. y Van Dijk, T. A.** (1975). Comment on se rapelle et on résume une historie. *Langages* (40).
- Paz, V. A.** (2005). *Análisis del resumen en las clases de ciencia y su potencialidad como instrumento para el aprendizaje científico*. Trabajo de investigación, Universidad Autónoma de Barcelona (UAB).
- Sanmartí, N.; García, P.; Izquierdo, M.** (2002). Aprender ciencias aprendiendo a escribir ciencias. *Aspectos Didácticos de Ciencias Naturales*, 8, 141–175.
- Sutton, C.** (1997). Ideas sobre la ciencia e ideas sobre el lenguaje. *Didáctica de las ciencias experimentales*, 12, 8–32.

Capítulo X

Experiencia de inmersión en el campo de las prácticas de residencias en ciencias naturales

Aurora C. Armúa y M. Teresa Alcalá

En Argentina, una de las preocupaciones de la gestión universitaria está centrada en transformar la formación de los profesores para el nivel medio recuperando la centralidad de la enseñanza como eje de la actividad profesional, la articulación teoría–práctica, la investigación educativa, la contextualización en los distintos ámbitos de intervención docente. La formación docente es un proceso integral que implica la apropiación de herramientas conceptuales y metodológicas para el desempeño profesional. La propuesta de inmersión para el desarrollo de las prácticas aporta una concepción más integral en el proceso de formación que combina la narración y la interacción de los sujetos.

Introducción

La formación de profesores en la universidad pública implica apreciar el valor formativo de la práctica como componente inescindible si se la piensa en claves epistemológicas y políticas. De allí que el sentido de la práctica no refiere a un momento posterior a la teoría, como aplicación mecánica,

ni como acción vacía o ciega, sino como constitutiva del saber profesional docente desde el inicio de la formación. La propuesta parte del presupuesto que, para mejorar la formación en las prácticas, es necesario, en primer lugar, comprender más acerca de cómo se produce ese conocimiento que permite a los docentes tomar decisiones en situaciones siempre singulares, inciertas y complejas. En segundo lugar, que es posible investigar y socializar producciones y experiencias que permitan modificar enfoques tradicionales de formación que han mostrado su ineficiencia. En las últimas décadas se ha producido un significativo desarrollo teórico y de programas de investigación preocupados por cómo se construye el conocimiento profesional docente, abriendo una nueva perspectiva para comprender las prácticas y orientar su formación, de tal manera que las teorías, producto de la actividad científica, impacten en ellas y sean objeto de reflexión y de socialización.

La Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura de la Universidad Nacional del Nordeste, ofrece las carreras de Profesorados de Biología, Física, Química y Matemática. El Plan de Estudio vigente de la Carrera del Profesorado en Biología está organizado en tres trayectos curriculares (de formación general, pedagógico y disciplinar), donde la Práctica Profesional es transversal a los tres trayectos. El trayecto de Formación Docente tiene como propósitos, entre otros, promover desde todas las asignaturas que la componen, el desarrollo de las capacidades de autoevaluación, creatividad y flexibilidad frente al proceso de enseñanza y aprendizaje como también el de formar docentes conscientes de su rol en la sociedad y con capacidad para un continuo desarrollo profesional. Es decir, se busca un «profesional reflexivo». Formar un profesional reflexivo con conocimiento en su disciplina, implica varias tareas. Schön señala que cuando nos referimos al «conocimiento profesional» estamos hablando de dos clases de conocimiento: «conocimiento recibido» y «conocimiento experiencial». El primero consiste en hechos, datos y teorías relacionados a menudo con alguna clase de investigación. El segundo se vincula con el conocimiento en acción que se va adquiriendo con la práctica de la profesión.

Partiendo del propósito de mejorar la formación de nuestros alumnos en el desarrollo de las prácticas docentes y del seguimiento a nuestros egresados, quienes reciben a nuestros residentes. Esto permite revisar y analizar los diferentes elementos que componen el diseño de enseñanza, como su implementación a partir de la especificidad de la didáctica de las ciencias naturales, revisando críticamente las estrategias de abordaje de los contenidos y analizando los modelos teóricos implícitos en dichas estrategias. Por lo tanto, se trata de la integración de los dos tipos de conocimientos antes citados.

Presentamos en este trabajo una experiencia que se lleva adelante en la asignatura de Didáctica para Biología y Práctica de Residencia que consiste en la «inmersión» de los estudiantes en el contexto de las prácticas docentes en instituciones educativas, públicas y privadas de la provincia de Corrientes.

El objetivo central, es aportar a la constitución de una comunidad de docentes–investigadores que reflexionen sobre sus prácticas y se propongan transformarlas desde una perspectiva crítica y creativa. Para ello se hace imprescindible generar un espacio de intercambio de conocimientos y experiencias con otros docentes que desarrollen propuestas de investigación participativa en esta área de conocimientos.

El dictado de la asignatura es semestral, desde que comienzan a cursar los alumnos cumplen, el 50 % de la carga horaria en la Facultad y el otro 50 % en la escuela media (previo acuerdos firmados por las autoridades de ambas instituciones educativas), lo que les permite ir viendo en terreno «aula» la realidad de los marcos teóricos que vamos desarrollando, superando la fragmentación teoría–práctica para la formación profesional, que caracterizaba al diseño curricular anterior, donde la práctica y residencia se concretaba en el último tramo del dictado de la asignatura.

Desde esta mirada, la enseñanza de la biología se orienta hacia un modelo dinámico y globalizador (Joyce y Weil, 2002), tendiente a una concepción de aprendizaje significativo, constructivo, que se produce a través de la interacción social (Lucareli, 1994); posibilitando a los alumnos asumir un rol más activo en sus aprendizajes (Meinardi *et al.*, 2002).

Metodología

La propuesta se inicia con un relevamiento previo en las instituciones educativas para ubicar a profesores experimentados y, en esos establecimientos principalmente, se acuerda con las autoridades institucionales para que reciban nuestros residentes.

Se realizan talleres previos en las escuelas y en la facultad, para organizar el trabajo con el mismo discurso de análisis de las estrategias, modelos de enseñanza, etcétera.

Los estudiantes en pareja pedagógica, durante un mes acompañan a un profesor experimentado en el desarrollo de sus tareas como docentes en el nivel secundario. Cada pareja elabora registros de observación de clases del profesor, realiza entrevistas referidas a las decisiones didácticas y analiza las planificaciones y los programas de la materia cuyo desarrollo observan.

Se analizan los documentos curriculares: Plan de Estudio de la carrera del Profesorado en Biología, Núcleos de Aprendizaje Prioritarios (NAP) del nivel medio. Este año se incorporó el análisis de los documentos del área ciencias naturales a través de los cuadernillos de capacitación que el Ministerio de Educación de la Nación envió para los docentes de nivel primario, porque los estudiantes de la cátedras y ex alumnos señalaron la importancia de analizar también estos documentos con el fin de entender la articulación de los ejes estructurantes con el nivel medio, por lo que además se incluyó en algunas reuniones a maestros de 6to Grado. De estas reuniones surgen aspectos interesantes que permiten a los profesores noveles entender en algunos casos la no articulación y/o espacios vacíos en contenidos y estrategias de aprendizaje en la enseñanza de las ciencias naturales.

La propuesta de «inmersión» de la asignatura Didáctica para Biología y Práctica de Residencia, intenta que los principiantes (futuros docentes) se «introduzcan plenamente»⁸ en el ámbito real de las prácticas docentes. Una de las debilidades de esta experiencia de inmersión, es el número elevado de alumnos y alumnas que cursan la asignatura, resulta sumamente difícil encontrar suficientes comunidades docentes que ilustren el tipo de práctica que deseamos que aprendan y se apropien. Nos referimos a una práctica que se caracteriza por ser pensada, razonada, reflexiva y comprometida con la tarea educativa en tanto práctica pedagógica, política y social. Por esta razón, el análisis crítico de las prácticas observadas y los espacios escolares en los que se desarrolla la experiencia de inmersión es realizado algunas veces en el aula universitaria, donde los estudiantes socializan sus experiencias y vivencias, orientados por las profesoras de la asignatura que los ayudan a objetivarlas y problematizarlas a medida que se trabajan los contenidos del programa de la asignatura.

La experiencia constituye también un espacio de investigación en relación con la construcción del conocimiento profesional docente (CPD), objeto que estudiamos en el marco de proyectos de investigación del Grupo cyFOD (Conocimiento y Formación Docente) del Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional del Nordeste. El grupo está conformado por docentes investigadoras de las Facultades de Humanidades y Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura, en las que se dictan las carreras de Profesorado en esta Universidad. La experiencia de inmersión se fundamenta en los procesos de elaboración del CPD que realizan los principiantes, los que requieren de participación en los escenarios naturales de las prácticas docentes así

8 Según el Diccionario de la Real Academia Española, «inmersión» en su segunda acepción significa: «Acción de introducir o introducirse plenamente alguien en un ambiente determinado». <http://rae.es/la-institucion>.

como su problematización en el ámbito de la institución formadora (la universidad). En los dos contextos interactúan y son acompañados por docentes experimentados y/o expertos,⁹ quienes han construido un conocimiento disciplinar y didáctico del contenido que les permite interpretar y resolver problemas de las prácticas que se caracterizan por su complejidad e incertidumbre. En ambos conocimientos, la experiencia reflexionada constituye un elemento esencial.

Los estudiantes que realizan la experiencia de inmersión completan diarios de campos, realizan entrevistas semiestructuradas y observaciones participantes de docentes experimentados. La información empírica que recopilan es sistematizada y analizada por ellos y por el grupo de investigación.

Resultados preliminares

Los principales resultados obtenidos hasta el momento, con la aplicación de la propuesta presentada, se pueden diferenciar desde la mirada de los alumnos y desde la mirada institucional:

Desde los alumnos:

- Mayor interrelación con los diferentes actores institucionales.
- Realización de producciones integradas con los profesores de las instituciones educativas.
- Articulación de los contenidos didácticos y su desarrollo en la enseñanza de los ejes temáticos de las Ciencias Naturales y Biológicas.

Desde lo institucional:

- Mejor distribución del tiempo en las actividades que los alumnos desarrollan en las instituciones, permitiendo a los docentes no alterar sus planificaciones y proyectos institucionales.
- Participación de los alumnos en las clases en forma rotativa con las desarrolladas por el profesor del curso.
- Mejor seguimiento de los alumnos en el proceso de la práctica y residencia.

⁹ Reconocemos que la formación docente es un proceso continuo constituido por tres etapas: la inicial, la de inserción profesional y la de desarrollo profesional. Los docentes principiantes son los estudiantes de carreras de profesorado próximos a recibirse y quienes tienen hasta 3 años de ejercicio profesional. Los docentes iniciados son quienes tienen entre 3 y 12 años de experiencia. A partir de los 13 años estamos ante docentes experimentados. Cada una de estas categorías refieren a modos de pensar y resolver problemas de las prácticas diferenciados.

La innovación que se presenta significó un cambio en el dictado de la asignatura Didáctica de la Biología y Práctica de Residencia, en el Plan de Estudio en vigencia. Lográndose un enfoque integrador entre ambos niveles educativos, tanto en las escuelas públicas como privadas. Permitiendo una participación activa de los docentes del nivel medio donde los residentes realizan sus prácticas, en los talleres de análisis de la propia práctica, instancias de seguimiento y evaluación de los alumnos a cargo de los integrantes de la asignatura Didáctica en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura.

En cuanto a la construcción del conocimiento profesional docente, hemos ratificado rasgos identificados en los estudios que llevamos adelante con docentes universitarios, como por ejemplo:

- El carácter complejo y situado del CPD: atravesado por las biografías personales, escolares y profesionales de los sujetos, así como las características de los contextos institucionales y de las comunidades académicas de pertenencia.
- Este conocimiento profesional docente está constituido por una trama de saberes específicos e implicaciones afectivas, emocionales que requieren ser tenidas en cuenta para su comprensión y elucidación.
- La construcción del CPD se halla íntimamente vinculada a la experiencia docente institucional del nivel en que se desenvuelve, atravesada por su cultura académica y escolar.

Referencias bibliográficas

- Joyce, B.; Weil, M.** (2002). *Modelos de enseñanza*. Barcelona: Gedisa
- Kothagen, F. A. J.** (2010). La práctica, la teoría y la persona en la formación del profesorado. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 68(24, 2), 83–101.
- Lucarelli, E.** (1994). Teoría y práctica como innovación en docencia, investigación y actualización pedagógica. *Cuadernos del IICE N°10*. FFyL.
- Meinardi, E. y Aduriz-Bravo, A.** (2002). Debates actuales en la Didáctica de las Ciencias Naturales. *Revista de Educación en Biología* 5(2), 41–49.
- Perales Palacios, F. J.; Cañal, P.** (2000). *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y Práctica de la Enseñanza de las Ciencias*. Alacant: Marfil.
- Sanjurjo, L.** (1994). *La formación práctica de los docentes*. Rosario: Homo Sapiens.
- Sanjurjo, L.; Caporossi, A.; Hernández, A. M.; España, A.; Alfonso, I.** (2009). *Los dispositivos de la formación en la práctica*. Rosario: Homo Sapiens.
- Schön, D.** (1998). *El profesional reflexivo. Cómo piensan los profesionales cuando actúan*. Barcelona: Paidós.

Capítulo XI

Hacer visible el pensamiento en las clases de ciencias naturales. Las rutinas como estructuras

Marina Masullo

Las escuelas deben ser un espacio en el que las discusiones profundas sobre el enseñar, el aprender y el pensar sean una parte fundamental de las prácticas docentes; proporcionando la base para nutrir el pensamiento y el aprendizaje del alumnado. En numerosas ocasiones pedimos a los estudiantes que piensen, pero ¿a qué nos referimos con pensar? Es justamente lo que se debería explicitar en el aula. Se han desarrollado numerosas rutinas de pensamiento entendiendo por rutinas a los andamiajes naturales que operan como estructuras que ayudan a promover las discusiones en grupo y que llevan a los estudiantes a niveles más altos de pensamiento.

Introducción/Fundamentación

Encontrar estrategias que permitan mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en las clases ha sido nuestra preocupación en los últimos años.

Se trabajó con webquest¹⁰ (wQ) por considerar que aunaban la actividad escolar, los contenidos disciplinares y la aplicación de TIC (Masullo *et al.* 2015; Masullo *et al.* 2014; Masullo *et al.*, 2013). En el último año, la elaboración de una rúbrica para evaluar los enunciados científicos que se ponían en juego en las wQ (Masullo *et al.* 2015), provocó una profunda revisión de los procesos metaevaluativos que tenían lugar. Esto y otras dificultades fueron algunas de las motivaciones que nos llevaron a indagar procesos metacognitivos en las clases de ciencias. Ritchhart y Perkins (2008) proponen que las escuelas deben ser un espacio en el que las discusiones profundas sobre el enseñar, el aprender y el pensar sean una parte fundamental de las prácticas docentes; proporcionando la base para nutrir el pensamiento y el aprendizaje del alumnado. En numerosas ocasiones se pide a los estudiantes que «piensen», pero ¿a qué nos referimos con pensar? Es justamente lo que se debería explicitar en el aula. Ritchhart, Churh y Morrison (2014) han desarrollado numerosas rutinas de pensamiento. En este contexto, la palabra rutina en el ámbito escolar puede evocar «una actividad repetitiva que se hace casi sin pensar», sin embargo, los autores proponen la necesidad de visibilizar los procesos que ocurren y desde esa visibilización que los estudiantes se acostumbren a reflexionar sobre el pensamiento mientras realizan las actividades. Se intenta superar el concepto de estrategia, ya que esta es visible para el docente que diseña la tarea pero no siempre para los estudiantes que las realizan. Así, tomamos el concepto de rutina como estructura, entendiendo por rutinas de pensamiento a los andamiajes naturales que operan como estructuras que ayudan a promover las discusiones en grupo y que llevan a los estudiantes a niveles más altos de pensamiento. No están diseñadas para alcanzar una única respuesta, sino para reconocer el pensamiento emergente de los estudiantes. Así el aprendizaje no es «absorber ideas» sino que se trata de reconocer las propias como punto de partida; entonces el aprendizaje implica relacionar las nuevas ideas con el propio pensamiento. Desde esta perspectiva, para que los estudiantes aprendan y comprendan es necesario:

- 1) Crear oportunidades para pensar.
- 2) Hacer visible el pensamiento de los estudiantes.

10 En el marco de los proyectos subsidiados por SECyT 2014–2015: *Modelización, argumentación, enunciados científicos y comunicación virtual desarrollados a través de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en Ciencias Naturales*. Código SIGEVA 30720130100293CB y proyecto 2012–2013: *Aprendizaje y enseñanza en ciencias experimentales utilizando nuevas estrategias en ambientes mediados con tecnologías de la información y la comunicación*. Subsidiado por SECyT. Resolución SECyT N° 162/2012.

Perkins afirma que «el aprendizaje es una consecuencia del pensamiento».

Existen tipos de pensamientos que son particularmente útiles cuando estamos tratando de comprender nuevos conceptos e ideas:

- 1) Observar de cerca y decir que hay ahí.
- 2) Construir explicaciones e interpretaciones.
- 3) Razonar con evidencia.
- 4) Establecer conexiones.
- 5) Tener en cuenta diferentes puntos de vista y perspectivas.
- 6) Captar lo esencial y llegar a conclusiones.
- 7) Preguntarse y hacer preguntas.
- 8) Reconocer la complejidad e ir más allá de la superficie.

La comprensión no es la única meta del pensamiento, también pensamos para resolver problemas, tomar decisiones y emitir juicios. Muchos de los ocho movimientos mencionados anteriormente, son útiles cuando hacemos alguna de estas actividades, pero también algunos otros tipos de pensamiento como:

- 1) Identificar patrones y hacer generalizaciones.
- 2) Generar posibilidades y alternativas.
- 3) Evaluar evidencia, argumentos y acciones.
- 4) Formular planes y acciones de monitoreo.
- 5) Identificar afirmaciones, suposiciones y prejuicios.
- 6) Aclarar prioridades, condiciones y lo que no se conoce.

Estos tipos de pensamiento no son exhaustivos, simplemente son movimientos útiles en términos de actividad mental para ser tenidos en cuenta a la hora de planificar la enseñanza y de diseñar las actividades.

Así nos preguntamos *¿Qué pasa con el pensamiento en las clases de Ciencias y Tecnología? ¿Cómo pueden convertirse las aulas en lugares de estímulo intelectual que favorezca el aprendizaje? ¿Son las rutinas de pensamiento las estructuras adecuadas para visibilizar el pensamiento?*

Hipótesis

Partimos del supuesto que son escasos los tipos de pensamientos que se hacen visibles durante las clases de ciencias.

Objetivos Generales

- 1) Caracterizar los tipos y los movimientos del pensamiento en clases de Ciencias y Tecnología de Nivel Medio.
- 2) Crear oportunidades para pensar en las clases de Ciencias y Tecnología.

Objetivos Específicos

- a) Reconocer los tipos de pensamientos que están presentes en las clases de Ciencias y Tecnología en Nivel Medio.
- b) Diseñar rutinas de pensamiento en Ciencias y Tecnología para Nivel Medio acordes con los Diseños Curriculares.
- c) Implementar las rutinas de pensamiento en Ciencias y Tecnología para Nivel Medio.
- d) Valorar los resultados de la implementación de las rutinas diseñadas.

Metodología

El equipo está conformado por investigadores formados y otros en formación los cuales además se desempeñan como docentes de ciencias y/o tecnología. Además de una Licenciada en Psicopedagogía y cuatro estudiantes que cursan el profesorado en Ciencias Biológicas en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la UNC. La metodología de trabajo es de corte cualitativa por considerar que los diferentes estados y movimientos de la compleja vida del aula, desde la perspectiva de quienes intervienen en ella es clave al elaborar, experimentar, evaluar y redefinir los modos de intervención en virtud de los principios educativos que justifican y validan la práctica y la propia evolución individual y colectiva de los alumnos, siendo un proceso de investigación en el medio natural (Elliott, 2000).

Se han previsto dos etapas:

- a) En la primera, durante el año en curso, se realizará un estudio exploratorio para caracterizar los tipos de pensamientos y los movimientos de pen-

samiento que ocurren en las clases de ciencias (biología, química y tecnología). Ya se ha iniciado la observación de clases. Se observarán 15 clases de ciencias (Biología, Química, Formación Científico Natural, Taller de experimentos, etc.). Los espacios curriculares tienen diferentes nombres según sean escuelas públicas o de gestión privada dependientes del Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba o se correspondan a Instituciones secundarias dependientes de la Universidad Nacional de Córdoba (que en el caso de Córdoba Capital son dos y cada una tiene su propio currículum difiriendo a su vez una de la otra).

Técnica: *observación no participante*. Estas observaciones las llevan a cabo los investigadores con más experiencia acompañados por un investigador en formación. Se tomará nota durante las clases (registro escrito) y se grabará el audio (grabador digital) de cada una de las clases. Luego se «triangularán» los registros de los investigadores con el docente responsable (objetivo específico A).

b) En una segunda etapa nos centraremos en el diseño e implementación de las rutinas en clases de ciencias y tecnología (objetivo específico B). Se trabajará en pequeños grupos, y cada uno elegirá una rutina de pensamiento. Y luego de seleccionar un tema de Biología, Química o Tecnología, del Diseño curricular de la Provincia de Córdoba vigente, se diseñarán y secuenciarán las actividades que conformarán la rutina. Simultáneamente, un pequeño grupo, tendrá a su cargo la elaboración de una rúbrica destinada a evaluar la rutina durante su implementación en las aulas. Se acompañará a los docentes que implementen las rutinas de pensamiento elaboradas al interior del equipo, se tomará un registro escrito y grabación de audio digital (objetivo específico C); posteriormente tendrá lugar un espacio de «deliberación» (Elliott, 2000). A continuación se concibe la deliberación práctica como el proceso similar al que Schön denomina *pensamiento práctico*, entendido como método racional de intervención, mediante la reflexión y el diálogo que posibilite progresar en el desarrollo de formas compartidas de comprensión de los conceptos y de los dilemas surgidos de la práctica. Se diseñará una rúbrica para evaluar las rutinas y su implementación. Análisis de los resultados. Finalmente se realizará la valoración del proceso y de los saberes construidos.

