

Experiencias formativas en ideas metacientíficas en el contexto del Profesorado en Biología. La entrevista a un científico

Formative experiences in metascientific ideas in the context of Biology Teaching Training. Interview with a scientist

Eduardo Lozano¹ – Victoria Zanón²

*Instituto de Investigación en Enseñanza de las Ciencias Naturales y la Matemática
Universidad Nacional de Río Negro - General Roca, Río Negro
¹elozano@unrn.edu.ar – ²vzanon@unrn.edu.ar*

Recibido 25/02/2014 – Aceptado 26/09/2014

Resumen

En el ámbito de la materia Pensamiento y Actividad Científica de primer año del Profesorado en Biología, se desarrolla una actividad que implica a los alumnos en el diseño de una entrevista a una científica del campo de la Biología, su implementación, y el posterior análisis del contenido. Esta tarea es parte de un plan de actividades para la formación en ideas metacientíficas de interés para la enseñanza de las ciencias que se desarrolla en la materia y permite abordar el concepto de actividad científica, sus contextos de desarrollo y las cuestiones axiológicas implicadas. Las producciones dan cuenta de modificaciones en las representaciones sobre la ciencia que los alumnos explicitan al inicio del cursado y que serán significativas para su futura formación en didáctica de las ciencias naturales.

Palabras clave: Formación del Profesorado, Naturaleza de la ciencia, Actividad científica.

Abstract

As part of the first-year Biology Teaching Training course subject "Scientific Thinking and Scientific Activity", we develop an activity that gets students involved in the design, implementation and subsequent analysis of an interview to a Biology scientist. This task is part of an activity plan for providing training in metascientific ideas that are relevant for the science teaching that is developed in the subject, and enables to approach to concept of scientific activity, its development contexts and the axiological issues involved. Students' productions explain changes in their science representations when they start attending classes, and which will be significant for their future natural science teaching training.

Keywords: Teaching Training, Science Nature, Scientific Activity.

Introducción. Imagen de ciencia de los alumnos del profesorado en Biología

Desde hace más de dos décadas, se hicieron consistentes y se extendieron en el campo de la didáctica de las ciencias naturales ciertas líneas de investigación que consideraron que la reflexión crítica sobre la ciencia, esto es, saber sobre qué es la ciencia, cómo se elabora y cómo se relaciona con la sociedad, es tan importante para la formación de los estudiantes y de los ciudadanos en general, como saber sobre los contenidos científicos (Lederman, 1992; Matthews, 1994; Driver et al, 1999). En ese heterogéneo campo de investigación, el eje naturaleza de la ciencia (NOS) (Lederman, 1992; McComas et. al. 1998) es una de las perspectivas que se consolidó y que se ha constituido en la actualidad como un importante componente curricular de reflexión crítica sobre las ciencias naturales. Éste, desde la perspectiva de Adúriz, puede ser definido como un conjunto de contenidos metacientíficos con valor para la educación científica, a partir de los cuales los estudiantes pueden construir imágenes de ciencia más ajustadas a lo que actualmente se sabe sobre la ciencia (Adúriz-Bravo, 2005, 2007).

Desde esta perspectiva, la materia Pensamiento y Actividad Científica (de ahora en adelante PyAC) del segundo cuatrimestre de primer año del Profesorado de Nivel Medio y Superior en Biología, es el ámbito en el que se introduce a los alumnos al estudio formal de esos contenidos metacientíficos. Este profesorado se implementa en el ámbito de una universidad pública argentina y, a diferencia de otros que sostienen una parte importante de la formación disciplinar de los alumnos asociada a una Licenciatura en Biología, su plan de estudios fue diseñado de manera independiente, con el propósito de desarrollar una formación con una fuerte identidad de profesorado. Esto ha permitido comenzar a problematizar, desde aspectos epistemológicos y didácticos, a la formación que los alumnos reciben en los espacios disciplinares en biología (Bahamonde et al., 2014), y ha dado lugar al desarrollo de la materia PyAC como un potencial espacio de reflexión sobre la ciencia y de conexión entre la formación disciplinar y didáctica que llevan a cabo los alumnos del profesorado.

En el inicio del cursado de la materia, y al utilizar dispositivos semejantes a los desarrollados por Sanmartí (2002) con el objeto de hacer explícitas ciertas características de las visiones iniciales de ciencia que poseen los alumnos, los resultados que hemos obtenido se hacen consistentes con las descripciones de la autora, los cuales dan cuenta de puntos de vista tradicionales sobre la ciencia por parte de los alumnos de primer año del profesorado. En líneas generales, y a partir del análisis de las respuestas que brindan, es posible inferir que definen a la ciencia básicamente como un producto de la observación y la experimentación; a los conocimientos científicos los consideran como neutrales; y toman a la verdad y la objetividad como sus valores identitarios. Además, las imágenes que elaboran de una persona que hace ciencia, remiten con exclusividad a científicos varones de mediana edad que se encuentran en un laboratorio. Por otra parte, al aplicar sobre los ingresantes al inicio del cursado algunos ítems (9 a 12) de la encuesta utilizada en "La percepción de los argentinos sobre la investigación científica en el país" (SECYT, 2007) los resultados que se obtienen son consistentes con los del trabajo mencionado, por ejemplo en lo referido a la casi nula incorporación de hábitos para informarse sobre temas de actualidad científica y, junto a eso, una alta valoración de la profesión: el científico está segundo en la consideración de prestigio, después de la de médicos en el informe de la SECYT a nivel país y, en nuestro trabajo, comparte ese lugar con los deportistas. Sabemos que los alumnos de primer año del profesorado son, casi en su totalidad, la primera generación familiar de universitarios y, salvo algunas excepciones, no guardan registros de haber tenido contacto con personas dedicadas a la investigación científica. Así, nuestros alumnos tienen una percepción muy positiva de los científicos pero, a la vez, poseen un escaso interés inicial de saber sobre su actividad y, en su gran mayoría, no han tenido un contacto personal ni han entablado diálogos relacionados con la naturaleza del trabajo que llevan a cabo. En consideración de estos aspectos, el sentido general de la materia es el de ofrecer oportunidades significativas para la discusión de las representaciones y la reelaboración y construcción de visiones actualizadas y críticas sobre la ciencia y sobre la actividad científica, en función de las significativas implicancias que esta formación tendrá en el desarrollo del profesorado.

La formación en contenidos metacientíficos

PyAC tiene, como estructura básica de organización de la materia, un esquema de preguntas propuestas por Adúriz-Bravo (2005) que, en el contexto de la formación en naturaleza de la ciencia, hacen referencia a un eje epistemológico central, auxiliado por un eje histórico y por otro de índole sociológica. El inicio del trabajo de planificación didáctica de la materia consiste en la determinación de un grupo de ideas epistemológicas, entendidas como modos teóricos de pensar diversos aspectos de la ciencia desde cada eje. Por ejemplo, una de ellas determina "los hechos científicos se construyen" (Latour, 1995), cuya elaboración permitirá discutir ciertas ideas iniciales que los alumnos poseen respecto del "descubrimiento científico" basado fundamentalmente en la observación de los fenómenos. Así, el eje epistemológico que se encuentra caracterizado por la pregunta "¿Qué es la ciencia?" dispara el trabajo sobre la ciencia y las imágenes que de ella se montan en la sociedad (incluyendo la de los propios alumnos al inicio del cursado) y la demarcación con otros tipos de saberes. También se analizan, introductoriamente, las diferentes etapas por las que ha pasado la teorización filosófica de la ciencia y se identifican en cada uno de esos períodos los aspectos claves que hacen prevalecer una determinada concepción sobre la ciencia y las teorías científicas: un período clásico y el empirismo lógico; un período historicista y la nueva filosofía de la ciencia y un período contemporáneo y la concepción semántica de las teorías científicas (Lorenzano, 2010). Esta última tendrá una particular importancia en la forma-

ción en didáctica de las ciencias que los alumnos llevarán a cabo en el transcurso de la carrera, orientada por el modelo cognitivo de ciencia escolar (Izquierdo, 2000). En ese ámbito, una idea clave epistemológica a construir, por ejemplo, es la de modelo analógico, entendido como representación que reemplaza, simplifica y análoga elementos y relaciones de una parte de la realidad para facilitar su comprensión.

Dentro del mismo eje, la pregunta "¿Cómo se elabora el conocimiento científico?", da inicio al desarrollo de contenidos relacionados con los diferentes tipos de pensamiento utilizados en la actividad científica y también su correlato en visiones metodológicas preponderantes en el ámbito de la filosofía de la ciencia: el inductivismo y la visión hipotético-deductiva de la ciencia. Así, a partir del análisis y la problematización sobre diferentes episodios históricos y actuales de la biología (relatos, entrevistas publicadas a científicos, etc.) se identifica la aplicación de razonamientos inductivos, deductivos, abductivos y analógicos, y se analizan los alcances de cada uno en los procesos de producción de conocimientos científicos. Una de las ideas clave a construir en este ámbito, muy cercano al eje epistemológico, es que la abducción es el tipo de razonamiento que permite construir hipótesis novedosas (Adúriz-Bravo, 2005; Aliseda, 1998).