Fortalezas y debilidades de las técnicas que se implementaran:

Observación no participante: por tratarse de una investigación de corte naturalista, la presencia de los investigadores en el aula «rompe» con la vida cotidiana de ese espacio, en la que la presencia de los investigadores genera una perturbación. Para subsanar esa dificultad se prevé que los observadores hagan una inmersión prolongada en el espacio áulico de modo de naturalizarse y que «casi» pasen desapercibidos. Además el docente del aula será el

responsable de explicar los motivos por los cuales hay otras personas en las clases. También los investigadores responderán preguntas o inquietudes que surjan de los alumnos respecto de su presencia en el aula.

La «triangulación» ofrece la posibilidad de cotejar diferentes puntos de vista sobre un mismo hecho, y que no solo sea el investigador o los investigadores, sino que es clave darle «voz» a los docentes involucrados. A través de estos procesos de «deliberación» se pretende recuperar los hechos ocurridos durante la práctica y someterlos a discusión entre los diferentes actores, pero también con los referentes teóricos que sustentan la investigación.

Principales resultados y perspectivas

Promover la visibilidad del pensamiento y de los movimientos que tienen lugar en las clases cuando aprendemos cosas de ciencias. Que los estudiantes sean conscientes que los modos de pensar no son estáticos y que para aprender hay que reconocer qué y cómo estamos pensando. Hacer partícipes a los docentes que se desempeñan en nivel secundario y universitario, y hacerles tomar conciencia de que pueden ser investigadores de su propia práctica y que al reflexionar sobre ella se constituyan en auténticos promotores del cambio.

Generar rutinas sobre temáticas centrales en ciencias naturales y socializarlas en la comunidad educativa es nuestro propósito.

Para comenzar el proceso de reflexión individual y colectiva sobre el pensamiento de los docentes–estudiantes/investigadores que conformamos este equipo, nos centramos en la primera actividad:

Actividad

Estimado equipo. Hacer visible el pensamiento en las clases implica comenzar por nosotros mismos. En este ejercicio, es necesario dejar fluir nuestro pensamiento, reflexionar y explicitarlo por escrito. Lo que cada uno de ustedes escriba se mantendrá en reserva y en caso de ser comentado al interior del equipo no identificaremos a la persona. Siéntanse cómodos, aquí nadie nos está evaluando. Nos estamos «metiendo en esto» juntos, así, codo a codo. Pero lo más importante es que cada uno valore lo importante que es su trabajo cotidiano y la experiencia que ya poseen. Son un tesoro, que lamentablemente no siempre es valorado.

1) Escribe lo primero que se te viene a la mente en torno de la palabra pensamiento:

PENSAMIENTO

En el diccionario pensamiento: (rae.es)

1. m. Facultad o capacidad de pensar.
2. m. Acción y efecto de pensar. *Suspender el pensamiento.*
3. m. Actividad del pensar. *Los comienzos del pensamiento occidental.*

Entonces busqué pensar:

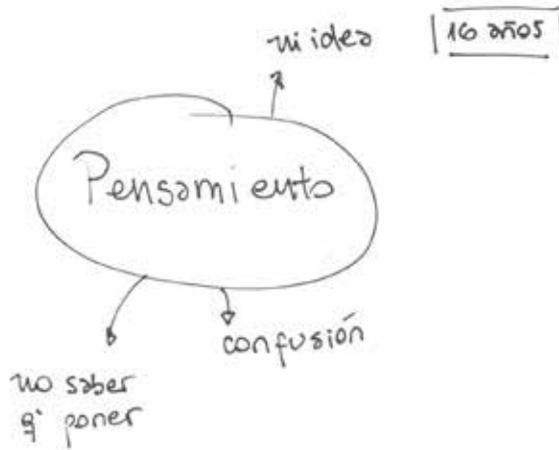
Pensar

Del lat. *pensāre* «pesar», «calcular», «pensar».

Conjug. c. acertar.

1. tr. Formar o combinar ideas o juicios en la mente. *Me asusta lo que pienso.*
2. tr. Examinar mentalmente algo con atención para formar un juicio. *Piensa bien la respuesta.*
3. tr. Opinar algo acerca de una persona o cosa. *¿Qué piensas DE él?*
4. tr. Tener la intención de hacer algo. *Pienso ir mañana.*
5. intr. Formar en la mente un juicio u opinión sobre algo. *No pienses más EN este asunto.*
6. intr. Recordar o traer a la mente algo o a alguien. *Me esforzaba en no pensar EN ella.*
7. intr. Tener en consideración algo o a alguien al actuar. *A ver si piensas EN los demás.*

Esto se va poniendo más interesante. También pedí a dos jóvenes, una de 22 años y otro de 16, que hicieran esa actividad:

**Figura 1.**

Pensamiento

**Figura 2.**

Pensamiento

2) *¿Qué tipo de pensamientos valoras y quieres promover en el aula?* Esta es la pregunta que guía esta primera actividad. Otra relacionada. *¿De qué manera una lección, una actividad, promueve en los estudiantes diferentes tipos de pensamiento?* Cuando la tarea del aula se centra en actividades, los docentes tienden a enfocarse en qué quieren que sus estudiantes hagan con el fin de completar las tareas. Esto permite identificar pasos y acciones concretas, pero falta el componente del pensamiento.

A modo de ejercicio rápido y para ayudarles a identificar las posibles discrepancias entre las actividades que hacen los estudiantes en el aula y la enseñanza que probablemente llevara a la comprensión:

1) Comience haciendo una lista de todas las acciones y actividades en las que están involucrados los estudiantes en alguna de las materias que enseña. Escríbelo, consigna materia y curso. Para los estudiantes del equipo, piensen en una materia que les guste o les haya gustado y hagan el ejercicio.

2) Ahora crea tres nuevas listas (por escrito):

–Acciones que los estudiantes hacen en su clase la mayor parte del tiempo. ¿Qué acciones representan el 75 % de lo que los estudiantes hacen en su clase regularmente?

–Acciones más auténticas de la disciplina, es decir, aquellas cosas que los verdaderos científicos, tecnólogos (o lo que corresponda) realmente hacen mientras realizan su trabajo.

–Acciones que recuerdas haber hecho en el momento en el que estabas involucrado activamente en el desarrollo de una nueva comprensión de algo relacionado con tu materia.

3) Una vez completado el ejercicio, se recibieron respuestas de interesados en participar en la actividad.

Actualmente estamos procesando las respuestas y organizando una puesta en común con el equipo

Gracias a tod@s, todxs.

Referencias bibliográficas

- Elliott, J.** (2000). *La Investigación Acción en Educación*. Madrid: Morata.
- Masullo, M.; Ibañez, F.; Aiassa, I.** (2015). Los conceptos como enunciados en las clases de ciencias: una mirada sociológica. *II Jornadas Nacionales y IV jornadas de la UNC*. Recuperado de <http://campusmoodle.proed.unc.edu.ar/mod/book/view.php?id=27672&chapterid=6018>
- Masullo, M.; Ibañez, F.; Ocelli, M.; García, L.** (2015). Combustión y los modos de enunciarla en internet. *Jornadas Virtuales «Virtual USATIC 2015, Ubicuo y social: aprendizaje con TIC»* (pp. 914–915). Universidad de Zaragoza.
- Masullo, M.; Ocelli, M.; Quse Ligia.** (2014). La movilidad y el estatus de los enunciados científicos en actividades a través de TIC. Algunas experiencias en el Profesorado en Ciencias Biológicas. *VIII Congreso de docencia universitaria y de nivel superior CIDU VIII*. Libro de resúmenes 1a ed. Rosario: Humanidades y Artes.
- Masullo, M.; Ocelli, M.; Valeiras, N.** (2013). Evaluación de webquest elaboradas por estudiantes de profesorado en ciencias biológicas. *VI Congreso Nacional y IV Internacional de Investigación Educativa*. Universidad Nacional del Comahue.
- Perez Gómez, A.** (2000). Prólogo. En Elliott, J., *La Investigación Acción en Educación*. Madrid: Morata.
- Perkins, D.** (1995). *La escuela inteligente. Del adiestramiento de la memoria a la educación de la mente*. Barcelona: Gedisa.
- Ritchhart, R.; Church, M. y Morrison, K.** (2014). Hacer visible el pensamiento. Cómo promover el compromiso, la comprensión y la autonomía de los estudiantes. *Voces de la Educación*. Buenos Aires: Paidós.
- Ritchhart, R.; Perkins, D.** (2008). Making Thinking Visible. *Educational leadership*, 65(5), 57–61.
- Schön, D.** (1998). *El profesional reflexivo. Cómo piensan los profesionales cuando actúan*. Barcelona: Paidós.

Capítulo XII

Implementación y evaluación de secuencias didácticas

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

El proyecto que se presenta propone desde una perspectiva de investigación integrada, la implementación y la evaluación de las secuencias didácticas en las aulas, como soporte para interpretar los resultados de aprendizaje obtenidos. Sin dejar de reconocer al aprendizaje como un proceso complejo y dependiente de múltiples variables, se analizan los diseños de cada secuencia didáctica y cómo se han implementado en las aulas, tratando fundamentalmente de identificar los aprendizajes que promueve, poniendo énfasis en cómo fue desarrollado en el aula el conocimiento que originó esos aprendizajes.

Los resultados permitirán dar cuenta en qué medida se han conseguido los aprendizajes esperados con la aplicación de las propuestas didácticas, como también proponer mejoras relacionadas con el diseño de cada secuencia didáctica.

Introducción y fundamentación

Actualmente los diseños de secuencias didácticas son objeto de debate en la comunidad de educadores en ciencias. El trabajo de diseño, por parte de equipos de investigadores, requiere de una importante diversidad de decisiones, relacionadas con el contenido específico, con la estructura de sus principales aspectos y con el orden en que se introducen las estrategias de desarrollo (Tiberghien y Malkoun, 2010).

Se entiende la clase como una comunidad de práctica, como un sistema (Tiberghien y Malkoun, 2010) donde ocurren dos acciones de manera simultánea (enseñar y aprender). Como un espacio donde docente y estudiantes co-construyen el conocimiento enseñado. Los estudiantes no como meros receptores pasivos del conocimiento, sino sujetos que lo construyen y reconstruyen, y que generan sus propios significados, basados en sus conocimientos, habilidades y experiencias.

Esa co-construcción del conocimiento escolar se va produciendo, también, a partir de un diálogo que el docente regula (De Longhi, 2000) y a través de procesos de negociación de significados (Edwards y Mercer, 1988). Se establece un proceso de comunicación en el que las relaciones semánticas se van sucediendo dando lugar a la construcción de patrones temáticos (Lemke, 1997), esto es, patrones de relaciones semánticas que describen contenidos temáticos. Las relaciones semánticas se ponen de manifiesto a través de estrategias de desarrollo temático, es decir, formas diversas de expresar aquello que se quiere exponer para construir un patrón temático, que usan tanto los profesores como alumnos para construir relaciones semánticas entre los términos clave de un tema determinado. Son el cómo se habla en el aula.

Así también entendemos que al elaborar una propuesta didáctica debería partirse del conocimiento previo de los estudiantes, acerca de las principales ideas conceptuales y habilidades a enseñar, las cuales están fuertemente influenciadas por el reconocimiento de la diversidad entre los alumnos. Con relación a los procesos de aprendizaje adoptamos como principales postulados teóricos: el saber intuitivo y el saber de las ciencias naturales se consideran dos formas diferentes de interpretar el mundo que nos rodea que pueden explicarse en función de principios ontológicos (Chi, 2002), epistemológicos (Vosniadou, 1994) y conceptuales (Pozo y Gómez Crespo, 1998) que subyacen a cada forma de conocer. Estos principios se manifiestan como distintos modos de razonamiento que se activan al resolver una situación problemática y elaborar una explicación, en un contexto cotidiano o uno científico, y en tal sentido el aprendizaje involucraría cambios paulatinos en el modo de conocer.

En el marco de este contexto teórico desde el GIDCE se han diseñado diversas secuencias didácticas publicadas en Domínguez Castiñeiras, García de Cajén y Rocha; se pretende a través de este proyecto implementar en el aula alguna de ellas, como soporte para interpretar los resultados de los aprendizajes obtenidos, identificando y analizando las estrategias de enseñanza.

Objetivos

- 1) Implementar y evaluar el desarrollo de secuencias didácticas en las aulas.
- 2) Analizar los procesos de aprendizaje de los alumnos al participar del desarrollo de las diferentes secuencias didácticas.
- 3) Vincular los resultados que surgen de la implementación de las secuencias didácticas en las aulas con los que surgen de los procesos de aprendizaje de los alumnos.
- 4) Difundir de manera adecuada los resultados obtenidos para facilitar la transferencia y aplicabilidad con los de la investigación.

Metodología

El plan de acciones que se está desarrollando en este proyecto es el siguiente:

- Análisis del material escrito de las secuencias didácticas: se obtienen resultados que permiten determinar el modelo didáctico en el que se encuadra cada secuencia didáctica y la estructura temática que propone.
- Realización de encuestas a docentes sobre las actividades propuestas en las secuencias didácticas.
- Implementación de las secuencias didácticas en las aulas: es parte del trabajo que desarrollan docentes en el marco del Grupo Operativo en Didácticas de las Ciencias Experimentales (GODCE)¹¹ como propuesta de formación continua. El análisis de las situaciones áulicas que se producen durante la implementación de cada secuencia didáctica permite obtener datos cuyos resultados indicarán en qué medida la propuesta se ha desa-

11 Desde hace más de quince años el GIDCE, desarrolla el trabajo integrando el accionar de sus docentes-investigadores con docentes de Ciencias Experimentales de los diferentes niveles del sistema educativo, con el objetivo de conformar un espacio de formación continua en el que se concreten trabajos cooperativos para el mejoramiento de la enseñanza de las ciencias. El GODCE, dirigido actualmente por la Mg. Cristina Iturralde, es un grupo de trabajo integrado por los investigadores del GIDCE y docentes de Ciencias Naturales de Enseñanza Secundaria y Superior.

rollado según lo previsto, en relación con el modelo didáctico y con el contenido, identificando cómo se han desarrollado en las aulas las diferentes porciones de conocimiento según los aprendizajes esperados.

–Análisis de los aprendizajes de los estudiantes: los resultados de lo que los alumnos aprenden permitirá dar cuenta de los resultados de la aplicación de las secuencias didácticas.

–Vinculación de los resultados de los procesos de aprendizaje y los surgidos de la implementación en las aulas de las secuencias didácticas: permitirá evaluar la aplicación de cada de ellas, identificando los aprendizajes que promueve, pero no solo desde las herramientas de toma de datos del aprendizaje, sino también desde los datos de lo que sucedió en el aula con el desarrollo de cada secuencia. A su vez este análisis permitirá realizar las modificaciones necesarias para mejorar el diseño de cada secuencia didáctica.

Los datos se obtendrán utilizando diferentes fuentes y herramientas que se detallan a continuación:

En relación con el análisis de materiales escritos de las secuencias didácticas:

–Estructura temática: se puede realizar identificando el patrón temático que se construye a partir de textos escritos (Moccearo e Iturralde, 2013).

–Modelo didáctico: se reelaborarán instrumentos de toma de datos.

–Encuestas a docentes (McMillan y Schumacher, 2005).

Con relación a la implementación de las secuencias didácticas:

–Observación de clases. Video y audio–grabaciones en situaciones específicas. Fotografías (Postic y De Ketele, 1992). Estas técnicas proveen datos de tipo cualitativo y permiten la recuperación de episodios relevantes de diferentes contextos. En este sentido, se han desarrollado herramientas de toma de datos especialmente diseñadas (Bertelle, Iturralde y Rocha, 2006; Moccearo e Iturralde, 2013). Estas observaciones permitirán además, identificar los patrones temáticos que se construyen durante el desarrollo de las secuencias didácticas. Se analizarán posteriormente, en relación con los que surgieron del análisis de las propuestas escritas.

Con relación al análisis del aprendizaje propiciado por la enseñanza:

A fin de estudiar «qué, cuánto y cómo» aprenden los alumnos y ante qué «estrategias de enseñanza» lo hacen, se implementa un estudio cuasi experimental basado en un diseño factorial con medidas pretest–intervención–postest. Se analizarán, antes, durante y después de desarrollada la propuesta de enseñanza las ideas y tipos de explicaciones que elaboran los estudiantes intentando conocer lo que saben; cómo lo saben y cómo aprenden. Para rea-

lizar una descripción minuciosa del saber de los estudiantes se opta por una metodología cualitativa, que permita detectar el modo de conocer utilizado y caracterizarlo en término de los modelos explicativos, modos de explicar y razonar, principios ontológicos, epistemológicos y conceptuales, y formas de explicar asociadas. Ello se complementará con otro análisis cuantitativo que evaluará la frecuencia con que los alumnos usan los distintos modos de conocer detectados y determinar cómo influyen sobre ello las distintas variables independientes. La comparación cuali y cuantitativa del saber de los alumnos antes y después de la enseñanza permitirá concluir sobre las características del aprendizaje experimentado. Para estudiar «cómo» aprendieron se analizarán los cuadernos de clase de los alumnos.

Principales resultados y perspectivas

Este proyecto de investigación ha sido aprobado y acreditado por la Secretaría de Ciencia, Arte y Tecnología de la UNCPBA, para el trienio 2015 a 2017. En el primer año de desarrollo en el marco del GODCE se comenzó a preparar a los docentes quienes han planificado la implementación de las secuencias didácticas en las aulas para el año 2016. Durante el año 2015 se concretaron encuentros de trabajo conjunto entre los docentes e investigadores responsables del diseño y elaboración de cada secuencia didáctica con el fin de intercambiar las bases científico–didácticas que subyacen a las mismas y reflexionar sobre sus propias concepciones respecto de los contenidos que debe enseñar, sobre cómo debe ser el aprendizaje y desempeño de sus alumnos y sobre su rol como docente. Posteriormente comenzó la implementación de una de las secuencias sobre el tema «Óptica» en una institución de nivel secundario y se realizó, en el nivel terciario, otra secuencia sobre el tema «Equilibrio químico».

También se han elaborado instrumentos para registrar las observaciones de clases teniendo en cuenta el material escrito de cada secuencia, es decir se ha planificado la observación.

A medida que se logren avances significativos y cierres conceptuales en la investigación, se concretarán publicaciones. Además se participa en congresos y reuniones académicas con el fin de poner a consideración de otros investigadores y docentes la evolución y/o resultados del proyecto. También se pretende elaborar un material para docentes tanto de nivel secundario como

terciario, adecuado a sus necesidades y adaptado al contexto educativo al que pertenecen.

Una de las mayores dificultades para el desarrollo de este proyecto es la disponibilidad horaria de los docentes en ejercicio. Para tratar, en parte, de solucionarlo se han comprometido a directivos de las instituciones para que los docentes puedan disponer algunos horarios de clases para el trabajo conjunto con los investigadores y que sea reconocido en las evaluaciones docentes.

Referencias bibliográficas

- Bertelle, A.; Iturralde, C. y Rocha, A.** (2006). Análisis de la práctica de un docente de Ciencias Naturales. *Revista Iberoamericana de Educación (versión digital)*, 37(4). Sección Didáctica de las Ciencias y de la Matemática Investigación Educativa.
- Chi, M. T. H.** (2002). Conceptual Change within and across Ontological Categories: Examples from Learning and Discovery in Science. En Limón, M. y Mason, L (Eds.), *Reconsidering Conceptual Change: Issues in Theory and Practice*. Londres: Kluwer Academic publishers.
- De Longhi, A. L.** (2000). Análisis didáctico del discurso de profesor y de alumno en clases de Ciencia y la comunicación del conocimiento. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(2), 201–116.
- Domínguez Castiñeiras, J.; García de Caján, S.; Rocha, A.** (Comps.) (2011). *Materiales Didácticos para la Enseñanza de las Ciencias Naturales en Educación Secundaria*. Tandil: UNCPBA.
- Edwards, D.; Mercer, H.** (1988). *El conocimiento compartido: el desarrollo de la comprensión en el aula*. Barcelona: Paidós.
- Feher, E. y Meyer, R.** (1992). Children's conceptions of color. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(5), 505–520.
- Lemke, J.** (1997). *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Paidós.
- McMillan, J. y Schumacher, S.** (2005). *Investigación Educativa. Una introducción conceptual*. 5ª Edición. Madrid: Pearson Educación S.A.
- Moccearo, H.; Iturralde, C.** (2013). Metodología empleada para analizar una unidad didáctica y su implementación en el aula mediante los patrones temáticos que surgen. *XXIV Encuentro del Estado de la Investigación Educativa en Argentina*. Córdoba: UNC.
- Postic, M.; De Ketele, J. M.** (1992). *Observar las situaciones educativas*. Madrid: Narcea.
- Pozo, J. I.; Gómez Crespo, M.** (1998). *Aprender y enseñar ciencias. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Morata SL.
- Tiberghien, A. y Malkoun, L.** (2010). Analysis of classroom practices from the Knowledge point of view: how to characterize them and relate them to students' performances. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 10(1), 1806–5104.
- Vosniadou, S.** (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and instruction*, 4, 45–69.

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

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

Este trabajo propuso la elaboración y evaluación de materiales para la enseñanza de la Química, en un proceso de articulación Escuela Media–Universidad, en los que se aspira a promover la formación en competencia científica. Esto incluye los conocimientos científicos y el uso que de éstos hagan los estudiantes para identificar cuestiones científicas, explicar fenómenos científicamente y utilizar las pruebas científicas. Para esto consideramos que el diseño de materiales concretos es una pieza fundamental para llevar a cabo los cambios en el qué y cómo enseñar en la práctica educativa de la química. Para el desarrollo de los mismos y su validación en el aula se tuvieron en cuenta los aportes más actuales en relación con la Investigación Educativa en Ciencias Experimentales, el medio sociocultural y psicoeducacional de nuestros ingresantes y alumnos de química de primer año de facultad.

Introducción/Fundamentación

Se buscó generar competencia científica, particularmente en química, para la comprensión de conceptos científicos, y desarrollar la capacidad de transferir un punto de vista y de pensar sobre las pruebas de manera científica, mediante el desarrollo y producción de materiales didácticos.

Se está asistiendo al nacimiento de un nuevo paradigma educativo, basado en el aprendizaje y directamente enfocado hacia la puesta en acción de los conocimientos, que descansa sobre dos pilares básicos: el contexto actual y el nuevo intento de adecuación entre la formación que se suministra a los individuos y su adaptabilidad social y al mundo del trabajo en general (Marco Stiefel, 2008). En este escenario, un nuevo término ha aparecido recientemente con fuerza en el mundo educativo: *competencia*. Aunque este proviene del mundo laboral, en el ámbito educativo incluye capacidades relacionadas con el desarrollo personal y social de los alumnos que pueden servir para una educación de mayor calidad, equidad e incidencia en la práctica docente real en las aulas (Cañas, Martín-Díaz y Nieda, 2007).

Si se centra la atención en la competencia científica, Chamizo e Izquierdo (2007), la entienden como el conjunto de capacidades que permiten saber, saber hacer, ser y vivir con otros en situaciones de la vida en las cuales se ha de decidir cómo actuar. Asimismo, Jiménez Aleixandre destaca aspectos como la capacidad de relacionar datos y conclusiones, y de evaluar enunciados teóricos a la luz de los datos empíricos o procedentes de otras fuentes.

Por otra parte, con relación a la enseñanza de la química, Izquierdo Aymenrich (2004) nos comenta que presenta dos posibles causas de crisis. En primer lugar, su presentación de manera demasiado dogmática, ya que define entidades que solo tienen sentido para los químicos, y no plantea situaciones en las cuales la explicación química resulte relevante. En segundo lugar, quizás, no se tienen en cuenta las dificultades conceptuales que se derivan del desajuste entre la teoría y sus ejemplos, modelos o campos de aplicación.

Por lo tanto, el diseño de materiales concretos que desarrollen «competencia científica» es una pieza fundamental para llevar a cabo los cambios en el qué y cómo enseñar en la práctica educativa de la química. Se consideró a los mismos teniendo en cuenta también, el uso de varias estrategias que compaginaron presentaciones expositivas del profesor con propuestas de actividades variadas a los alumnos, entre las que se encuentra la evaluación. Para el desarrollo de estos materiales y su validación en el aula se atendió no solo a los aportes más actuales en relación con la Investigación Educativa en Ciencias Experimentales sino también el medio sociocultural y psicoeducacional de nuestros ingresantes y alumnos de Química de primer año de Facultad.

Objetivos

- Conocer, discutir y evaluar la competencia científica con las que ingresan y las que adquieren los estudiantes durante el ciclo básico de las carreras que se dictan en la Facultad.
- Elaborar y validar materiales para la enseñanza sobre contenidos específicos de Química, analizando de qué manera influyen en el contexto socio-cultural.
- Contribuir a superar las dificultades existentes en el proceso de articulación Escuela Media–Universidad.
- Evaluar el aprovechamiento de los materiales previamente diseñados y validados.

Metodología

Se propuso el diseño, aplicación y evaluación de actividades que promuevan la formación en «competencia científica».

Las mismas fueron reconocidas y evaluadas mediante un estudio longitudinal de seguimiento de cohorte 2013 hasta el año 2016.

Una idea central de la propuesta fue la de favorecer el desarrollo de una didáctica coherente con los logros a conseguir, poniendo en consideración la aplicación del conocimiento científico en vez de la memorización de conceptos. El proyecto pretendió promover y evaluar si el alumnado es capaz de realizar la transposición de los conocimientos hacia un buen número de situaciones de la vida cotidiana.

Las tres subcompetencias implicadas en el diseño de las actividades, se fundamentan en la lógica, el razonamiento y el análisis crítico (OECD 2006). Se trabajó específicamente en:

1) Identificar cuestiones científicas

Lo esencial en este caso es distinguir entre las cuestiones y contenidos científicos como ser:

- Reconocer temas susceptibles de ser investigados científicamente.
- Identificar términos clave para la búsqueda de información científica.
- Reconocer los rasgos claves de la investigación científica.

2) Explicar fenómenos científicamente

Respecto de este segundo aspecto, cabe diferenciar las siguientes capacidades:

- Explicar fenómenos científicos.

- Aplicar el conocimiento de la ciencia a una situación determinada.
- Describir o interpretar fenómenos científicamente y predecir cambios.
- Identificar las descripciones, explicaciones y predicciones apropiadas.

3) *Utilizar pruebas científicas*

Respecto de esta tercera capacidad, se tienen en cuenta las citadas acciones:

- Interpretar pruebas científicas y elaborar y comunicar conclusiones.
- Identificar los supuestos, las pruebas y los razonamientos que subyacen en las conclusiones.
- Reflexionar sobre las implicaciones sociales de los avances científicos y tecnológicos.

La identificación y construcción de las actividades fueron un trabajo de exploración que demandó indagar en contenidos específicos de química en los cuales se promueva la formación en «competencia científica». Para esta exploración se utilizó una lógica que busque, más que comprobar teoría, hacerla surgir de los datos y experiencias aportadas por los actores involucrados (investigadores, docentes y alumnos). A partir del trabajo conjunto, se elaboraron propuestas de actividades de enseñanza sobre contenidos específicos de química capaces de promover la formación en «competencia científica». Se plantearon tres niveles de descripción e interpretación —macroscópica, microscópica y simbólica (Johnstone, 1993)— de los conocimientos químicos, en contextos diferentes, considerados deseables desde el punto de vista del conocimiento académico. En una primera instancia se trabajó sobre la problemática de disoluciones de ácidos y bases y luego sobre la de óxido-reducción. La corroboración de estos contenidos se evaluó de manera cualitativa y cuantitativa.

Se siguió el modelo establecido en diferentes publicaciones, como las de Domínguez Castiñeiras *et al.* (2007, 2008 y 2012).

Principales resultados y perspectivas

A continuación se explicitan algunos de los principales resultados que fueron publicados como artículos con referato o presentados en congresos.

Con relación al primer objetivo se destaca la tesis doctoral de Claudia B. Falicoff. Se transcribe a continuación el artículo referenciado: Falicoff, C. B. (2015). *Evolución de las competencias científicas en las carreras de Bioquímica y Biotecnología de la Universidad Nacional del Litoral, Argentina. Un estudio longitudinal*. Tesis doctoral. Directores: Dr. Domínguez Castiñeiras (Universidad

Santiago de Compostela, España) y Dr. Odetti (Universidad Nacional del Litoral, Argentina). Programa: Doctorado 2160-08-1: Didáctica de las Ciencias Experimentales y de la Matemática. Departamento Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad Santiago de Compostela. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*. Tesis didácticas. Enero 2015, 33(1), 269-270. Barcelona, España. ISSN (impreso): 0212-4521. ISSN (digital): 2174-6486. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1543>, a saber:

Este estudio está fundamentado en el marco de las pruebas PISA 2006 (OCDE, 2008), sobre competencia científica. En la presente tesis se indagó en qué medida una muestra de alumnos de las carreras de Bioquímica y Biotecnología de la Universidad Nacional del Litoral (Argentina) adquieren y/o desarrollan dicha competencia durante los tres primeros años del nivel universitario (ciclo básico).

Se realizó el seguimiento de los resultados durante los tres años de investigación. Se analizaron los alcances y variaciones de los niveles del rendimiento total en la competencia científica (RTCC) y de las tres subcompetencias científicas que constituyen el RTCC (identificar cuestiones científicas, ICC; explicar fenómenos científicos, EFC, y utilizar pruebas científicas, UPC).

Se formularon las siguientes preguntas:

–¿Cuál es el nivel de competencia científica con el que ingresan los alumnos en las carreras de Bioquímica y Biotecnología? ¿Cuál es el nivel de competencia científica adquirido cuando terminan el ciclo básico de estas? ¿Cuáles son las similitudes y diferencias entre la competencia científica de los estudiantes en ambas orientaciones universitarias? ¿Qué subcompetencias científicas podrían orientar sobre las prioridades para una enseñanza de calidad? ¿Cómo influyen en el rendimiento de la competencia científica ciertas características del contexto sociocultural de los alumnos? ¿Cómo se relaciona el rendimiento académico con el correspondiente en la competencia científica?

En cuanto a la metodología, para obtener información se utilizaron cuestionarios sobre competencia científica, de contexto y documentos personales. Asimismo, se diseñaron instrumentos de análisis que permitieron transformar y categorizar la información obtenida.

Los resultados y conclusiones que aportó esta investigación son los siguientes:

- Los estudiantes que ingresan en las carreras de Bioquímica y Biotecnología presentaron bajos rendimientos en la competencia científica desde la perspectiva de PISA 2006.
- El nivel adquirido en la competencia científica, cuando termina el ciclo básico, fue mejor que el inicial.

- Entre las dos orientaciones universitarias existen ciertas diferencias en el desarrollo de competencias científicas durante los años investigados. En Bioquímica los rendimientos en RTCC, ICC, EFC y UPC decaen una vez transcurrido el primer año para luego progresar en los dos años siguientes. En Biotecnología los rendimientos en RTCC e ICC mejoran durante los tres años de investigación. El desarrollo de EFC mejora los dos primeros años y decae el tercero. En UPC el rendimiento decae una vez transcurrido el primer año para luego progresar en los dos años siguientes.
- Las subcompetencias científicas que orientan sobre las prioridades para una enseñanza de calidad son: Utilizar pruebas científicas, Explicar fenómenos científicamente e Identificar cuestiones científicas.
- Los resultados obtenidos en los rendimientos en la competencia científica no se relacionan con las características del contexto sociocultural investigadas.
- El rendimiento académico no se relaciona con el correspondiente en la competencia científica a la hora de ingresar a la Universidad. Sin embargo, a lo largo del ciclo básico, dichos rendimientos se asocian positivamente.

Para cumplir el objetivo 2 se desarrolló la Beca de Estímulo a las Vocaciones Científicas en la convocatoria del año 2013. Becario: Cecilia de Piante Vicín, alumna de Lic. en Biotecnología, FBCB–UNL, Tema: Producción y evaluación de materiales para el desarrollo de la competencia científica de estudiantes de Química. Director: Dr. Odetti. Se resumen a continuación los logros obtenidos:

Se diseñaron 15 actividades para ser desarrolladas en dos clases en las cuales se abordan los siguientes ítems: efecto de la temperatura, concentración de los reactivos, tamaño de la superficie de un sólido, estado de agregación de los reactivos y la presencia de un catalizador sobre la velocidad de reacción; orden de reacción, tiempo de vida media, ecuación de Arrhenius, energía de activación, mecanismos de reacción y complejo activado. Dichas actividades implicaron el uso de distintos recursos didácticos y el desarrollo de las tres subcompetencias científicas. En ambas clases, quedan propuestos problemas y ejercicios a realizar en el hogar, con el objetivo de afianzar los conceptos estudiados y/o generar interrogantes que permitan construir nuevos saberes; respetando las necesidades, disponibilidad horaria y el tiempo de aprendizaje de cada alumno.

Una de las experiencias prácticas realizadas fue la de estudiar el efecto del tamaño de la superficie de un sólido y la temperatura sobre la velocidad de reacción. El marco teórico en el cual nos basamos es en que muchos medicamentos se presentan en forma de comprimidos efervescentes que contienen un

ácido orgánico (generalmente ácido cítrico) y bicarbonato de sodio, los cuales cuando se disuelven en agua reaccionan desprendiendo dióxido de carbono. Entre los factores que afectan la velocidad de esta reacción se encuentran la temperatura y el tamaño de la superficie de contacto entre el sólido y el líquido. De esta forma cuando menor sea la superficie de contacto, más lentamente transcurrirá la reacción.

Con esta actividad se busca que los estudiantes sean capaces de explicar un fenómeno científico y utilizar un modelo macroscópico relacionado con la vida cotidiana. También se pretende que identifiquen el problema objeto de investigación, interpreten las pruebas obtenidas y las expresen en forma de tabla, gráfico, etc., para lo cual deben comprender cuáles son las variables implicadas en el experimento, y a partir de allí expresen los resultados y extraigan conclusiones.

El diseño de dicha experiencia por lo tanto fue el análisis de la influencia de la temperatura y el tamaño de la superficie de contacto entre el sólido y líquido, en una reacción química. La puesta a punto se realizó mediante una explicación del procedimiento y luego se anotaron los resultados obtenidos. Luego se formuló una serie de preguntas que fueron de utilidad en la comparación de los resultados, entre estas destacamos las siguientes: ¿Qué se puede decir de la velocidad de reacción con la que se disuelven las pastillas? ¿Qué efecto tiene la temperatura sobre la velocidad con la que se disuelven las pastillas? ¿Cómo se podría, en cada caso, expresar la rapidez con la que se disuelve?

Por último, se evaluó el aprendizaje de los alumnos que desarrollaron la secuencia (61 alumnos) a través del rendimiento tanto en el examen de regularidad como en un examen final, en el turno posterior a la finalización del cuatrimestre; y se lo comparó con el rendimiento del grupo control (62 alumnos). En dichas evaluaciones se incluyeron preguntas sobre el tema en cuestión, las cuales tenían una valoración comprendida entre 0 y 2 puntos.

Para analizar y comunicar los resultados se utilizaron categorías, en donde se adaptó el procedimiento propuesto por Biggs (2005). De acuerdo con este criterio, se presentan los niveles según los rangos de puntuaciones obtenidos expresados en porcentajes. La categoría de calificación del rendimiento se definió por niveles:

- Nivel alto: 75–100 % de la puntuación (> 1,5 hasta 2 puntos inclusive)
- Nivel medio: 50–75 % de la puntuación (> = 1 hasta 1,5 puntos inclusive)
- Nivel bajo: < 50 % de la puntuación (< 1 punto)

La propuesta se diseña para que se realice en el laboratorio ya que es un ámbito que permite una mayor movilidad de los estudiantes y cuenta con el apoyo de varios docentes, que facilita un mejor seguimiento individual. Las actividades en general, son grupales (pequeño y gran grupo), y por lo tanto estimulan la responsabilidad, la comunicación, el respeto y el compañerismo, permitiendo la colaboración y el aprendizaje entre pares.

El diseño de experiencias con manejo de material de laboratorio, las nociones sobre seguridad y conciencia ambiental, la resolución de ejercicios, realización de informes, la comunicación y el juicio de valor sobre resultados, se organizan en forma alternada. En algunos casos las experiencias permiten deducir los conceptos y en otros comprobarlos, haciendo más dinámicas las clases.

Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

Rendimiento en el parcial de regularidad			
	Bajo	Medio	Alto
Grupo control	40,98	29,51	29,51
Grupo experimental	64,52	14,52	20,97
Rendimiento en el final			
	Bajo	Medio	Alto
Grupo control	25	25	50
Grupo experimental	53,57	32,14	14,29

Figura 1.

Resultados obtenidos de la experiencia práctica realizada. Se muestran los porcentajes de rendimiento para los alumnos en instancias de examen de regularización y de examen final, tanto para el grupo experimental y el grupo control. El puntaje se otorgó basándose en la propuesta de Biggs (2005).

Referencias bibliográficas

- Cañas, A.; Martín-Díaz, M. J.; Nieda, J.** (2007). *Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico. La competencia científica*. Madrid: Alianza.
- Chamizo, J. A.; Izquierdo, M.** (2007). Evaluación de las competencias de pensamiento científico. *Alambique*, 51, 9–19.
- de Piante Vicín, C.** (2013). Producción y evaluación de materiales para el desarrollo de la competencia científica de estudiantes de Química. Informe final de Beca de Estímulo a las Vocaciones Científicas en la convocatoria del año 2013.
- Domínguez Castiñeiras, J. M.; Falicoff, C. B.; Ortolani, A. E.; Húmpola, P.; Odetti, H. S.** (2008). Construcción, implementación y evaluación de secuencias de enseñanza en los temas: Gases y Disoluciones. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 74(3), 196–209.
- Domínguez Castiñeiras, J. M.; Odetti, H. S.; Falicoff, C. B.; Ortolani, A. E.** (2012). Aplicación de una propuesta de enseñanza sobre el tema Disoluciones en la escuela secundaria. Un estudio de caso. *Educación Química*. XXIII(2), 212–221. UNAM: México. *Rev. Educación Química en Línea*. Recuperado de http://educacionquimica.info/articulo.php?id_articulo=1310 (18/03/12).
- Domínguez Castiñeiras, J. M. (Ed.); Odetti, H. S.; García Barros, S.; Cajaraville Pegito, J. A.; Falicoff, C. B. Ortolani, A. E.** (2007). *Actividades para la enseñanza en el aula de ciencias: fundamentos y planificación*. Santa Fe: Universidad Nacional del Litoral.
- Falicoff, C. B.** (2015). *Evolución de las competencias científicas en las carreras de Bioquímica y Biotecnología de la Universidad Nacional del Litoral, Argentina. Un estudio longitudinal. Enseñanza de las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*. Tesis didácticas 33(1), 269–270. Barcelona, España. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1543>
- Johnstone, A. H.** (1993). The development of Chemistry teaching. *Journal of Chemical Education*, 70, 701–703.
- Izquierdo Aymerich, M.** (2004). Un nuevo enfoque de la enseñanza de la química: contextualizar y modelizar. *The Journal of the Argentine Chemical Society*, 92(4–6), 115–136.
- Jiménez Aleixandre, M. P.** (2010). *10 ideas clave, Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: GRÁO.
- Marco Stiefel, B.** (2008). *Competencias Básicas. Hacia un nuevo paradigma educativo*. Madrid: NARCEA–MEPSyD.
- OECD** (2006). PISA 2006: Marco de la evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura. Recuperado de <https://www.oecd.org/pisa/39732471.pdf> (20/02/09).

Capítulo XIV

Las representaciones gráficas en la enseñanza y en el aprendizaje de la física en la universidad

Ignacio Idoyaga y M. Gabriela Lorenzo

Se presentan la fundamentación, metodología y los resultados preliminares de parte del plan de trabajo correspondiente a la tesis «Las representaciones gráficas en la enseñanza y en el aprendizaje de la física en la universidad». Este plan propone describir las prácticas áulicas de aprendizaje de las representaciones gráficas, interpretarlas y detectar posibles dificultades. En este proyecto se utilizó una metodología que combina los enfoques cualitativo y cuantitativo. Los resultados muestran que los estudiantes consideran a los gráficos como objetos académicos y que pueden acceder a la información explícita e implícita, no así a la información conceptual.

Introducción/Fundamentación

La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales, y en particular de la física, requieren de distintos sistemas semióticos que actúan de manera sinérgica (Lemke, 2002). Las representaciones gráficas, particularmente los gráficos cartesianos ocupan un lugar de preponderancia en estos procesos (Artola, Mayoral y Benarroch, 2016). Los estudiantes deben procesar la información contenida en los gráficos para construir conocimiento.

Se han propuesto tres niveles de complejidad creciente para el procesamiento de la información presente en los gráficos (Postigo y Pozo, 2000). El nivel de la información explícita se trata de identificar los elementos presentes en el gráfico. El nivel de la información implícita requiere encontrar patrones y tendencias identificando relaciones entre las variables involucradas. El procesamiento a nivel de la información conceptual se articula sobre los dos primeros y está centrado en el establecimiento de relaciones conceptuales a partir del análisis global de la estructura del gráfico, lo que hace necesario ir más allá de la información contenida en la representación y recuperar otros conocimientos disponibles en la memoria a largo plazo.

Los dos primeros niveles de procesamiento suelen alcanzarse en la educación media y quedaría para la universidad el desarrollo de las habilidades relacionadas con el nivel de la información conceptual (Solar, Deulofeu y Azcárate, 2015). Sin embargo, varias investigaciones que han puesto de manifiesto que tanto los estudiantes universitarios como sujetos titulados en ciencias, presentan dificultades para acceder a la información gráfica más allá de los dos primeros niveles (García García y Perales, 2006; Echeverría *et al.*, 2007).

Objetivos e hipótesis

Investigar las dificultades y los obstáculos para el aprendizaje vinculado al procesamiento de representaciones gráficas por los estudiantes. Identificando a qué nivel de procesamiento acceden y reflexionando sobre las relaciones entre el aprendizaje y las creencias de los estudiantes con respecto a las representaciones.

Se parte de la hipótesis que los estudiantes universitarios tienen dificultades para procesar información gráfica a nivel conceptual, consecuentemente tienen limitaciones para construir conocimiento a partir de ellas y para dominar el lenguaje de la física.

Se espera que los alumnos entiendan a los gráficos como constructos académicos de poca utilidad fuera del contexto educativo.

Metodología

La complejidad de las prácticas educativas en el contexto del aula, exige un enfoque sistémico de abordaje, por lo que se propone articular un trabajo de reflexión teórica, investigación empírica y la elaboración de propuestas concretas de intervención pedagógica. Se plantea una investigación en contexto

que mantenga conexiones muy estrechas entre la investigación didáctica y la innovación pedagógica. Por contexto entendemos los escenarios reales de actuación de los alumnos. La metodología corresponde a la empleada en los estudios sociales, psicología y ciencias de la educación (Reichardt y Cook, 1995; León y Montero, 1997; Pardo y San Martín, 1999).