Continuando con las preguntas de Adúriz-Bravo (2005) "¿Cómo cambia la ciencia?" y "¿Cómo se relaciona la ciencia con la sociedad y la cultura?", se dispara el desarrollo de contenidos que comienzan a implicar de manera más relevante el trabajo sobre los ejes histórico y sociológico. Los conceptos de paradigma y actividad científica (de ahora en adelante AC) son centrales y se analizan episodios históricos que permiten aportar a las ideas de ciencia normal y revolución científica y a las condiciones de disponibilidad teórica y de contexto social implicadas. Una idea básica a construir en este ámbito es que la actividad científica pretende conocer el mundo pero también intervenir en él y se desarrolla en cuatro contextos (Echeverría, 1998)

Es en este ámbito de preguntas que se ubica la actividad "Entrevista a una científica".

Nuevas coordenadas para pensar la ciencia y preguntarle a un/a científico/a

Uno de los temas desarrollados en clases es el relacionado con los contextos de descubrimiento y justificación de la ciencia, y el análisis introductorio de algunos puntos para comprender cómo y por qué se fundamentaba, en el seno del empirismo lógico, la estricta delimitación entre ellos y la consideración del contexto de justificación como el único válido para analizar la producción científica (Reichenbach, 1938, en Echeverría, 1998). Desde esta perspectiva, las preguntas que se podrían hacer a un/a científico/a estarían sólo relacionadas con el contenido de sus producciones y con su justificación lógica. Entonces, el sentido del trabajo es comenzar a construir otras coordenadas y poder justificarlas en el ámbito de una visión actualizada de la filosofía de la ciencia. En este punto, las críticas de Hacking al analizar los efectos que el período historicista produjo en el ámbito de la filosofía de la ciencia, particularmente en cuanto a la crisis de confianza en la racionalidad, aparecen como un referente ineludible: "los filósofos de la ciencia debaten constantemente sobre las teorías y las representaciones de la realidad, pero no dicen casi nada sobre la experimentación, sobre la tecnología o sobre el uso del conocimiento para alterar el mundo" (Hacking, en Echeverría 1998, p. 33)

En esa intervención de Hacking ya se prefiguran algunos de los elementos que darán lugar a la construcción del concepto de actividad científica y de la ampliación de los contextos en los que se desarrolla, lugar desde el cual se podrá discutir entonces la "reducción de la ciencia al conocimiento científico" (Echeverría, p. 52, 1998). También desde esa visión es posible aportar a otras discusiones, como los valores de verdad y objetividad, propios de la tradición positivista (y también presentes en las representaciones iniciales de nuestros alumnos), basados en la restricción impuesta por la falacia naturalista de Moore, respecto de no mezclar cuestiones morales con científicas (Echeverría, 1998). Si la ciencia es una actividad humana de intervención sobre el mundo podemos preguntarnos cómo debe ser esa intervención y abrir así a la consideración de valores que no se contemplan en el análisis de la ciencia centrada sólo en las teorías, su axiomática y en el contexto de justificación como único espacio de interés de la filosofía de las ciencias (Echeverría, 1998).

En síntesis, el marco teórico de trabajo que se elabora con los alumnos, critica el reduccionismo proveniente del empirismo lógico pero también las posturas en extremos relativistas y de reduccionismo sociológico, ya que "resultan insuficientes para considerar la ciencia en toda su complejidad y pluralidad" (Echeverría, p. 58, 1998) y propone la consideración de la AC y sus cuatro contextos de desarrollo y el debate sobre la ciencia y los valores, como coordenadas que orienten el trabajo al momento de comenzar a diseñar el contenido de la entrevista.

Luego de la lectura y análisis del texto de Echeverría en el cual se identifican los contextos de la AC, quedan formalizadas en el curso cuatro ideas básicas referenciadas en Filosofía de la Ciencia (Echeverría, 1998) que dan cuenta de cada uno de ellos: Educación, Innovación/Descubrimiento, Validación/Justificación y Aplicación.