Se prevé la realización de estudios complementarios y convergentes para el análisis de las prácticas educativas en relación con el uso de representaciones gráficas. Los datos recogidos serán discutidos por al menos tres investigadores integrantes de los proyectos en los que se inscribe el presente plan.

Descripción del contexto

Esta investigación se realizará principalmente en el marco de la asignatura Física de la FFyB. La asignatura cuatrimestral es un segundo curso de física universitaria donde la casi totalidad de los temas desarrollados pertenecen a la física clásica, y se hará una breve introducción a algunos tópicos de física moderna, con orientación para ciencias de la salud. Incluye exposiciones magistrales (teóricos), seminarios, trabajos prácticos de laboratorio, clases de resolución de problemas y un intenso trabajo en un aula virtual. A lo largo de todo el curso se pretende que los estudiantes confeccionen e interpreten representaciones gráficas.

Participantes

Los sujetos participantes serán los estudiantes de la asignatura. Se resguardará en todo momento la confidencialidad de las personas que intervengan en su desarrollo, sus datos personales y de filiación serán codificados. La participación de los sujetos será voluntaria. El proyecto no interferirá con el normal desarrollo de las actividades académicas de los participantes. Adicionalmente se podrán incorporar como participantes estudiantes del Ciclo Básico Común (CBC) de la Universidad de Buenos Aires o de otras instituciones educativas vinculadas al CIAEC para la realización de estudios que incluyen análisis comparados.

Diseño

Para estudiar las dificultades y los obstáculos de aprendizaje vinculados al procesamiento de las representaciones gráficas por los estudiantes se aplicarán tareas de lápiz y papel aplicadas a gran grupo, y se complementará con el estudio de casos para profundizar en el análisis cualitativo. Así mismo, se evaluarán las concepciones y conceptualizaciones sobre información gráfica por parte de estudiantes empleando cuestionarios escritos. En esta línea se aplica una metodología estadística descriptiva para el análisis de datos. Este estudio incluirá las siguientes tareas:

a) Encuesta a estudiantes: se desarrollará una encuesta para indagar las creencias y conceptualizaciones de los estudiantes sobre representaciones gráficas. Instrumento: se diseñará un cuestionario escrito con preguntas cerradas del tipo grado de acuerdo y valoración con una escala. La administración del cuestionario será personalmente y en contexto de aula. Características de la muestra: el ámbito de esta encuesta será la UBA, el universo queda descrito como el conjunto de estudiantes de Física de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, el tamaño estimado será de 100 estudiantes voluntarios, la afijación proporcional y el error maestro menor al 10 %. Adicionalmente se podrá aplicar el mismo cuestionario a otras muestras de distintas poblaciones para poder realizar comparaciones (distinta institución o diferente asignatura).

b) Tareas de lápiz y papel: se buscará indagar el nivel de procedimiento de la información gráfica que alcanzan los estudiantes. Instrumento: se diseñarán tareas de lápiz y papel que se aplicarán en contexto de clase o en situación de examen, siempre con la autorización del docente a cargo. Las tareas se calificarán desde una perspectiva disciplinar y a través del uso de indicadores se categorizará el nivel de procesamiento de la información gráfica. Los indicadores propuestos incluyen: coherencia conceptual entre las distintas secciones de cada representación y entre las representaciones, correcciones propuestas a representaciones con errores, pertinente y correcta utilización de modelos físicos en la resolución, recurrencia a nuevas representaciones externas, utilización de referencias y aclaraciones de carácter semiótico, multiplicidad de lenguajes, entre otros.

Los datos recogidos en a) y b) serán analizados cualitativa y cuantitativamente empleando estadística inferencial.

c) Entrevistas: para profundizar el estudio cualitativo y lograr una mayor comprensión del objeto de estudio se seleccionarán algunas producciones de la tarea b) de estudiantes para entrevistarlos en un estudio de casos. Los estudiantes seleccionados serán no más de 3, aquellos que voluntariamente se presten a la entrevista y que hayan logrado responder correctamente la tarea b) desde una perspectiva disciplinar. En la entrevista los estudiantes seleccionados, cuya participación será confidencial, podrán revisar, comentar y ampliar su producción. Se seguirá un enfoque de pensamiento en voz alta.

Variables dependientes propias de este estudio

Marco de temporalidad: el estudio puede llevarse a cabo a lo largo de varios ciclos de dictado de la asignatura o asignaturas que cursan los participantes.

- Variables de la investigación:

A) Variables independientes y niveles:

- 1) Edad (cuantitativa continua).
- 2) Género (nominal): a) Masculino, b) Femenino.
- 3) Porcentaje de avance efectivo en la carrera (cuantitativa continua).
- 4) Número de cursadas de la asignatura (cuantitativa discreta).
- 5) Porcentaje de materias anteriores aprobadas (cuantitativa discreta).
- 6) Ocupación Laboral (cualitativa ordinal): a) No trabaja, b) Trabaja media jornada, c) Trabaja jornada completa.
- 7) Turno al que asiste (cualitativa nominal): a) Mañana, b) Tarde, c) Noche.
- 8) Institución (variable cualitativa nominal): FFYB, CBC, FADU, Otra.
- 9) Asignatura (variable cualitativa nominal): Física, Biofísica, Otra.

B) Variables dependientes:

- 1) Uso de (*) en la universidad (variable cualitativa discreta).
- 2) Expectativa de uso futuro de (*) en la universidad (variable cualitativa discreta).
- 3) Uso de (*) en el ámbito profesional (variable cualitativa discreta).
- 4) Uso de (*) en la vida cotidiana (variable cualitativa discreta).
- (*) Equivale alternativamente a gráficos cartesianos, circulares o barras.
- 5) Nivel de procesamiento de la información gráfica (variable cualitativa ordinal): nivel explícito, nivel implícito, nivel conceptual.
- 6) Evaluación disciplinar (variable cualitativa ordinal): incorrecto, parcialmente correcto, correcto.

El abordaje cualitativo permite profundizar en el objeto de estudio mientras que el cuantitativo le imprime mayor carácter de generalidad, por ello se plantea una investigación que contemple ambos abordajes y permita la corrección mutua de posibles sesgos metodológicos, lo que es una fortaleza de la metodología propuesta.

En el mismo sentido, el trabajo de investigación incluye diferentes enfoques.

a) Enfoque Descriptivo.

Empleando una metodología observacional se analizarán las producciones escritas y orales de estudiantes.

b) Enfoque Empírico Explicativo.

Se aplicará una metodología cuasiexperimental para investigar la incidencia de ciertas variables para la construcción de conocimiento formal (tareas de lápiz y papel).

c) Enfoque Interpretativo Predictivo.

Los datos obtenidos a través de los enfoques descriptivo y empírico permitirán aproximarse al conocimiento del lugar que ocupan las representaciones gráficas en cursos universitarios de física.

Resulta particularmente complejo proponer y validar indicadores medibles que permitan identificar los niveles de procesamiento a los que alcanzan los estudiantes. Entre los que se proponen, la abundancia de aclaraciones semióticas podría estar indicando la comprensión de la naturaleza representacional de los gráficos, pero también podría estar respondiendo a lo que suponen se espera en consonancia con las indicaciones de los docentes. La inclusión de nuevas representaciones puede representar la internalización de la representación original y la posibilidad de reeditarla en múltiples formatos, pero también podría estar actuando como amplificador cognitivo. Por último, la capacidad de responder disciplinalmente a las tareas termina siendo un requerimiento para poder observar cuestiones referidas al dominio representacional.

Principales resultados y perspectivas

Los estudiantes se mostraron altamente familiarizados con los sistemas de representación que se propusieron en las tareas. Se pusieron en evidencia las numerosas dificultades. Los estudiantes acceden a la información explícita e información implícita, solo unos pocos a la información conceptual.

Con respecto a las creencias de los estudiantes, no vislumbran las posibilidades cognitivas de las representaciones ni su valor comunicacional.

Está previsto complementar estos estudios con la revisión del material didáctico de la asignatura y el estudio del discurso del profesor en clase. Se podrán estudiar las relaciones de estos con el procesamiento de la información gráfica.

Referencias bibliográficas

Artola, E.; Mayoral, L. y Benarroch, A. (2016). Dificultades de aprendizaje de las representaciones gráficas cartesianas asociadas a biología de poblaciones en estudiantes de educación secundaria. Un estudio semiótico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 36–52.

García García, J. J. y Perales, F. (2006). ¿Cómo usan los profesores de química las representaciones semióticas? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(2), 247–259.

Lemke, J. (2002). Enseñar todos los lenguajes de la ciencia: palabras, símbolos, imágenes y acciones. En Benlloch, M. (Comp.), *La educación en ciencias: Ideas para mejorar su práctica* (pp. 159–186). Barcelona: Paidós.

León, O.; Montero, I. (1997). *Diseño de Investigaciones. Introducción a la lógica de la investigación en psicología y educación*. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana de España.

Pardo, A.; San Martín, R. (1999). *Análisis de Datos en Psicología II*. Madrid: Pirámide.

Postigo, Y. y Pozo, J. I. (2000). Cuando una gráfica vale más que 1000 datos: la interpretación de gráficas por alumnos adolescentes. *Infancia y Aprendizaje*, 90, 89–100.

Pérez Echeverría, M. M.; Pecharromán, A. M. y Postigo Angón, Y. (2007). Los sistemas de representación externa como mediadores en el cambio representacional. En Pozo, J. I. y Flores, F. (Coords.). *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia* (pp. 107–124). Madrid: Antonio Machado.

Reichardt, C. S.; Cook, T. D. (1995). *Métodos cualitativos y cuantitativos en investigación educativa*. Madrid: Morata.

Solar, H.; Deulofeu, J. y Azcárate, C. (2015). Competencia de modelización en interpretación de gráficas funcionales. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(2), 191–210.

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

Victoria Zanón

Durante el año 2006 se implementó en el nivel medio de Río Negro una importante reforma curricular. El nuevo diseño curricular implica la reorganización de los contenidos y la creación de nuevos espacios curriculares, con enfoques de enseñanza diferentes de las asignaturas tradicionales. Particularmente, el «Taller de Ciencias Naturales para el Ciudadano» del primer año, propone que los docentes de química, física y biología trabajen en conjunto y grupalmente en la planificación y el dictado de las clases. La presente investigación se propone describir y analizar las prácticas educativas que efectivamente ocurren en este contexto de innovación.

Introducción/Fundamentación

El Taller de Ciencias Naturales para el Ciudadano (TCNC) que se dicta en primer año de la escuela media, se encuentra a cargo de profesores de biología, física, química y matemática, que deben planificar y dictar la clase de forma conjunta. El TCNC requiere de un trabajo interdisciplinario y una enseñanza de la ciencia basada en la relación CTS. Esto implica un profesor que no sea solo un expositor de un saber acabado, sino que el conocimiento se construya y resignifique en función de problemas complejos. El diseño curricular exige que los docentes, habituados a trabajar aislados (Muñoz, Ruiz y Flores, 2000), participen conjuntamente en el aula con criterios uniformes acordados grupalmente. Deben salirse de sus disciplinas y reconocer los aportes de otras en la resolución de problemas que son complejos, en lugar de acotarlos y presentar ejercicios que refuerzan un solo campo teórico.

Estas condiciones de trabajo en el TCNC implican un cambio en las prácticas educativas. Comprendiendo éstas como un objeto de estudio complejo y multi-dimensional (Altet, 2002) buscaremos acercarnos a su análisis a partir de la indagación en los sentidos que los docentes dan a sus hacer, sus decisiones didácticas al planificar y sus acciones pedagógicas en el aula. Para ello nos enmarcaremos en el trabajo de Coll Salvador (1994), Altet (2002) y Beillerot (2005) para dar dimensiones a la práctica educativa, y en el trabajo de Edelstein (2000, 2002) como forma de situar y analizar didácticamente nuestro objeto de estudio.

Objetivos

Objetivo general:

–Describir y analizar las prácticas educativas de los profesores rionegrinos en el Taller de Ciencias de 1º año de la escuela media.

Objetivos específicos:

–Describir las prácticas educativas utilizadas por los docentes rionegrinos en el Taller de Ciencias de 1º año de la escuela media, desde un punto de vista epistemológico, didáctico, pedagógico y social.

–Analizar esas prácticas a partir de las orientaciones curriculares.

–Analizar las propuestas didácticas a fin de identificar las concepciones de ciencia y de su enseñanza que atraviesan y orientan las prácticas educativas utilizadas por los docentes rionegrinos en el Taller de Ciencias de 1º año de la escuela media.

Metodología

Centrado en un estadio de caso único, nuestro trabajo empírico y descriptivo se apoyará en el análisis de prácticas educativas de docentes de nivel medio confrontados a las nuevas exigencias de la reforma. Esta investigación de naturaleza cualitativa e interpretativa dentro de una lógica descriptiva y comprensiva, utilizará el análisis de las planificaciones y la observación de prácticas educativas que se complementará con entrevistas de explicitación.

Las planificaciones de los docentes presentan en sus estructuras objetivos, contenidos y estrategias didácticas. Un análisis sistematizado de esas planificaciones dará un panorama previo que guíe la observación, a la vez que se podrán extraer datos acerca de las dimensiones epistemológicas y didácticas de la práctica (Altet, 2002). Como las planificaciones son construidas en equipo, su análisis permitirá extraer los acuerdos a los que llegan los docentes respecto de su tarea en los talleres interdisciplinarios, lo que dará cuenta de la dimensión social y psicológica de la práctica educativa. Por ello consideramos que el análisis de la «unidad didáctica» construida por los docentes debe abordarse desde la perspectiva de análisis de documentos.

Se desea describir y analizar la práctica educativa en sus diferentes dimensiones, para ello la observación directa constituye la técnica de recolección de datos más pertinente para apreciar la acción. Nuestro interés es observar una realidad con el objetivo de construir una significación, esclarecer una situación y esto desde una posición que considera a la práctica docente como situada, contextualizada y singular. Esta técnica consiste en observar el fenómeno a estudiar en su contexto y en el instante en el cual se produce.

En nuestro caso nos concentraremos en las dimensiones didáctica, pedagógica, social, epistémica y psicológica. Abordaremos la dimensión didáctica mediante la observación de las modalidades de enseñanza propuestas, la selección del contenido, su estructuración y las actividades que se proponen, teniendo en cuenta las capacidades cognitivo–lingüísticas que se desea desarrollar. Este análisis se realiza a partir de la observación de las «horas institucionales», donde los docentes planifican de forma conjunta, y al analizar el documento resultante de esa planificación, la «unidad didáctica» planificada por los docentes participantes.

La dimensión pedagógica se aborda observando las horas de clase. Nuestra mirada se centra en las interacciones docente–alumno, los tipos de actividades que realizan los docentes, los roles que toman en el aula y la interacción entre ellos. La observación de las horas de clases permite también, complejizar la mirada sobre la dimensión didáctica, porque es durante las horas de clase que se producen ajustes, recortes y encuadres novedosos en las actividades planificadas.

Daremos cuenta de la «dimensión epistemológica» a partir de la observación y análisis de las propuestas didácticas que realice el docente en las horas institucionales, a partir de la forma en que se traten los problemas propuestos, del diálogo en el aula y el discurso, podremos inferir sus concepciones sobre la ciencia y su enseñanza, que son las que atraviesan y orientan sus estrategias en el aula (Altet, 2002). En esta dimensión las entrevistas que realicemos servirán para explicitar y clarificar las miradas del docente sobre el TCNC.

Por último, un análisis de lo observado durante el trabajo en equipo, la relación con la institución de los docentes involucrados dará cuenta de la dimensión social de la práctica educativa.

Esas observaciones se complementarán con entrevistas que permitan otorgar a los participantes la posibilidad de reflexionar sobre sus prácticas, sobre el TCNC, la institución y los alumnos.

Vermesch propone la entrevista de explicitación como una herramienta metodológica que permite actualizar fenómenos implícitos vividos por una persona, de manera de obtener una descripción detallada del desarrollo de la acción vivida, tratando de aproximarse a la realidad de los hechos. Si bien nuestras entrevistas son de corte semiestructurado y no buscan activamente la explicitación, sí se abren a la posibilidad de reivindicar la palabra de los docentes y valorar sus miradas y análisis de las situaciones en el TCNC.

Estos instrumentos de recolección de datos (observación de clases, observación de horas institucionales, análisis de la unidad didáctica y entrevistas) nos permitirán responder al criterio de credibilidad de la investigación, ya que la triangulación de métodos y datos nos posibilitarán dar una descripción global de la práctica que realizan los docentes en el TCNC.

Principales resultados y perspectivas

Encontramos en el análisis elementos que muestran una fuerte relación entre la dimensión didáctica y la epistémica, lo que puede ayudar a esclarecer las relaciones entre lo declarado y lo actuado en la práctica educativa. Sobre la interacción docente–docente, que surge en este contexto particular, se puede notar que existe una fuerte relación entre las condiciones laborales de cada docente en el espacio del TCNC, su experiencia docente y su relación particular con la institución como condicionantes para el rol que interpretan, ya sea en el aula o en las horas institucionales. Se espera encontrar descripciones completas que muestren la complejidad del trabajo docente en equipo, y conseguir contrastar con la propuesta curricular como una forma de comprender las dificultades de la implementación del nuevo «diseño curricular».

Referencias bibliográficas

- Altet, M.** (2002). L'analyse plurielle de la pratique enseignante, une démarche de recherche. *Revue française de pédagogie* (138).
- . (2009). De la psychopédagogie à l'analyse plurielle des pratiques. En A. Vergnoux (Dir.), *40 ans des sciences de l'éducation*. (pp. 31–48). Caen: PUC.
- Batuik, V.** (2007). Las políticas de desarrollo curricular del Ministerio de Educación Nacional (1993–2002). Acerca de la construcción de una voz oficial sobre la enseñanza. *Revista Propuesta Educativa*, 27.
- Beillerot, J.** (2005). L'analyse des pratiques professionnelles pourquoi cette expression? *Analysons nos pratiques, cahiers pédagogiques* (416), París: PUF.
- Coll Salvador, C.** (1994). El análisis de la práctica educativa: Reflexiones y Propuestas en torno a una aproximación multidisciplinar. Ponencia en *Seminario Internacional: Tecnología Educativa en el Contexto Latinoamericano* organizado por ILCE, Ciudad de México.
- Colomina, R.; Onrubia, J. y Rochera, J.** (2008). *Interactividad, mecanismos de influencia educativa y construcción del conocimiento en el aula*. En Coll, C; Palacios, J. y Marchesi, A. (Comps.), *Desarrollo psicológico y educación 2. Psicología de la educación escolar*. Madrid: Alianza.
- Edelstein G.** (2000). Análisis didáctico de las prácticas de la enseñanza. Una referencia disciplinar. En IIICE. Año IX, 17. Buenos Aires: Miño y Dávila/Facultad de Filosofía y Letras–UBA.
- . (2002). *Problematizar las prácticas de la enseñanza*. *Revista PERSPECTIVA*, 20(2), 467–482. <http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/perspectiva/article/viewFile/10468/10008>
- Gimeno Sacristán, J.** (1995). *El currículum, una reflexión sobre la práctica*. Madrid: Morata.
- Lerzo, G.; Moscato, M.; Pelotto, J.** (2008). Acompañamiento a la implementación del diseño curricular – 2010. *Taller de Ciencias Naturales para el Ciudadano*. Ministerio de Educación. Provincia de Río Negro. Dirección de Gestión Curricular, 201.
- Ministerio de Educación de la Provincia de Río Negro** (2009). *Diseño Curricular para La Transformación*.
- Muñoz, P. R.; Ruiz, M. D. P. S. y Flores, J. I. R.** (2000). El trabajo de los docentes de secundaria: estudio biográfico de su cultura profesional. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado* (39), 133–146.
- Ucmas, L.** (2008). En torno al análisis de la práctica docente. *La práctica educativa, Reflexiones sobre la experiencia docente*. México: Escuela Normal Oficial de Guanajuato.
- Vermersch, P.** (2004). Aide à l'explicitation et retour réflexif. *Education permanente*, 160(3), 71–80.

Capítulo XVI

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

Irene Cambra Badii

La presente investigación se ubica en la intersección de la psicología, bioética y cine, y propone a la narrativa cinematográfica como una vía regia para el abordaje de las problemáticas bioéticas. Frente a la escasez de modelos e investigaciones sistemáticas, proponemos un modo de lectura ético-analítica que incluya tanto el análisis de la normativa vigente en bioética, como la lectura de la subjetividad, a través de un diseño cualitativo. Para ello, hacemos foco en la Declaración Universal de Bioética y Derechos Humanos (UNESCO 2005), marco regulador internacional de las prácticas con relación a la bioética, y a su vez en una de las formas de la narrativa cinematográfica contemporánea: la serie televisiva.

Introducción/Fundamentación

El punto de partida de esta investigación implica poder pensar, desde la Psicología y a través de la narrativa cinematográfica, cuestiones dilemáticas del campo de la Bioética: considerando lo específico de cada disciplina y a su vez

teniendo en cuenta un entramado complejo de suplementación y solidaridad interdisciplinaria (Morin, 1997; García, 2006).

Utilizamos el término «bioética» en su acepción amplia, al considerarla una rama de la ética como disciplina, dedicada a los principios para la conducta humana respecto de la vida y de la muerte, sin limitarla al ámbito de competencia (médico, psicológico, etc.), sino incluyendo todos los problemas éticos que guardan relación con la vida en general (UNESCO, 2005; Michel Fariña y Lima). Actualmente, la *Declaración Universal de Bioética y Derechos Humanos*, promulgada en la Conferencia General de la UNESCO en 2005, es la legislación internacional de mayor alcance y difusión.

El punto que queremos abordar está relacionado con cómo poder transmitir estos principios de la Declaración UNESCO, cómo adecuarlos a la enseñanza para cada una de las situaciones del ámbito de la Bioética. ¿Cómo se pueden enseñar y transmitir, desde la psicología, los contenidos de una disciplina que intrínsecamente mantiene el debate sobre situaciones dilemáticas en el seno de su accionar diario? Nuestra propuesta incluirá al cine como *via regia*, ya que la narrativa cinematográfica supone la articulación de un doble movimiento que incluye por un lado lo particular (las normativas y códigos deontológicos), y por otro lo universal–singular, la singularidad en situación (Michel Fariña, 2001).

Objetivos e hipótesis

Tomamos como base conceptual y práctica a la corriente «narrativa» de la bioética (Gracia y Muñoz, 2006; Moratalla, 2011), que incluye no solo a las normas y principios, sino también a las circunstancias, emociones y sentimientos. Asimismo, proponemos trascender a los *Casebooks*, modalidad tradicional de la enseñanza de la Bioética, que buscan resolver dilemas médicos testeando las ideas personales y los marcos legales mediante la modalidad *multiple choice*. Proponemos a la narrativa cinematográfica para la aprehensión de categorías teóricas en bioética, considerando que incluye tanto cuestiones normativas como subjetivas, de la singularidad en situación.

Metodología

El diseño de investigación fue pensado desde el paradigma cualitativo, que no considera a la investigación únicamente como un método, sino que incluye en su comprensión epistemológica una perspectiva más extensiva, centrada en

el sentido, en la comprensión y en el significado. Trabajamos sobre la base de escritos y recortes de estudiantes de la carrera de psicología con relación a una determinada narrativa cinematográfica: la serie televisiva *Dr. House*.

Pensamos que la serie *House MD* tiene el mismo rango de calidad que un film y que por lo tanto puede analizarse como representante de la narrativa cinematográfica; cuenta con la participación de grandes actores y consagrados directores y guionistas, y ha sido premiada en múltiples ocasiones. La serie propone distintas problemáticas bioéticas disruptivas, allí donde los equipos médicos fracasan y el saber médico desfallece por la complejidad del caso. Teniendo en cuenta que nos interesa estudiar el trabajo con problemáticas bioéticas a través de la narrativa cinematográfica, estimamos que las fuentes no deben ser únicamente los episodios difundidos de la serie, sino más bien el análisis que puede realizarse a partir de ellos.

La primera parte de la investigación formó parte de un trabajo en el marco de la asignatura Psicología, Ética y Derechos Humanos (Facultad de Psicología, Universidad de Buenos Aires). Trabajaron en esta etapa 245 estudiantes, quienes procedieron voluntariamente al visionado de un episodio por dupla de trabajo, en sus hogares, teniendo dos semanas para la realización de la actividad. El visionado del episodio era complementado con un escrito donde se sintetizara el episodio y se situaran puntos de dificultad en los casos o en el accionar de los profesionales.

La intención de esta primera etapa es poder captar en las producciones de los estudiantes distintas elaboraciones espontáneas en relación con sus intuiciones bioéticas.

Para poder responder esas preguntas, se trabajó con un instrumento metodológico creado especialmente para esta investigación. Los estudiantes se intercambiaron los escritos y fueron delimitando «viñetas» de situaciones recortadas en los primeros escritos. Estas viñetas resultan del entrecruzamiento entre un Principio General de la Declaración UNESCO de Bioética y Derechos Humanos (2005) y un escenario de la práctica profesional propuesto para tal situación.

Consideramos a los «escenarios de la práctica» como aquellas delimitaciones temáticas en donde se desplegara la vinculación con el artículo de la Declaración de Bioética. Este campo era un campo libre que fue corrigiéndose y ampliándose a medida que avanzaba la tarea. Esto fue de extrema utilidad ya que el instrumento se iba adaptando a los datos encontrados, y no al revés: así, pudimos ir ubicando entre todos cómo los estudiantes, intuitivamente, dieron cuenta de problemáticas referidas a distintos artículos de la Declaración, y fuimos delimitando situaciones de la serie o «viñetas» que resultaban del entrecruzamiento entre la normativa y un escenario de la práctica.

Estas viñetas recortadas por los estudiantes nos permitieron trabajar con la dimensión singular de la situación, ya que aluden a situaciones concretas, a experiencias de personajes que encarnan historias, diálogos entre pacientes y médicos, etcétera.

En una segunda etapa de la investigación, una vez concluida la delimitación de 1340 viñetas en total, trabajamos con los escritos de los estudiantes, analizados siguiendo la *Grounded Theory*, teoría fundada en los datos o teoría fundamentada (presentada por Glaser y Strauss en el libro *The discovery of Grounded Theory* (1967), que nos permite descubrir conceptos, teorías y proposiciones partiendo directamente de los datos y no de hipótesis *a priori*, aunque como investigadores siempre estemos orientados por determinados supuestos.

En este punto, la lectura de cada una de las decisiones llevadas a cabo en el episodio, y la posibilidad de indagar acerca de las acciones de los personajes (no solo a nivel profesional sino también a nivel personal), nos lleva a analizar en detalle la posibilidad de surgimiento de una *singularidad en situación* y de las implicaciones de los estudiantes en el visionado y trabajo acerca de la narrativa cinematográfica. ¿Qué captan los estudiantes de la situación? ¿Qué construyen los estudiantes en relación con las problemáticas bioéticas, que den cuenta del surgimiento de la singularidad en situación?

En niveles de complejidad creciente, partimos de los escritos de los estudiantes, recortando referentes empíricos que dan cuenta de la identificación de cuestiones bioéticas ligadas a la dimensión normativa, como así también a la dimensión singular de la problemática, de las circunstancias de la situación y de la elaboración de los estudiantes.

Se tomaron para este punto:

- 1) *Qué aspectos de las situaciones logran captar*: descripciones de las situaciones, intervenciones de los médicos, ajuste a las normas, diferencias y similitudes en los roles de médicos y pacientes, procesos de tomas de decisión, cuestiones jurídicas o legales.
- 2) *Marcas explícitas del posicionamiento personal de los estudiantes*: interpretaciones sobre lo sucedido en el episodio, valores con relación a su posicionamiento moral, aparición explícita de la posición de enunciación («yo opino», «pienso que»).
- 3) *Marcas de la elaboración acerca de la singularidad en situación*: menciones sobre las consecuencias subjetivas de las intervenciones de los personajes, contradicciones en el comportamiento y/o en el discurso de los personajes, puntos ciegos de los médicos (culpa, miedo a la muerte, angustia, repetición de conflictos personales en la relación con el paciente).

Esta modalidad metodológica nos resultó muy útil, como ya hemos dicho, para complementar a la primera parte, y poder ahondar no solo en la delimitación de situaciones complejas, sino yendo más allá, hacia la recolección de datos que pudieran ofrecernos en relación con la dimensión subjetiva de los episodios. La principal fortaleza del método de análisis consistió en hacerlo «a la medida de la investigación», es decir, planteando sucesivas readaptaciones (en cuanto al diseño de los escenarios en la primera parte, la delimitación de categorías y dimensiones en la segunda parte, entre otras). Esto a su vez conlleva cierta debilidad en el sentido de necesitar sucesivas validaciones, lo cual demora el proceso investigativo pero a su vez lo fortalece.

Principales resultados y perspectivas

Los estudiantes, aun sin conocer a la Declaración Universal de Bioética y Derechos Humanos, son capaces de reconocer situaciones o «puntos de inconsistencia» que van en la vía de elaboración de categorías teóricas en Bioética, ligadas a la autonomía, consentimiento informado, confidencialidad, entre otras. Este trabajo que entrecruza los artículos de la Declaración con los escenarios de la práctica profesional resulta ordenador para poder articular la lectura de la normativa en una situación concreta, que puede ser leída desde una perspectiva *psi*, es decir, aportando una mirada diferente desde el campo de la subjetividad. Sería fructífero iniciar investigaciones similares en otras áreas del conocimiento ligadas al aprendizaje a través del cine.

Referencias bibliográficas

García, R. (2006). *Sistemas complejos: conceptos, métodos y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Barcelona: Gedisa.

Glaser, B.; Strauss, J. (1967). *The discovery of grounded theory: strategies for qualitative research*. New York: Aldine Publishing Company.

Gracia, D.; Muñoz, S. (2006). Ética narrativa y hermenéutica. *Médicos en el cine. Dilemas bioéticos: sentimientos, razones y deberes*. Madrid: Complutense.

Michel Fariña, J. J. (2001). La ética en movimiento. *Fundamentos en Humanidades*, 1(2), 13–20.

Michel Fariña, J. J.; Lima, N. (2009). Fritz Jahr y el Zeitgeist de la bioética. *Aesthetika, Revista Internacional sobre Subjetividad, Política y Arte*, 5(1), 4–11.

Moratalla, T. D. (2011). *Bioética y Cine. De la narración a la deliberación*. Madrid: San Pablo.

Morin, E. (1997). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa.

UNESCO (2005). *Declaración Universal de Bioética y Derechos Humanos*.

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

Gastón M. Pérez y Leonardo González Galli

En este trabajo socializamos los lineamientos de la investigación doctoral del primer autor, enfocada en la enseñanza y el aprendizaje de los modelos de la evolución biológica. La misma consta de un trabajo basado en la construcción de una unidad didáctica enmarcada en el enfoque de la modelización y la metacognición sobre los obstáculos epistemológicos, con el fin de comprender cómo estos marcos teóricos interactúan en la construcción de los modelos de selección natural y especiación alopátrica en aulas de ciencias del nivel medio. Un primer análisis de los datos permitió construir nuevas categorías teóricas con las que repensar estas interacciones.

Introducción

La enseñanza de la evolución biológica en el nivel medio involucra diversas dificultades asociadas a aspectos cognitivos, emocionales y contextuales, entre otros (Kampourakis, 2014; Smith, 2010a, 2010b; Thagard y Findlay, 2010).

Dichas dificultades entorpecen la construcción por parte de los estudiantes de los modelos básicos de la biología evolutiva, un conjunto de contenidos necesarios para una formación ciudadana crítica y responsable con relación a cuestiones de importancia social tales como el uso de plaguicidas agrícolas, el uso indiscriminado de antibióticos, el lugar que ocupamos los humanos en la Tierra, etc. La investigación en didáctica requiere, en este sentido, construir y poner a prueba nuevos modelos, anclados en la empiria, que permitan repensar cómo se enseñan y aprenden estos temas.

Nuestra investigación intenta contribuir a la comprensión de la enseñanza y los aprendizajes de la selección natural y la especiación alopátrica mediante la puesta en práctica de una unidad didáctica basada en la modelización y la metacognición sobre los obstáculos epistemológicos. Esta propuesta emerge entonces de la interrelación de estos tres marcos teóricos: 1) la modelización como estrategia didáctica que se fundamenta en la epistemología semántica (Giere, 1992, 1999) y propone la construcción de modelos escolares en el aula de ciencias (Gómez Galindo, 2005, 2009); 2) los obstáculos epistemológicos entendidos como formas de pensamiento que subyacen a las concepciones de los estudiantes, en particular la teleología y el esencialismo en el caso de la biología evolutiva (González Galli, 2005; Gelman y Rhodes, 2012); y 3) la metacognición entendida como la reflexión sobre el aprendizaje y en particular sobre los obstáculos epistemológicos (Peterfalvi, 2001).

Fundamentación

Desde la propuesta de la epistemología semántica, los sujetos construyen modelos para explicar, predecir o describir la realidad. En el caso de los modelos científicos, es la comunidad científica quien evalúa si el modelo se ajusta a la realidad que intenta explicar y en qué grados lo hace. De esta manera, el modelo funciona como análogo del sistema real, por lo que su ajuste es relativo y depende de los objetivos para los que fue construido (Giere 1992, 1999).

A partir de estas ideas es que diversos investigadores de la didáctica de las ciencias han generado una estrategia denominada modelización escolar. La misma implica que los estudiantes construyan modelos que permitan explicar, predecir, describir un fenómeno de interés. Para esto se tiene en cuenta las concepciones alternativas de los estudiantes y a partir de ellas es que se realiza el proceso de construcción. Lo que se espera es que los estudiantes construyan modelos, en un proceso de revisión constante, cada vez más cercanos al modelo científico en cuestión (Clement, 2008; Gómez Galindo, 2005, 2009; Justi, 2006).

Si entendemos a los modelos más allá de un conjunto de ideas como propone Sanmartí, incluimos en él analogías, imágenes, lenguajes específicos, fenómenos, valores y formas de pensar que subyacen a la construcción de los mismos. Ejemplos de estas formas de pensar son la teleología (González Galli, 2011) o el esencialismo (Gelman y Rhodes, 2012), obstáculos epistemológicos que subyacen a las expresiones del sentido común de los sujetos sobre la evolución biológica. Estos obstáculos se caracterizan por ser transversales (en tanto influyen en concepciones de diversos dominios del conocimiento), funcionales para los sujetos (en tanto les permiten explicar el mundo que los rodea) y conflictivos (en tanto influyen en concepciones que explican lo mismo que pretendemos que los estudiantes expliquen con el modelo científico) (González Galli y Meinardi, 2010).

Entendidas estas características, se infiere que el trabajo didáctico orientado a la construcción de modelos de la biología evolutiva no puede estar enfocado en la eliminación de estas formas de pensar. Es por ello que una alternativa plausible de índole metacognitiva es lo que los investigadores franceses Astolfi y Peterfalvi llaman «vigilancia epistemológica». Esto es brindar espacios durante las clases donde el objeto de discusión sea el obstáculo epistemológico, con el propósito de hacer conscientes a los estudiantes sobre su existencia, de estar atentos a sus expresiones y de regular su aparición cuando sea necesario.

Objetivos e hipótesis

El principal objetivo de la tesis doctoral es generar conocimiento sobre el rol que juegan la modelización, la metacognición y los obstáculos epistemológicos en la construcción de estos modelos evolutivos, conocimiento que permita el diseño de intervenciones didácticas innovadoras tendientes a mejorar la enseñanza y el aprendizaje de la selección natural y la especiación alopátrica.

Creemos que este enfoque de enseñanza contribuirá a que los estudiantes construyan modelos de evolución robustos que les permitan tomar decisiones en sus contextos respectivos. Subyacen entonces supuestos epistemológicos en relación con el rol central de los modelos en la enseñanza y supuestos relacionados con la enseñanza y con la forma que toman los aprendizajes.

Metodología

Para responder a los objetivos de investigación se diseñó una unidad didáctica con 22 actividades, de una duración estimada de 3 meses. La misma permitió tomar datos a partir de las respuestas escritas de los estudiantes a las actividades, grabaciones de audio de las discusiones que se realizaron durante el trabajo grupal que guió la unidad y esquemas conceptuales elaborados por los grupos en distintos momentos, así como versiones gráficas (dibujos) de algunas consignas. Con menor intensidad se utilizaron *checklists* con el fin de conocer las estrategias que pusieron en juego los grupos de estudiantes al construir sus modelos y se utilizó la técnica conocida como *Thinking aloud* para la explicitación y registro de los pensamientos de los estudiantes mientras resolvían problemas de evolución. Coincidimos en las limitaciones que mencionan Saldaña y Aguilera en relación con estas dos últimas estrategias metodológicas, en el sentido de que podrán informarnos únicamente de aquellos pensamientos que se encuentran accesibles a la introspección de los estudiantes en un momento determinado, dejando por fuera otros pensamientos que quizás sean potentes e interesantes.

La metodología utilizada se basó en la «teoría fundamentada» propuesta por los sociólogos Barney G. Glaser y Anselm L. Strauss en su libro *The Discovery of Grounded Theory* (1967). Al ser un enfoque de investigación cualitativo, no está en sus objetivos la cuantificación o la aplicación de procedimientos estadísticos aplicados a los datos. Lo que se pretende, en cambio, es generar una propuesta teórica que esté fundamentada en los datos empíricos que surgen del trabajo de campo.

Para el análisis de los datos se utiliza el Método Comparativo Constante. Este método se basa en la inducción de regularidades en los datos colectados. Estas regularidades se nombran, creando categorías teóricas que tienen sentido para responder a las preguntas de investigación. Luego se continúa buscando más evidencia que sustente estas categorías, lo que deviene en una comparación constante entre categorías y nuevos datos de la empiria.

Esta comparación constante permite dar cuenta de un proceso de abstracción creciente, donde la teoría se deriva de un proceso de conceptualización y reducción cada vez mayor, dirigiéndose hacia niveles más altos de abstracción. Esta forma de trabajo nos permitió comprender los significados que se juegan en los grupos de estudiantes cuando construyen modelos evolutivos. El objetivo entonces, no fue verificar relaciones causales o la aparición de ciertos entes teóricos, sino más bien comprender y conocer el sentido que se le otorga a la construcción de modelos en el aula de ciencias.

Uno de los conceptos claves en el marco de este método es el de «saturación teórica». Esto implica que durante este proceso de comparación constante el investigador puede no encontrar más datos adicionales para desarrollar el contenido de una categoría. En tal caso se comprueba repetidamente la ocurrencia de las mismas interacciones, lo que no daría más información empírica, y permitiría enfocar las nuevas y sucesivas recogidas de datos. En nuestra investigación, la puesta a prueba de la primera versión de la unidad didáctica nos permitió generar algunas categorías que sirvieron de base para la modificación posterior de la unidad didáctica con el objetivo de poder ahondar más en aquellas unidades de sentido que más nos llamaron la atención como investigadores.

Lo que puede entenderse hasta aquí, es que la teoría fundamentada se refiere tanto a la acción como al efecto de la investigación, es proceso pero también es producto. Su aspiración es a la comparabilidad de los descubrimientos en lugar de pretender la transferencia directa a otros grupos. La teoría construida, entonces, puede ofrecer nuevas pistas para comprender otros contextos sin pretender la extrapolación ni la generalización de la misma. Tampoco se pretende una objetividad extrema, ya que no existe una distancia real entre el objeto de estudio y el investigador. Ambos están inmersos en un mismo contexto, los estudiantes son sujetos y objetos al mismo tiempo. Es comprensible que existan elementos de subjetividad, por lo que lo importante será reconocer que la subjetividad es un hecho y que los investigadores deben tomar las medidas apropiadas para minimizar su intromisión en sus análisis. Para ello, pero sin perder la sensibilidad hacia lo que se dice en los datos, una técnica es el método comparativo; otra es obtener múltiples puntos de vista sobre lo que acontece en el aula, intentando determinar cómo lo ven los diversos actores; otra es conseguir datos de diferentes modos tales como observaciones e informes escritos.

Principales resultados y perspectivas

Al momento de presentación de este trabajo solo se ha implementado la unidad didáctica en una primera versión. Esto permitió construir algunas categorías para modificarla y volver a recolectar datos.

Una de las categorías que más llamó la atención como investigadores fue la de «Regulación social del obstáculo». Esto es, en determinadas discusiones grupales se realiza una regulación metacognitiva entre los participantes del grupo en relación con la atención sobre los obstáculos epistemológicos. Esta categoría está en diálogo con lo que los autores llaman metacognición social,

una propuesta que va más allá de los procesos metacognitivos individuales en la resolución de problemas grupales y los entiende como procesos emergentes posibilitados por la interacción entre los sujetos que resuelven una determinada tarea (Grau y Whitebread, 2012; Iiskala *et al.*, 2004; Panadero y Järvelä, 2015).

Además, esta primera recolección de datos permitió considerar que la construcción de los estudiantes fue potente, dada la aparición de nuevas relaciones y entidades que se observaron en los esquemas conceptuales, discusiones, dibujos, textos elaborados por los alumnos.

Cada uno de estos modos semióticos fue útil para conocer obstáculos que de otra manera no se hubiesen explicitado. Del mismo modo, la sinergia producida entre ellos permitió comprender mejor cómo se estructuran los modelos construidos por los estudiantes, así como su progresión en el tiempo.

Referencias bibliográficas

- Astolfi, J. P.** (1994). El trabajo didáctico de los obstáculos, en el corazón de los aprendizajes científicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), 206–216.
- Clement, J.** (2008). Student/Teacher Co-construction of Visualizable Models in Large Group Discussion. En Clement, J. y Rea-Ramirez, M. (Eds.), *Model Based Learning and Instruction in Science* (pp. 11–22). Dordrecht: Springer.
- Gelman, S. y Rhodes, M.** (2012). Two-Thousand Years of Stasis. How psychological essentialism impedes evolutionary understanding. En Rosengren, K.; Brem, S.; Evans, E. y Sinatra, G. (Eds.), *Evolution Challenges. Integrating research and practice in teaching and learning about evolution* (pp. 3–21). New York: Oxford University Press.
- Giere, R.** (1992). *La explicación de la ciencia. Un acercamiento cognoscitivo*. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- . (1999). Using Models to Represent Reality. En Magnani, L.; Nersessian, N. y Thagard, P. (Eds.), *Model-Based Reasoning in Scientific Discovery* (pp. 41–57). Pavia: Springer.
- Glaser, B.; Strauss, A.** (1967). *The discovery of Grounded Theory strategic for qualitative research*. Nueva York: Aldine Publishing Company.
- Gómez Galindo, A.** (2005). *La construcción de un modelo de ser vivo en la escuela primaria: una visión escalar* (Tesis de doctorado). Universitat Autònoma de Barcelona, Facultat de Ciències de la Educació Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals, Barcelona.

Gomez Galindo, A. A. (2009). *Estudio de los seres vivos en la educación básica: Enseñanza del sistema nervioso desde un enfoque para la evolución de los modelos escolares*. Monterrey: Universidad Autónoma de Nuevo León.

González Galli, L. (2011). *Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural* (Tesis de doctorado). Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Buenos Aires.

González Galli, L. y Meinardi, E. (2010). Revisión del concepto de obstáculo a partir de la investigación sobre la enseñanza y el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural. *IX Jornadas Nacionales y IV Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*, Tucumán, Argentina, 7–10 octubre.

Grau, V. y Whitebread, D. (2012). Self and social regulation of learning during collaborative activities in the classroom: The interplay of individual and group cognition. *Learning and Instruction*, 22(6), 401–412.

Iiskala, T.; Vauras, M. y Lehtinen, E. (2004). Socially-shared metacognition in peer learning? *Hellenic Journal of Psychology*, 1, 147–178.

Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las ciencias*, 24(2), 173–184.

Kampourakis, K. (2014). *Understanding Evolution*. New York: Cambridge University Press.

Panadero, E. y Järvelä, S. (2015). Socially shared regulation of learning: A review. *European Psychologist*, 20, 190–203.

Peterfalvi, B. (2001). Identificación de los obstáculos por parte de los alumnos. En Camilloni, A. (Comp.), *Los obstáculos epistemológicos en la enseñanza* (pp. 127–168). Barcelona: Gedisa.

Saldaña, D. y Aguilera, A. (2003). La evaluación de los procesos metacognitivos: estrategias y problemática actuales. *Estudios de Psicología*, 24(2), 189–204.

Sanmartí, N. (2000). El diseño de unidades didácticas. En Perales Palacios, F. y Cañal de León, P. (Eds.), *Didáctica de las ciencias experimentales* (pp. 239–266). Alcoy: Marfil.

Smith, M. (2010a). Current Status of Research in Teaching and Learning Evolution: I. Philosophical/Epistemological Issues. *Science and Education*, 19, 523–538.

———. (2010b). Current Status of Research in Teaching and Learning Evolution: II. Pedagogical Issues. *Science and Education*, 19, 539–571.

Thagard, P. y Findlay, S. (2010). Getting to Darwin: Obstacles to Accepting Evolution by Natural Selection. *Science and Education*, 19, 625–636.

Capítulo XVIII

Estudio de trabajos prácticos de ciencias experimentales en el nivel superior. Una aproximación metodológica

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

En este trabajo, nos proponemos relevar diferentes metodologías de investigación que permitan estudiar el discurso de profesores en clases prácticas y experimentales de química general y química inorgánica de nivel universitario y su conocimiento didáctico del contenido. Las metodologías para la recolección de datos incluyeron observaciones no participantes y audiograbaciones, para así construir un texto del discurso utilizado en las clases, y tareas de lápiz y papel; mientras que para el análisis de datos se propone el uso de los principios de la teoría fundamentada y el análisis estadístico. A su vez, se presentan los primeros resultados alcanzados y aquellos esperables en el consecuente desarrollo del proyecto. Se espera que los resultados obtenidos permitan caracterizar las prácticas educativas en clases de laboratorio de nivel superior, que sirvan de base para realizar propuestas fundamentadas para la mejoría de la educación en todos los niveles educativos y en particular en el universitario.

Introducción

La enseñanza es la actividad intencional del docente con el fin de que sus alumnos aprendan el contenido que está enseñando. Para ello, la palabra es su principal herramienta, acompañada de otros recursos semióticos como gráficos y gestos (Lemke, 2002). A partir de los ochenta el aula comenzó a ser estudiada como un sistema esencialmente cultural, social e interpersonal, donde profesor y alumnos se implican conjuntamente y en colaboración para co-construir progresivamente unos significados compartidos sobre contenidos y tareas escolares. Desde entonces, la didáctica de la ciencia comienza a estudiar la forma en que la enseñanza y el aprendizaje ocurren en el aula a través de la comunicación de un tema específico, utilizando como metodología el análisis del discurso. El análisis de discurso en el aula permite examinar el saber científico legitimado en el contexto áulico, las orientaciones epistemológicas y quiénes son los participantes de la construcción de los significados (Kelly, 2007).

Otro aspecto subyacente plausible de ser analizado en el discurso del profesor, sobre todo en el nivel superior (Lorenzo y Farré, 2009; Farré y Lorenzo, 2014a) es el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) (Shulman, 1986) que relaciona el contenido disciplinar con la pedagogía. Este conocimiento profesional permite a los profesores elegir analogías, ejemplos y demostraciones que resulten mejores y más efectivos para enseñar cierto tema a un determinado grupo de alumnos (Farré y Lorenzo, 2014b).

Las clases prácticas y las experimentales son un escenario importante para la enseñanza de las ciencias naturales, las que comúnmente son conocidas como trabajos prácticos de laboratorio. En ellas, sería esperable un rol protagónico del estudiante con explicaciones del profesor diferentes a las de otro tipo de clases (Domin, 1999; Hofstein y Mamlok-Naaman, 2007; Reid y Shah, 2007).

Nuestras investigaciones hasta el momento han mostrado que la enseñanza en los laboratorios suele tener características tradicionales tanto en el nivel secundario (Sánchez, Falicoff y Lorenzo, 2015) y especialmente, en el universitario (Sánchez, Odetti y Lorenzo, 2016) a pesar de la necesidad de conformar una nueva identidad considerando los cambios sociales y culturales de los últimos tiempos (Lorenzo, 2016).

Teniendo en cuenta la historia de la enseñanza de la química, las clases de laboratorio surgen en el siglo XIX junto a la propia enseñanza de esa disciplina (Reid y Shah, 2016). Es por ello que, a lo largo de los años, fue afianzándose como un tipo de clase particular, donde, se enseñan saberes diferentes de aquellos abordados en el aula tradicional (ejemplo de ello es el armado de una intrincada disposición de equipamiento que tienen como fin la obtención de un producto destilado o el uso correcto del instrumental de laboratorio).

Objetivos e hipótesis

Los objetivos del presente trabajo son presentar las estrategias metodológicas empleadas hasta el momento en la tesis doctoral «La construcción del conocimiento científico en el nivel superior en clases prácticas y experimentales», teniendo en cuenta su pertinencia, limitaciones y consideraciones a la hora de llevarlas a cabo.

Metodología

Esta investigación se enmarca en una visión interpretativa con un diseño metodológico que privilegia el carácter contextualizado combinando una perspectiva cualitativa con la cuantitativa en aquellos casos en que sea posible.

La investigación se lleva a cabo en la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral, República Argentina. El escenario estudiado corresponde a las clases de laboratorio de las asignaturas Química General y Química Inorgánica del primer año de estudios de las carreras de Bioquímica, Licenciatura en Biotecnología, Licenciatura en Saneamiento Ambiental, Tecnicatura y Licenciatura en Higiene y Seguridad en el Trabajo y la asignatura Química General e Inorgánica de la Licenciatura en Nutrición. Estas clases se desarrollan en un encuentro semanal en el laboratorio de tres horas para el caso de Química General, y Química General e Inorgánica, donde se abordan actividades de carácter experimental, mientras que para Química Inorgánica, el curso cuenta con dos encuentros semanales, uno de tres horas y otro de tres horas y media de duración, donde se realizan actividades de resolución de problemas y experimentos de laboratorio. A estas clases, asisten aproximadamente cuarenta estudiantes con la presencia de tres o cuatro docentes, siendo uno o dos de ellos noveles. La planificación de las clases y los materiales a utilizar está a cargo de un grupo reducido de docentes (de mayor jerarquía) por fuera de cada clase individual.

Estrategias metodológicas para la recopilación de datos

A continuación, se presentan las estrategias metodológicas utilizadas al momento de la presente publicación y sus limitaciones. Éstas son: a) observaciones «no participantes», b) textos del discurso en clase recogido a través de audiograbaciones, c) tareas de lápiz y papel. Las dos primeras corresponden a metodologías donde el investigador tiene una participación pasiva en la

que intenta registrar lo que ocurre sin interferir en el fenómeno, sin la manipulación de variables; por otro lado, las tareas de lápiz y papel que corresponden a una metodología cuasiexperimental donde el investigador orienta hacia determinados aspectos de la realidad de los que quiere obtener información a través de ciertas tareas o preguntas específicas.

Para esta investigación, se realizaron *observaciones «no participantes»* de las clases de laboratorio de las asignaturas mencionadas anteriormente. Se centró la atención en las y los docentes a cargo de la clase, registrando las explicaciones, la utilización de diferentes recursos (pizarrón, utilización de material de laboratorio, proyección con cañón), se registraron algunas de las intervenciones de los y las estudiantes, así como lo escrito en el pizarrón.

Este tipo de metodología requiere que el investigador esté presente donde ocurre el hecho que se investiga, que no intervenga en el hecho investigado con su presencia, la misma debe pasar desapercibida. Por otro lado, que el hecho ocurra o no, no depende de él, por lo que su investigación está asociada a las condiciones en que ocurre el fenómeno. Además, requiere una apertura del docente a cargo de las clases y del conjunto de estudiantes que asisten a ellas para aceptar la presencia del investigador, por lo que la negociación inicial es clave. Y también, es importante tener en cuenta que la presencia del investigador puede generar ciertas incomodidades en los sujetos observados, tales que podrían modificar su comportamiento, esto suele disminuir en la medida que la figura del observador es naturalizada dentro del ambiente de la clase.

Los «textos de los discursos» de los docentes fueron obtenidos de la siguiente manera: Se *audiograbaron* las clases completas utilizando un audiongrabador profesional, registrando la voz del docente y de algunos estudiantes. Posteriormente, estos registros fueron desgrabados y transcritos en un documento de texto y enriquecido a partir de los datos recogidos por medio de las observaciones no participantes.

Los textos obtenidos de esta forma muestran de manera más completa lo acontecido en el aula, ya que incluyen información que no hubiera podido ser registrada solamente mediante la audiograbación, por ejemplo, lo escrito por el docente en la pizarra o algún gesto en particular. Una de las limitaciones asociadas a la audiograbación es la capacidad tecnológica disponible para ser usada por el investigador, a modo de ejemplo, el número de audiongrabadores al momento de observar el fenómeno estudiado. Otra limitación corresponde a la gran cantidad de tiempo que insume el proceso de desgrabación y transcripción.

En nuestro caso particular, se optó por colocar el audiongrabador en un punto fijo cercano al pizarrón a fin de registrar la voz de todos los docentes

que participaban de la clase. Ello implicó la pérdida de calidad de la grabación dependiendo de si el docente caminaba o dirigía su voz hacia otro sector del aula.

Por último, se realizó una «tarea individual de lápiz y papel» a la totalidad del plantel docente que dicta las asignaturas Química General y Química Inorgánica de la FBCB/UNL. Esta tarea consistió en un cuestionario de nueve preguntas de respuesta abierta inspirado en el propuesto por Loughram, Mulhall y Berry para recoger la Representación del Contenido (ReCo) en el marco del modelo del Conocimiento Didáctico del Contenido (Farré y Lorenzo, 2014a). La idea central del cuestionario correspondió a los trabajos prácticos para conocer el conocimiento didáctico que este grupo particular de docentes tenían sobre las actividades de laboratorio de su asignatura. Cabe aclarar que si bien, como ya se ha dicho, suele referirse a los «trabajos prácticos» como un tipo particular de clase, en esta investigación son considerados como un «tipo particular de contenido» relacionado con el ejercicio profesional docente. Es decir que desde esta perspectiva, la formación para la enseñanza de las ciencias experimentales debería incluir el tópico trabajo práctico tanto desde el enfoque propiamente disciplinar como además, deberían incluirse las consideraciones didácticas que hacen a su aplicación en la enseñanza. Por ello, la investigación sobre el conocimiento didáctico sobre los trabajos prácticos que poseen los docentes en ejercicio resulta fundamental para aportar luz en este campo.

Análisis de datos

Los datos compilados mediante las estrategias metodológicas descritas anteriormente se analizaron aplicando los principios de la teoría fundamentada (Glaser y Strauss). Así, se comenzaron a analizar los textos enriquecidos de los discursos de los profesores obtenidos a partir de las audiograbaciones y las observaciones no participantes. De la misma manera, se están analizando las respuestas escritas a partir del cuestionario ReCo. La aplicación de la teoría fundamentada se orienta a la construcción de una teoría a partir del análisis de datos. De la lectura de los textos registrados, surgen códigos y categorías emergentes, que permiten realizar una teorización sobre el fenómeno a estudiar. Por su parte, esta categorización, configura una base de datos plausible de ser estudiada aplicando análisis estadísticos utilizando software específico (IBM SPSS Statistics, Minitab).

Validación de los métodos

A fin de validar los datos y resultados obtenidos, se procedió a realizar diferentes triangulaciones. Por un lado, la triangulación entre investigadores, donde los datos son procesados por lo menos por dos personas de manera independiente y posterior puesta en común. De esta manera se establecen consensos sobre lo analizado y se discuten los disensos hasta lograr acuerdos, muchas veces con la incorporación de un tercer investigador.

Por otro lado, también resulta importante la triangulación de las estrategias tanto para la recogida de datos, como para su análisis. En otras palabras, abordar el estudio del objeto desde múltiples lugares y analizarlo utilizando diferentes lentes. Las conclusiones parciales a las cuales se llegue aplicando cada metodología permitirán completar, contrastar, ratificar o rectificarse entre sí. De esta manera, se abona a la construcción de una descripción holística de la práctica educativa como sistema complejo que permita comprenderlo e interpretarlo en profundidad.

Principales resultados y perspectivas

Los primeros resultados fueron presentados en dos congresos internacionales: III Simposio Internacional de Enseñanza de las Ciencias SIEC 2016 organizado por la Universidad de Vigo, España, y III Congreso Latinoamericano de Investigación en Didáctica de las Ciencias organizado por la Red Latinoamericana de Investigadores en Didáctica de las Ciencias realizado en Montevideo, Uruguay, ambos en 2016.

El primero, titulado «Caracterización de la práctica educativa de docentes universitarios en clases de laboratorio», corresponde a una caracterización de las clases experimentales de Química a partir del análisis de las secuencias de las actividades desarrolladas por tres docentes universitarios en sus respectivas clases de laboratorio. En el mismo, se encontró que predomina un enfoque tradicional de la enseñanza.

El segundo, titulado «Conocimiento didáctico del contenido sobre trabajos prácticos de química inorgánica en la universidad», se corresponde con los resultados más relevantes obtenidos a través del análisis intersujeto de las tareas de lápiz y papel inspiradas en los cuestionarios ReCo. Estos indican que las ideas sobre el trabajo experimental están centradas en la incorporación de habilidades y destrezas prácticas junto con el correcto uso del material, el trabajo en equipo, el respeto mutuo, las normas de seguridad; que los contenidos priorizados en este tipo de clases son la justificación a través de

cálculos matemáticos con datos termodinámicos de los fenómenos observados, y que fuera de estas clases quedan las evaluaciones escritas, la contextualización de los saberes, su articulación con nuevas situaciones y sus aplicaciones, así como, la presentación de informes de laboratorio.

El avance en la puesta en práctica de la metodología propuesta en este trabajo, permitirá caracterizar, a través del análisis de su discurso, la práctica educativa de docentes universitarios en clases de laboratorio y su relación con el conocimiento didáctico del contenido sobre este tipo de clases.

Se espera conocer aspectos relevantes a la hora de enseñar actividades de laboratorio, así como regularidades en la forma de enseñar este tipo de clases.

A partir de esos resultados, se podrá repensar y ofrecer alternativas que orienten a la formación inicial y a la capacitación y actualización de docentes en ejercicio a fin de promover una mejora en la enseñanza de las ciencias en general y especialmente en el nivel universitario.

Agradecimientos

Este trabajo se desarrolló en el marco del proyecto de Investigación del CONICET PIP N° 11220130100609CO (2014–2016). *La co-construcción de conocimiento científico en química y física. Profesores y estudiantes en interacción* (Expediente N° 1757/14; Res. D. N° 5205/15).

Referencias bibliográficas

Domin, D. (1999). A review of laboratory instruction styles, *Journal of Chemical Education*, 76(4), 543–547.

Farré, A. S. y Lorenzo M. G. (2014a). El escurridizo conocimiento didáctico del contenido: estrategias metodológicas para su documentación. En Garritz, A. (Ed.), *Conocimiento didáctico del contenido: Una perspectiva iberoamericana* (pp. 35–65). Saarbrücken: Académica Española.

———. (2014b). Para no seguir reinventando la rueda: El conocimiento didáctico en uso sobre los compuestos aromáticos. *Educación química*, 25(3), 304–311.

Glaser, B. G.; Strauss, A. L. (1967). *Discovery of grounded theory: strategies for qualitative research*. Chicago: Aldine.

Hofstein, A. y Mamlok-Naaman, R. (2007). The laboratory in science education: the state of the art, *Chemistry Education: Research and Practice*, 8(2), 105–107.

Kelly, G. (2007). Discourse in science classrooms. En Abell, S. y Lederman, N. (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 443–469), New Jersey: Lawrence Erlbaum Associated, Publishers.

Lemke, J. (2002). Enseñar todos los lenguajes de la ciencia: palabras, símbolos, imágenes y acciones. En Benlloch, M. (Comp.), *La educación en ciencias: Ideas para mejorar su práctica* (pp. 159–186). Barcelona: Paidós.

Lorenzo, M. G. y Farré A. (2009). El análisis del discurso como metodología para reconstruir el conocimiento didáctico del contenido. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias (342–345), Barcelona.

Lorenzo, M. G. (2016). Enseñar y Aprender ciencias y sobre las ciencias en la universidad. Nuevos escenarios para la interacción entre docentes y estudiantes. *Educación y educadores* (En prensa).

Reid, N. y Shah, I. (2007). The role of laboratory work in university chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(2), 172–185.

Sánchez, G. H., Falicoff, C. B. y Lorenzo, M. G. (2015). El lugar de las actividades prácticas en Unidades Didácticas de Secundaria. *The Journal of the Argentine Chemical Society*, 102(1/2), 862–866. Recuperado de <https://www.aqa.org.ar/pdf102/cd/JEQUSSST%AD2015-ISSN1852-1207.pdf>

Sánchez, G. H.; Odetti, H. S. y Lorenzo, M. G. (2016). Caracterización de la práctica educativa de docentes universitarios en clases de laboratorio. En Membiela Iglesia, F.P. (Ed.). *La práctica docente en la enseñanza de las ciencias*. Vigo: Educación Editora (En prensa).

Shulman, L. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15, 4–14.

Capítulo XIX

Introducción a las metodologías de investigación en educación

Elsa Meinardi y M. Victoria Plaza

En este capítulo se presenta una muy somera descripción de algunos de los paradigmas que orientan la investigación educativa. Si bien algunos de los mencionados no se hallan actualmente en vigencia, consideramos importante su revisión. Al finalizar la exposición de las metodologías y métodos, se hace una reflexión sobre algunos temas de debate.

Principales enfoques en investigación educativa

En este apartado se presenta una síntesis de los principales enfoques que han orientado la investigación en educación en los últimos años.

Distinguimos grandes vertientes, que en términos generales hemos agrupado en:

- 1) Enfoques cuantitativos, positivistas, objetivos, predictivos, racionalistas.
- 2) Enfoques cualitativos interpretativos, etnográficos, hermenéuticos, constructivistas.
- 3) Enfoques cualitativos críticos, sociocríticos, neomarxistas, dialécticos, reconstructivos, orientados a la acción.

Cada una de las denominaciones no necesariamente funcionan como sinónimos, ya que dentro de los enfoques agrupamos un gran número de puntos de vista, metodologías y métodos que pueden resultar muy distintos según los diferentes autores. Sin embargo, los hemos agrupado con fines prácticos, con la intención de simplificar de manera pragmática su explicación.

Enfoques cuantitativos

Dentro de estos enfoques, describiremos:

–Paradigma Presagio–Producto

–Paradigma Proceso–Producto

Las características más destacadas de estos enfoques son su pretensión de:

–Control de variables del contexto

–Búsqueda de generalización

–Uso de muestras representativas

–Análisis estadístico de datos

Paradigma Presagio–Producto

Se sustenta en el supuesto de que:

La eficacia de la enseñanza depende directamente de las características personales del profesorado.

Los diseños de investigación podían centrarse en las relaciones:

–Aptitudes del profesorado–rendimiento académico del alumnado.

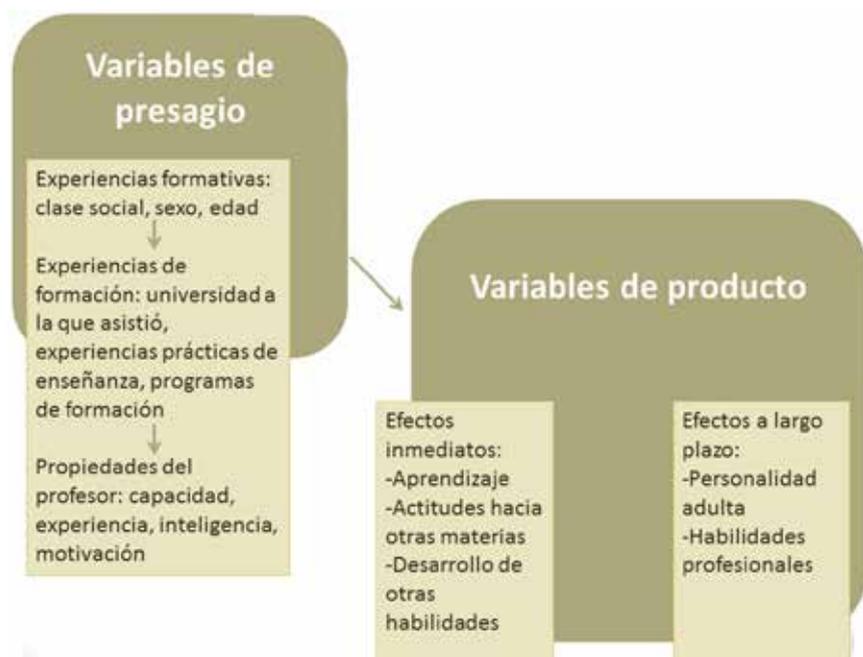
–Aptitudes del profesorado–juicio del alumnado.

–Aptitudes del profesorado–juicio de especialistas y expertos.

¿Cuáles serían las características de un profesorado eficaz dentro de esta perspectiva? Buen juicio, autocontrol, consideración, entusiasmo, magnetismo, adaptabilidad, entre otras.

De alguna manera, se intentaba determinar cuáles eran las aptitudes del profesorado que lo volvían eficaz, para luego poder usar dichas características como indicadores y predictores. Al mismo tiempo, si este resultado era posible, podría servir para prescribir cómo debía ser un profesorado que, según el rendimiento o el juicio de estudiantes o especialistas, era apto para enseñar.

Bajo esta perspectiva, importa lo que el profesorado es, más que lo que hace.

**Figura 1.**

Variables del Paradigma Presagio-Producto

Se intenta tener en cuenta la formación del profesorado, la clase social a la que pertenece, o su experiencia o motivación, para relacionarlos con el aprendizaje de los estudiantes. Así, si el docente pertenece a cierto contexto sociocultural y además ha cursado sus estudios en algún ámbito particular, se podía esperar (presagio) que sus alumnos tuvieran un mejor rendimiento en la escuela.

Como es fácil inferir, las dificultades para determinar a qué llamamos motivación del profesorado o experiencia, han llevado, entre otros motivos, al fracaso de estos enfoques. Sin mencionar que cuando intentamos «medir» el producto, es decir, la formación del alumnado o los aprendizajes, tampoco podemos hacerlo en términos conductistas, es decir, en términos de cambios observables de la conducta.

Por un lado: si los estudiantes aprueban más las evaluaciones con un determinado profesor ¿se puede determinar si depende de la formación, de la experiencia o de la motivación de este profesor?

Por otro lado: ¿a qué llamaríamos «aprueban más una evaluación»? ¿es lícito cuantificar aprendizajes atendiendo a las calificaciones en una evaluación?

Parece demasiado sencillo, y justamente estas simplificaciones han llevado a que estas perspectivas se hayan abandonado.

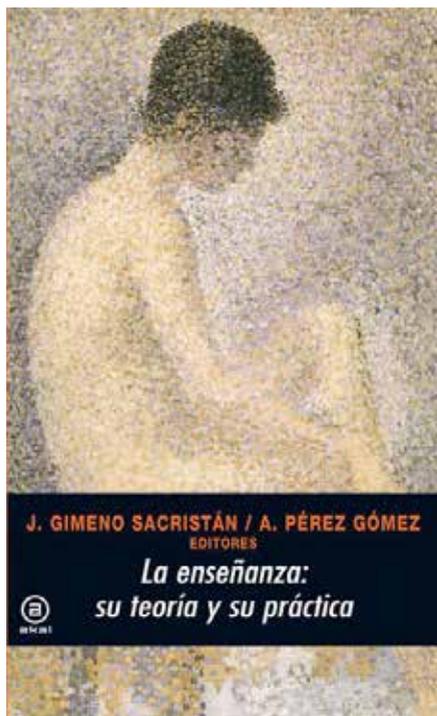


Figura 2.

1ª edición, 1989.

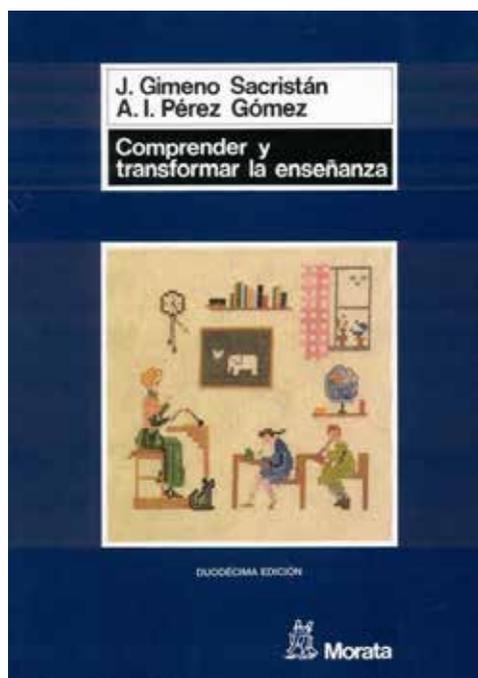


Figura 3.

1ª edición, 1992.

Según Pérez Gómez:

- Es un modelo de caja negra, que no considera lo que sucede en el aula. En el mejor de los casos, detecta lo que el profesorado «es», pero olvida lo que el profesorado «hace» y la relación de discontinuidad entre el ser y el actuar.
- No tiene en cuenta los factores contextuales que condicionan el rendimiento académico al influir y mediar el comportamiento del profesorado y del alumnado.
- No considera los efectos mediadores de las actividades de aprendizaje que hace el alumnado.
- No clarifica el modelo conceptual en el que se apoya ni el que le sirve para conformar el criterio de eficacia.
- Entre las aptitudes del profesorado y el rendimiento académico media un espacio funcional tan amplio que, en definitiva, cabe todo lo que podemos denominar enseñanza.
- Manifiesta una pobreza conceptual acusada y un simplismo en el diseño que conduce al reduccionismo.

Paradigma Proceso–Producto

Luego de asistir a su fracaso, el paradigma Presagio–Producto fue dando paso, paulatinamente, al paradigma de Proceso–Producto.

Se apoya en el supuesto de que:

La eficacia de la enseñanza depende del comportamiento del profesorado.

Algunas características relevantes de este enfoque son:

- Centra su atención en los métodos «eficaces» de enseñanza.
- Trata de identificar patrones «estables» de comportamiento docente y de relacionarlos con estilos docentes y rendimiento del alumnado.

En el primer caso, podemos cuestionar: ¿cuándo un método es más eficaz que otro? O ¿qué significa más eficaz?

Respecto del segundo punto, hay que mencionar que supone que un comportamiento docente produce siempre el mismo resultado.

En versiones posteriores se ha intentado introducir más variables al modelo, sobre todo de contexto, dada la ineficacia que mostraba este enfoque.

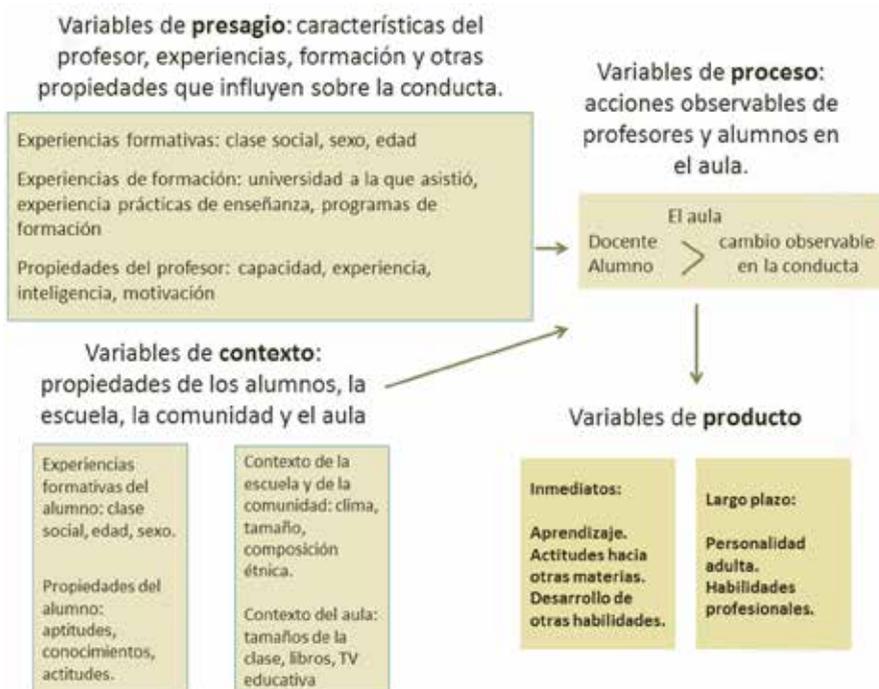


Figura 4.

Variables del Paradigma Proceso-Producto

Etapas de una investigación ProcesoProducto:

Se trata de:

- Generar un instrumento que permita el registro sistemático de conductas de enseñanza previamente definidas (aquellas que definimos como eficaces o relevantes de ser observadas).
- Emplear el instrumento para registrar los comportamientos del profesorado y del alumnado.
- Jerarquizar las clases según los resultados del alumnado.
- Investigar los comportamientos cuya frecuencia de aparición se encuentra ligada a los resultados observados en las clases.

Este tipo de metodologías utilizan, muchas veces, un instrumento de observación de clases que intenta «objetivar» los comportamientos del profesorado. Surgen así las conocidas Planillas de observaciones de clases.

Algunos problemas del modelo:

- De la variable independiente (patrón de comportamiento estable del profesorado).
- De su instrumentación y metodología (construir un sistema de categorías basado en la observación «objetiva»).
- De la variable dependiente (por ej., cómo se define el producto).

Todas estas dificultades, entre otras razones, han llevado a una crisis del enfoque (para una explicación más exhaustiva recomendamos la lectura de: Shulman (en Wittrock) y Pérez Gómez (1989)).



Figura 5.

Shulman (en Wittrock, 1989)

Eisner (en Kepler) afirma:

La presuposición de la mejora de la educación no se producirá tanto por el intento de descubrir los métodos que se pueden aplicar de modo universal a las aulas de todo el mundo, o a los alumnos que provienen de entornos de clase o étnicos determinados, sino por permitir al profesorado y a otros que participan en la educación, mejorar su habilidad de observar y de pensar (reflexionar) en lo que hacen.

Pensamiento del profesorado

Como mencionamos, en las primeras investigaciones educativas el interés estaba puesto en la *conducta* del profesor. Posteriormente, el estudio acerca del pensamiento del profesor (PP) cobró importancia de la mano de la crítica cognitiva al conductismo.

Surge así un programa que asume que el profesorado emite juicios y toma decisiones en un medio incierto y complejo y que se comporta racionalmente de acuerdo con sus modelos de la realidad. Su conducta está orientada por sus pensamientos.

La principal línea de investigación se centró en el pensamiento del profesorado durante los momentos de planificación (dada la dificultad de captar este proceso durante la clase). Utilizó cuestionarios y entrevistas. El objetivo era saber cómo el profesor pasaba de la teoría a la práctica, del sentido común pedagógico al conocimiento pedagógico especializado en el momento de la planificación. También en qué piensa el docente cuando planifica, en qué piensa cuando modifica la planificación en el aula, y la reflexión posterior sobre la planificación luego de la práctica. De esta manera se trataba de analizar cómo el profesor orienta su tarea en función de unos criterios, opiniones, valoraciones, ideas y creencias, que de alguna manera configuran el currículo y su trabajo en él.

Otra línea se centró en el «pensamiento interactivo», recurriendo a la grabación de clases y al posterior interrogatorio sobre las razones de su conducta.

Una tercera línea buscó modelizar matemáticamente la toma de decisiones del profesorado (investigaciones sobre la toma de decisiones).

En una etapa posterior, los cambios en la investigación educativa motivados por la «revolución cognitiva» se centraron más en el pensamiento de los estudiantes que del profesorado. De esta forma, el pensamiento del profesorado ha sido considerado, muchas veces, una variable en el marco del enfoque proceso-producto.

Conocimiento Profesional del Profesorado

Para la década de 1980 Lee Shulman plantea un enfoque superador en relación con estas líneas de investigación. Surgen así las investigaciones sobre el Conocimiento Profesional del Profesorado, influenciado por la antropología, la etnografía y la sociología cualitativa. Este cambio generó que los problemas de estudio pasaran de relacionarse con qué piensan los profesores a qué y cómo conocen los profesores.

Dentro de este enfoque, las investigaciones se preguntan:

Cuáles son las creencias, las concepciones y los conocimientos prácticos que le permiten al profesorado enseñar como lo hacen.

Muchos autores en los últimos años se han volcado a este enfoque. Algunos distinguen 4 tipos de conocimiento profesional del profesorado:

–*Pedagógico general*, que se tiene sobre los alumnos y el aprendizaje, la gestión de la clase y el currículo y la enseñanza.

–*Del contenido* o conocimiento de la materia, que incluye también el de su estructura sintáctica y sustantiva.

–*Didáctico del contenido* (CDC), que comprende las concepciones del profesor sobre la finalidad de enseñar una materia, las dificultades de su com-

preensión por los alumnos, el currículo sobre tal disciplina y las estrategias de su enseñanza.

–*Del contexto*: relacionado con dónde (la comunidad, el barrio, la escuela) y a quién se enseña. Este último componente incluye los conocimientos referidos al currículo, a los educandos, al contexto y a los objetivos y finalidades, tal como los menciona Shulman.

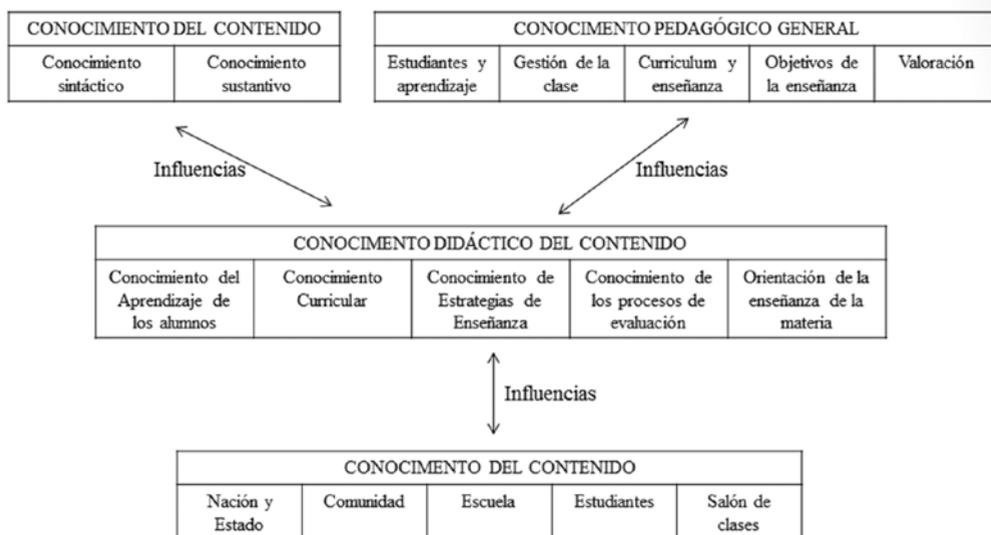


Figura 6.

Componentes del Conocimiento Profesional del Profesorado para la enseñanza
(modificado de Park y Oliver, 2008, p. 263)

Acerca de la metodología de investigación bajo esta perspectiva, recomendamos la lectura del Capítulo 3. «El escurrizado conocimiento didáctico del contenido: estrategias metodológicas para su documentación», de Andrea Farré y Gabriela Lorenzo, en Garritz *et al.*

De los mencionados componentes se destaca el conocimiento didáctico del contenido, el cual implica un conjunto de saberes que permite al profesorado trasladar a la enseñanza el contenido de un determinado tópico; esto es, hacer la transposición didáctica desde el contenido científico hasta el contenido a ser enseñado (Chevallard). Los componentes del CDC también implican conocimiento del currículo y del contexto de aprendizaje, además de conocimiento sobre los estudiantes y las estrategias didácticas; de allí que esté estrechamente ligado a la práctica docente y a la reflexión sobre dichas prácticas.

Desde sus comienzos, esta línea de investigación del Conocimiento Profesional del Profesorado ha contado con una gran aceptación y varios autores se han referido a ella desde diversas perspectivas respecto de la importancia de sus componentes, sus orígenes y su naturaleza. En algunos casos se lo considera una perspectiva superadora de la transposición didáctica, ya que le da mucho peso al contexto, cuestión que se ve minimizada en esta última.

Paradigma Interpretativo, cualitativo, etnográfico, hermenéutico, explicativo

Según Angulo Rasco, se usa la denominación «interpretativo» porque:

- Es más inclusiva que otras.
- Evita la dicotomía cuali–cuantitativo.
- Se centra en el significado de la vida social.
- Da cuenta de que los individuos son agentes activos en la construcción de la realidad en la que se hallan.

Bajo este enfoque metodológico:

- No se manipulan variables.
- Se pretende saber qué ocurre y qué significa para los sujetos o grupos.
- No se puede excluir el contexto.
- Se intenta una comprensión crítica de la realidad educativa.

Enfoque crítico, socio–crítico, neo marxista, dialéctico, reconstructivo, orientado a la acción

Según Imbernón:

- Algunos autores sostienen que es incompatible con el enfoque cuantitativo pero no con el interpretativo; la diferencia reside en la forma de percibir el mundo (Grundy).
- Otros proponen que tiene algunas coincidencias con el enfoque positivista por su intento de neutralidad (Popkewitz).
- Recoge aportes de la pedagogía de Freire, Habermas y otros.
- Asume la investigación y los procesos de formación como hechos cooperativos, donde todos los participantes se involucran activamente en la investigación.
- Busca comprender para cambiar, para transformar las prácticas educativas.

La investigación cualitativa

A continuación haremos una presentación de algunos puntos tratados en el texto *Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*, de Strauss y Corbin.

Más que intentar poner a prueba una hipótesis, se asume que la teoría está contenida en los datos.

Las teorías surgen de los datos.

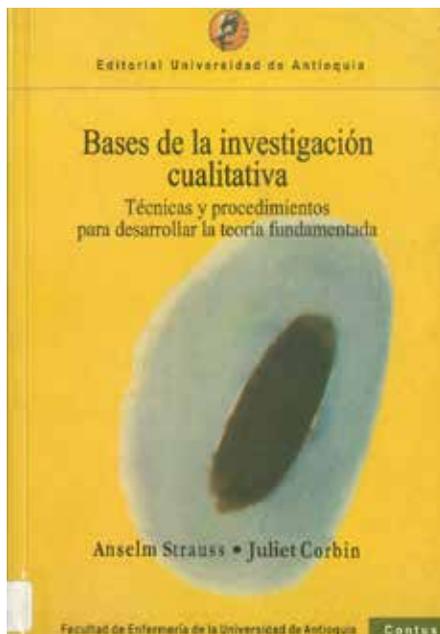


Figura 7.

Strauss y Corbin (2002)

Una Teoría denota un conjunto de categorías bien construidas, interrelacionadas de manera sistemática por medio de oraciones que indican relaciones, para formar un marco teórico que explica algún fenómeno social, psicológico, educativo, o de otra clase.

Una teoría es, por lo general, más que un conjunto de hallazgos, pues ofrece explicaciones sobre los fenómenos y es importante para el desarrollo de un campo del conocimiento.

Los fenómenos que se desarrollan a partir de una teoría y que suelen ser explicados por esta son variados: el trabajo, la administración, el liderazgo, la conciencia, las trayectorias de un padecimiento, la seguridad, los estigmas, entre otros.

Para la teoría fundamentada, una investigación cualitativa implica:

- 1) *Recolección de datos*: es un muestreo teórico, ya que la toma de datos y el análisis son simultáneos.
- 2) *Codificación*: se trata de un ordenamiento conceptual. Procedimientos para interpretar los datos: codificar, categorizar, reducir, relacionar, clasificar. Es un proceso analítico por medio del cual se fragmentan, conceptualizan e integran los datos para formar una teoría.

Sirve para:

- a) Construir teoría más que comprobarla.
 - b) Ofrecer a los investigadores herramientas útiles para manejar grandes cantidades de datos brutos.
 - c) Ayudar a los analistas a considerar significados alternativos de los fenómenos.
 - d) Ser sistemático y creativo al mismo tiempo.
 - e) Identificar, desarrollar y relacionar los conceptos, elementos constitutivos básicos de la teoría.
- 3) *Análisis*: Implica construir un esquema explicativo a partir de los datos. El análisis es la interacción entre los datos y los/as investigadores/as.

Los autores hacen una distinción entre Metodología y Métodos:

Metodología: es considerada una manera de pensar la realidad social, y de estudiarla.

Métodos: es un conjunto de procedimientos y técnicas para recolectar y analizar datos.

El método de análisis, denominado comparativo constante, consiste en la comparación de la información recogida para encontrar patrones de comportamiento e identificar sucesos, y requiere la saturación de datos. La comparación explora las diferencias y similitudes a lo largo de los incidentes identificados dentro de la información obtenida y provee una guía para la recolección de datos adicionales.

Según Glasser y Strauss, puede dividirse en cuatro etapas:

- 1) Comparación de incidentes aplicables a cada categoría.
- 2) Integración de categorías y sus propiedades.
- 3) Delimitación de la teoría (saturación teórica).
- 4) Escritura de la teoría.

A continuación se planteará un ejemplo tomado de la tesis doctoral de María Victoria Plaza. También puede consultarse Plaza, González Galli y Meinardi.

En la columna de «Observaciones» se encuentra el incidente proveniente de los datos, en la de «Implicancias» se encuentran aquellas impresiones de/

la investigador/a durante las observaciones de clase no participantes. Finalmente en la última columna se encuentran las categorías generadas a partir de los incidentes.

Cuadro 1.

Puesta en común del trabajo realizado en clases anteriores. Un grupo eligió el tema de salud HIV/Sida, por lo tanto muchas observaciones son en función de eso.

Observación	Implicancias	Categorías
«Una persona se infecta de VIH que es un virus, no se infecta de SIDA. El SIDA es el nombre de la enfermedad» C: «Por eso se llaman infecciones de transmisión sexual y no enfermedades, porque una persona puede estar infectada muchos años y no estar enferma».	Son tal vez cosas muy específicas en las cuales se contradice.	4. Posicionamiento en relación con las concepciones educativas sobre la enseñanza de la sexualidad
Un alumno plantea que “el hombre muere primero de SIDA que la mujer”. C aclara que tal vez pueda ser no por una cuestión genética o fisiológica, sino que tendría más que ver con conductas, que el hombre no tiene la constancia, por ejemplo, de tomar pastillas. Aclara también que la mujer se infecta más fácilmente que el hombre y mucho más puede infectarse durante la menstruación. (1)	(1) Actualmente se utiliza el término infección o transmisión para las ITS y no contagio, por una cuestión de conductas. C sabe de esta diferencia aunque no la aplica en este momento. Es importante la aclaración que realizó que durante la menstruación es en donde más puede infectarse, pero no explica el por qué.	5. Normalización de las conductas en relación con papeles de género. (1) 4. Posicionamiento en relación con las concepciones educativas sobre la enseñanza de la sexualidad
Hablando del Dengue C dice: «la que pica es la hembra y es la que contagia, durante qué horas del día pica la Mosquita?» (2)	(2) Por tratar de incluir de una forma graciosa la perspectiva de género en vez de decir mosquito dice mosquita, lo cual significa otro animal.	
«el Ser Humano»	Dice «ser humano» en vez de hombre. Es una buena manera de no tener que nombrar a cada género.	1. Inclusión de la perspectiva de género en el discurso.
C está hablando sobre los chicos abandonados en los hospitales y dice: «La mayoría de los bebés que son abandonados al nacer tienen una alta probabilidad de morir. Es que si no reciben afecto al nacer, puede ser que mueran. Un abrazo es muy importante.»	Esto plantea el afecto entre las personas y cuidado como algo muy importante en la vida de un bebé y también en general.	

Para finalizar

Realizaremos una reflexión centrada fundamentalmente en dos temas: el uso de grupos control en investigación educativa y la investigación de los aprendizajes.

En relación con el primer punto, hay dos grandes tendencias: aquellas que consideran que son necesarios y relevantes los grupos control, lo que muchas veces se concreta en un grupo denominado «experimental», con el cual se lleva a cabo una intervención; y un grupo «control», sobre el cual no hay intervención. Por ejemplo, planificamos y ponemos en práctica una secuencia didáctica innovadora con el grupo «experimental», mientras que el grupo «control» sigue con una clase tradicional. Luego se evalúan las respuestas de ambos grupos con algún tipo de test.

Las críticas más frecuentes a estos diseños de investigación son, por un lado, que es muy difícil considerar que la única diferencia entre ambos grupos se deba únicamente a la intervención didáctica. Esto es, se produce una simplificación de variables que puede tornar irrelevantes los resultados. Por otro lado, hay un problema instrumental con la toma de datos mediante el test aplicado a ambos grupos para determinar los resultados de la intervención, ya que se usa el mismo test para experiencias de enseñanza distintas. Una regla de oro que no deberíamos dejar de lado es que la evaluación de una experiencia debe ser coherente con la metodología de enseñanza; así ¿cómo se podría medir con el mismo test dos experiencias basadas en perspectivas metodológicas distintas? Y si llegásemos a considerar la posibilidad de dos instrumentos distintos de evaluación de resultados, estaríamos introduciendo otra variable (una más) a la situación.

Sumado a estas críticas, se hallan las referidas a las cuestiones éticas: ¿cómo producir una intervención que consideramos apropiada en términos de innovación didáctica, dejando a un grupo control sin dicha intervención? Es decir, cómo seguir enseñando de manera tradicional, cuando pensamos que los resultados que producen dichas formas de enseñar no son apropiados en términos de aprendizajes.

El segundo punto que mencionamos, referido a la investigación de los aprendizajes, requiere también su consideración. Investigar aprendizajes significa medir resultados. Y dichos resultados son evaluados desde una perspectiva teórica, es decir, basados en un posicionamiento sobre qué significa aprender. Desde una perspectiva conductista, parecía sencillo: se miden cambios observables en la conducta. Si abandonamos esta perspectiva (cuestión que consideramos crucial: abandonarla), deberemos entonces definir qué significa para nuestra investigación que los estudiantes aprendieron.

Con esto queremos decir que hay que distinguir entre evaluar un conocimiento sobre un tema de investigar los aprendizajes.

¿A qué llamamos aprendizaje? Esa es la pregunta que deberemos respondernos en términos de las concepciones sobre aprendizaje definidas por la investigación didáctica (que va más allá del conocimiento conceptual liso y llano sobre un tópico disciplinar), para luego caracterizarlo, para lo cual deberemos definir qué variables tendremos que tener en cuenta y cómo las vamos a estimar.

Referencias bibliográficas

- Angulo Rasco, J.** (1990). Investigación–acción y currículum: una nueva perspectiva en la investigación educativa. *Investigación en la escuela* 11, 39–50.
- Chevallard, Y.** (1997). *La transposición didáctica: Del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique, 2005.
- Garritz, A.** (Ed.); Lorenzo, G.; Daza Rosales, S. (2014). *Conocimiento didáctico del contenido. Una perspectiva iberoamericana*. Saarbrücken: Académica Española.
- Glaser, B. G.; Strauss, A. L.** (1967). *El descubrimiento de la Teoría fundamentada: estrategias para la investigación cualitativa*. New York: Aldine.
- Grundy, S.** (1991). *Producto o praxis del currículum*. Madrid: Morata.
- Habermas, J.** (1982). *Conocimiento e interés*. Madrid: Taurus.
- Imbernón, F.** (2002). *La investigación educativa como herramienta de formación del profesorado*. Barcelona: Graó.
- Kepler, K.** (1999). Investigación en la enseñanza: implicaciones para los programas de formación del profesorado. En Pérez, A.; Barquin, J. y Angulo, J., *Desarrollo profesional del docente. Política, investigación y práctica*. Madrid: Akal.
- Park, S. y Oliver, J. S.** (2008). Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals. *Res Sci Educ*, 38, 261–284.
- Pérez Gómez, A.** (1989). La investigación didáctica: Modelos y perspectivas. En Gimeno Sacristán, J. y Pérez Gómez, A., *La enseñanza: su teoría y su práctica*. Madrid: Akal.
- Gimeno Sacristán, J. G. y Pérez Gómez, A. I.** (1992). Comprender la enseñanza en la escuela. Modelos metodológicos de investigación educativa. En Gimeno Sacristán, J. y Pérez Gómez, A., *Comprender y transformar la enseñanza*. Madrid: Morata.

Plaza, M. V. (2015). *Caracterización de las creencias sobre sexualidad de los profesores y su incidencia en las prácticas sobre educación sexual en la escuela media* (Tesis doctoral). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Recuperado de http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_5871_Plaza.pdf

Plaza, M. V.; González Galli, L. y Meinardi, E. (2013). Educación Sexual Integral y Currículo Oculto Escolar: Un estudio sobre las creencias del profesorado. *Revista de Ensino de Biología* 6, 50–60. Recuperado de http://www.sbenbio.org.br/wp-content/uploads/2014/01/revista_sbenbio_n6.pdf

Popkewitz, T. (1988). *Paradigma e ideología en investigación educativa*. Madrid: Mondadori.

Shulman, L. (1989). Paradigmas y programas de investigación en el estudio de la enseñanza: una perspectiva contemporánea. En Wittrock, M., *La investigación de la enseñanza I*. Madrid: Paidós.

Strauss, A. y Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Medellín: Universidad de Antioquia.

Bibliografía ampliatoria recomendada

Carr, W.; Kemmis, S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza. La investigación-acción en la formación del profesorado*. Barcelona: Martínez Roca.

Elliott, J. (1993). *El cambio educativo desde la investigación acción*. Madrid: Morata.

Hernández Sampieri, R.; Fernández Collado, C.; Baptista Lucio, P. (2003). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill.

Latorre Beltrán, A.; Rincó Igea, D.; Arnal, A. (1997). *Bases metodológicas de la investigación educativa*. Barcelona: Hurtado.

Pievi, N.; Bravin, C. (2009). *Documento metodológico orientador para la investigación educativa*. Ministerio de Educación de la Nación.

Rodríguez, G.; Gil Flores, J.; García Jiménez, E. (1996). *Metodología de la Investigación Cualitativa*. Málaga: Aljibe.

Capítulo XX

Reflexionar para seguir aprendiendo

M. Gabriela Lorenzo y Alejandra M. Rossi

En este capítulo presentaremos nuestras conclusiones y reflexiones que fueron surgiendo durante la implementación de esta iniciativa, que comenzó con la ejecución del proyecto Redes Internacionales y que culminó con la realización del «Primer Workshop de Investigación en Didáctica de las Ciencias». Entre los principales logros, merecen destacarse el establecimiento de nuevos lazos entre docentes e investigadores brasileiros y argentinos, y específicamente, en el contexto argentino, la integración de docentes de diferentes niveles educativos y formación científica en espacios comunes de reflexión. Este último punto, también ameritaría que lo mencionáramos como una de las principales dificultades encontradas. Encontrar espacios y momentos que promuevan la comunicación entre docentes e investigadores es una tarea pendiente que merece que continuemos esforzándonos en este sentido, con el fin de fortalecer la interacción entre la enseñanza de las ciencias y la investigación en el campo de la didáctica de las ciencias.

Introducción

Los investigadores en el nuevo campo de la didáctica de las ciencias que en este marco se han congregado, suelen tener una formación inicial en carreras de corte científico técnico como la bioquímica, la farmacia y la ingeniería, por mencionar solo algunas. Es por ello que una de las autoras suele referirse a ella misma y a sus colegas, como «mutantes» ya que un día desafiaron sus «ciencias originales» para incursionar en las complejas realidades de la educación en ciencia. Claramente con menos superpoderes que los X-men, luego de haber luchado y sobrevivido al interior de cada una de sus instituciones de pertenencia, han buscado un lugar de encuentro y de trabajo compartido para contribuir a la consolidación del campo.

Al igual que cualquier área que se reconozca como nueva para la investigación científica (recordemos que la didáctica de las ciencias en nuestro país comienza a ser aceptada recién a comienzos de siglo, aunque también es verdad que aún perduran nichos que se resisten duramente a ella) requiere de un conjunto de elementos constituyentes. No es suficiente con que exista un grupo de investigadores mutantes, se requiere además:

- Instituciones que admitan a los investigadores, reconociéndolos como didactas de la ciencia a través de cargos docentes y de investigación; y que además les otorguen un lugar donde desempeñar su trabajo.
- Instituciones y organismos que financien, es decir otorguen los recursos económicos necesarios, para llevar adelante proyectos de investigación en didáctica de las ciencias.
- Investigadores con formación como didactas de la ciencia para que puedan desempeñarse como evaluadores, tanto del desempeño académico de los didactas de la ciencia como de los proyectos de investigación. Es decir que puedan actuar como evaluadores en las agencias de categorización, jurados de tesis, jurados de concursos, evaluadores de becas, entre otras.
- Interesados en sumarse y formarse como didactas de la ciencia, de sufrir esa mutación a la que nos referíamos anteriormente. Gente joven, graduados que en lugar de ejercer su profesión como químicos, físicos o biólogos, decidan permanecer en las universidades e institutos para dedicarse a este nuevo y apasionante campo.

En esta línea, la creación del Consorcio Nacional de Grupos de Investigación en Educación en Ciencias Naturales de la República Argentina (CON-GRIDEC) ha sido un primer gran logro. Luego de diversas reuniones iniciadas a comienzos del 2013, hemos logrado constituirnos como una verdadera red a mediados de 2015. De esta manera, el Workshop de Investigación en Edu-

cación en Ciencias Naturales y Experimentales pretendió convertirse en la imagen visible de este grupo a la espera de generar una continuidad en este tipo de reuniones.

El trabajo en taller

En el espíritu del «Primer Workshop de Investigación en Didáctica de las Ciencias» se contemplaron una serie de ambiciosos propósitos que pueden resumirse como sigue:

- Consolidar la red de investigadores vinculados al CONGRIDEC a los fines de insertarse en el ámbito regional e internacional.
- Contribuir a la formación de recursos humanos en el campo de la didáctica de las ciencias.
- Divulgar los avances y actividades realizadas en el campo de la didáctica de las ciencias.
- Fomentar la actualización de profesores e investigadores en el campo de la didáctica de las ciencias.
- Fortalecer la didáctica de las ciencias naturales y experimentales como un campo específico de investigación a nivel nacional.
- Ofrecer un espacio para el encuentro y la discusión entre investigadores de didáctica de las ciencias y profesores de todos los niveles.
- Propiciar un espacio para el encuentro y el trabajo cooperativo entre los investigadores en didáctica de las ciencias naturales y experimentales.

De esta forma se pudieron documentar los principales grupos y líneas de investigación que se desarrollan en la Argentina con la participación de docentes e investigadores de todo el país. Como espacio de encuentro y debate permitió la escritura de esta compilación, la primera de su especie, a partir de los aportes de investigadores argentinos y brasileños.

La estructura de la reunión contempló diferentes espacios que ofrecían diferentes perspectivas de la problemática de la investigación en la *didáctica de*, considerada como una ciencia y hasta posiblemente como una metaciencia porque genera conocimientos de segundo orden cuya construcción discursiva se basa en discursos preexistentes como el de la ciencia. Entre las diversas actividades se destacan las siguientes:

- Conferencias de temas de interés general destinados a la amplia comunidad de investigadores y docentes.
- Seminarios de exposición y discusión de trabajos realizados por investigadores en el país.

–Actividades formativas, tales como prácticas de laboratorio, destinadas a la actualización de profesores y talleres, para los investigadores en formación.

La experiencia del taller de cierre

Para debatir y reflexionar sobre todo lo realizado durante los diversos encuentros, organizamos un taller de cierre en el que participaron todos los asistentes, investigadores y profesores de diferentes niveles educativos. En este espacio se compartieron experiencias, ya sea del trabajo personal o de la propia participación en la reunión.

Con respecto a las temáticas presentadas en la reunión como muestrario de las principales líneas de trabajo que se desarrollan en el amplio territorio de la República Argentina, fueron presentadas una diversidad de temas que dan cuenta de la expansión de este campo de la didáctica de las ciencias en nuestro país. Entre ellas, epistemología, historia y didáctica de las ciencias; metacognición, naturaleza de la ciencia y la tecnología; análisis del discurso en el aula; conocimiento didáctico de contenidos, narrativas, la formación de profesores y la enseñanza universitaria. También estuvieron presentes investigaciones que abordaron distintos aspectos de la enseñanza y el aprendizaje en diferentes niveles educativos como implementación y evaluación de secuencias didácticas; análisis de prácticas áulicas; producción y evaluación de materiales, aspectos cognitivos, lingüísticos y sociolingüísticos de la comunicación en el aula; competencias científicas: argumentativas y lógico matemáticas, entre otras.

Un tema que se destacó fue la preocupación de los grupos de investigación por la formación de profesores y la articulación entre el nivel medio y el universitario.

Para facilitar la reflexión entre los participantes del taller se implementó una metodología de trabajo en pequeños grupos, a los que se les planteó la discusión sobretres ejes: perspectivas, preocupaciones y encrucijadas.

Perspectivas

Los lugares de encuentro habían sido pensados como espacios en donde pudieran tenderse puentes entre los profesionales de la investigación y profesores de todos los niveles educativos que no necesariamente realizan investigación. Así se promovió una interacción e intercambio fluido de experiencias, permitiendo reflexionar sobre nuevas formas de enseñar y aprender, facili-

tando la construcción de saberes y detectando núcleos problemáticos susceptibles de ser abordados desde la investigación.

Preocupaciones

La puesta en plenario de las discusiones al interior de cada grupo permitió aflorar las dudas respecto de las difíciles relaciones entre las investigaciones educativas y la práctica áulica. A la vez que se evidenció la dificultad para la implementación de los resultados de la investigación y se puso sobre la mesa de discusión la relevancia de los temas tomados como problemas para la investigación.

El aspecto más novedoso planteado aquí fue la valoración positiva de este tipo de encuentros como lugares que permiten discutir, construir y validar metodologías de investigación propias de la didáctica de las ciencias naturales. Sin embargo y como todo, lo que tiene de bueno, también lo tiene de malo, porque esta experiencia puso de manifiesto algunas barreras a la hora de interactuar comunicativamente entre ambas comunidades, la de investigadores y la de profesores. Han de ser reconocidas estas diferencias, ya sea por el vocabulario técnico empleado, por la diversa formación de base o los particulares campos de desempeño, si se pretende realmente poder compartir significados tendientes a una construcción conjunta de conocimiento.

Encrucijadas

Las discusiones respecto del futuro que se espera para el campo de la didáctica fueron amplias y fervorosas. Los principales desafíos que se plantearon referían a cuestiones metodológicas, con el fin de alcanzar la superación de la dicotomía entre modelos de investigación cualitativos y los cuantitativos, la superación de visiones positivistas que aún persisten en las aulas para la enseñanza de las ciencias y en los encuentros de investigación en educación en ciencias.

En particular, una gran parte de la discusión surgió a partir del planteo de esta dimensión se centró en las relaciones de poder entre investigadores expertos e investigadores noveles, y en las tensiones que se generan en relación con la conformación de grupos mixtos.

En síntesis, el taller de cierre permitió echar luz sobre diversas cuestiones que hacen a la práctica concreta de la investigación en didáctica de la ciencia. Por un lado, una preocupación por la legitimidad del objeto de investi-

gación en función del planteo de problemas y necesidades auténticas de determinados colectivos educativos del ámbito nacional. En esta misma línea, la preocupación se extiende a la transferencia de los productos de la investigación, tanto en su calidad como en la aplicabilidad a los escenarios reales de actuación. Por otro lado, la cuestión de la formación de recursos humanos, ya sea como profesores de determinada área disciplinar o como investigadores en la didáctica de dicho campo, en relación con la idoneidad y disposición de los formadores y directores. Por último, se evidenció que se requiere un trabajo colectivo y pormenorizado que permita zanjar las diferencias tanto formativas como de intereses de los distintos actores que se vinculan con la enseñanza y con la didáctica de las ciencias. Todas estas cuestiones son extremadamente relevantes. Si nos permitimos alejar el zoom de nuestra cámara para poder ver el escenario completo, encontraremos que, en definitiva, los destinatarios de este debate y de esta posible construcción de nuevos conocimientos son los estudiantes, y de nosotros depende ofrecerles una mejor enseñanza de las ciencias para que alcancen un mejor futuro.

Sobre los autores

Agustín Adúriz-Bravo. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Instituto de Investigaciones Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias – cefiec. CONICET. aadurizbravo@cefiec.fcen.uba.ar

María Teresa Alcalá. Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Humanidades y Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. mtalcala@hotmail.com

Aurora Cristina Armúa. Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Humanidades y Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. acarmua@hotmail.com

Adriana Bertelle. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Facultad de Ingeniería, Grupo de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales. abertell@fio.unicen.edu.ar

Irene Cambra Badii. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Psicología. cambrabadii@psi.uba.ar

Geovânia Dos Santos Moreira Souza. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus Jequié. geovania.quimica@hotmail.com

Ana Patricia Fabro. Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. anapfabro@fbc.unl.edu.ar

Claudia Beatriz Falicoff. Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Departamento de Química General e Inorgánica. falicoff@fbc.unl.edu.ar

Andrea Soledad Farré. Universidad Nacional de Río Negro, Sede Andina. andreasfarre@hotmail.com

Bruno Ferreira dos Santos. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus Jequié, Departamento de Química. bf-santos@uol.com.br

Leonardo González Galli. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Instituto de Investigaciones Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias – CEFIEC. CONICET. leomgalli@gmail.com

René Osvaldo Güemes. Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Departamento de Química General e Inorgánica. rgüemes@fbc.unl.edu.ar

Ignacio Julio Idoyaga. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica – CIAEC. iidoyaga@ffyb.uba.ar

María Gabriela Lorenzo. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica. CIAEC. CONICET. glorenzo@ffyb.uba.ar

Jorge Esteban Maeyoshimoto. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica. jmaeyoshimoto@ffyb.uba.ar

Marina Masullo. Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Departamento de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología. marina.masullo@unc.edu.ar

Elsa Meinardi. Universidad de Buenos Aries, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Instituto de Investigaciones Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias – CEFIEC. emeinardi@gmail.com

Karina Novaes dos Santos. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus Jequié, Departamento de Química. karina_novaes@ymail.com

Héctor Santiago Odetti. Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Departamento de Química General e Inorgánica. hodetti@fcb.unl.edu.ar

Adriana Emilia Ortolani. Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Departamento de Química General e Inorgánica. ortolani@fcb.unl.edu.ar

Vilma Analía Paz. Universidad de Buenos Aries, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Instituto de Investigaciones Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias – CEFIEC. vilmaanaliapaz@hotmail.com

Gastón Mariano Pérez. Universidad de Buenos Aries, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Instituto de Investigaciones Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias – CEFIEC. gaston_biologia@yahoo.com.ar

María Victoria Plaza. Universidad de Buenos Aries, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Instituto de Investigaciones Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias – CEFIEC. mariviplaza99@gmail.com

Silvia Porro. Universidad Nacional de Quilmes, Grupo de Investigación en Enseñanza de las Ciencias – GIECIEN. sporro@unq.edu.ar

Alejandro Pujalte. Universidad de Buenos Aries, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Instituto de Investigaciones Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias – CEFIEC. ap_pujalte@yahoo.com.ar

Alejandra María Rossi. Universidad Nacional de La Plata. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica – CIAEC. rossialejandramaria@gmail.com

Germán Hugo Sánchez. Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica – CIAEC. gsanchez@fbc.unl.edu.ar

Eliana Sardinha da Silva. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus Jequié. esardinha@yahoo.com

María del Carmen Tiburzi. Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Departamento de Química General e Inorgánica. mtiburzi@fiq.unl.edu.ar

Victoria Zanón. Universidad Nacional de Río Negro. vzanon@unrn.edu.ar