Como actividad preparatoria al diseño y aplicación de la entrevista, se propuso a los alumnos trabajar sobre el contenido de una entrevista a un científico ya publicada, con el objeto de iniciar el trabajo de aplicación de los contextos para el análisis de la actividad científica. El material seleccionado para esta actividad fue una entrevista a Peter Agre, Premio Nobel de Química 2003, por la descripción de las acuaporinas como elementos fundamentales para un nuevo modelo de transporte de agua en las células (Campbell et al., 2007).

La consigna que recibieron los alumnos, organizados en grupos, fue la siguiente: "Lean la entrevista al Dr. Peter Agre y describan qué relaciones pueden establecer entre el relato que hace el investigador y los contextos de la actividad científica que hemos abordado".

El trabajo de análisis les permitió a los alumnos establecer una interesante señalización de los cuatro contextos en diferentes tramos del texto de la entrevista y nutrirlos con reflexiones propias y discusiones al interior de cada uno de los grupos. Fueron capaces, en esta actividad introductoria, de identificar e interpretar diferentes aspectos implicados en una labor científica, que exceden y complejizan la idea de ciencia restringida sólo a la valoración del producto científico.

Entrevista a una científica. Un trabajo práctico de PyAC.

En el desarrollo de este trabajo práctico, los alumnos debían diseñar la estructura de una entrevista dirigida a una investigadora en el campo de la Biología, a partir de una proyección de los contextos de la AC que se considera puedan estar implicados en su trabajo; hacer la entrevista durante la visita de la investigadora al aula de clases de PyAC; analizar el contenido de la entrevista y producir grupalmente un informe escrito a partir de una serie de consignas y luego reflexionar sobre el contenido de las primeras representaciones sobre ciencia al inicio del cursado.

L., la investigadora invitada, es Licenciada en Biotecnología, egresada de una universidad pública nacional y realiza el doctorado en Biología como Becaria de CONICET. Trabaja en la utilización de toxinas killer producidas por levaduras para combatir otros microorganismos contaminantes en vinos. Es una estrategia para disminuir el uso de antisépticos químicos, aplicando estos agentes biocontroladores que resultan inocuos para la salud humana, pero para poder utilizar esas toxinas glicoproteicas se deben producir en grandes cantidades, purificar y estudiar el mecanismo de acción para justificar su aplicación.

El diseño de la entrevista

Después de brindar a los alumnos una información muy sucinta sobre la investigadora que los visitaría, su formación y su ámbito de investigación, los 38 alumnos participantes se dividieron en cuatro grupos, asignando a cada uno de ellos un contexto de la actividad científica: Educación, Innovación/Descubrimiento, Validación/Justificación y Aplicación. Todos contaban con los materiales teóricos de referencia ya analizados y la consigna consistió en

que cada grupo debía comenzar a elaborar preguntas para la entrevista en función del contexto que les fue asignado. Terminada esta parte del trabajo, cuando los estudiantes tenían ya formuladas varias preguntas, se pasó a la puesta en común. En este punto comenzaron a aparecer ambigüedades y superposiciones y los estudiantes tenían la palabra para justificar y organizar las correcciones en función de la unidad y sentido que debía tener la entrevista. De este modo se fueron editando las preguntas, buscando claridad y consistencia. Luego del trabajo llevado a cabo y de los sucesivos ajustes, los alumnos dieron forma y acordaron el cuestionario final para realizar a la investigadora. A modo de ejemplo, presentamos las preguntas vinculadas al contexto de innovación: ¿Usted trabaja sola o forma parte de un equipo? ¿Si trabaja con otros, qué especialidades tienen? ¿Cómo es el espacio físico en el que se realiza la investigación? ¿Cuál es específicamente la problemática que investiga? ¿Qué conocimientos previos o hipótesis hay en su trabajo? ¿Cómo es el proceso de investigación? ¿Cómo se reparten las diferentes actividades en el tiempo? ¿Se han enfrentado a problemas en la investigación? ¿Quiere contarnos alguno y comentar cómo lo resolvieron? ¿Existen otros equipos de investigación que estén trabajando sobre la misma temática?

Conclusiones

Las producciones de los alumnos nos alientan a pensar que han iniciado un proceso de reelaboración de las visiones que tenían inicialmente sobre la ciencia y que las han logrado poner en un contexto más complejo. Los diferentes aspectos metacientíficos implicados en esta experiencia, básicamente de orden epistemológico y sociológico, constituyen avances en la implementación del eje NOS, particularmente en cuanto a que el dispositivo "entrevista a un científico" permite tratarlos de manera integrada (Adúriz-Bravo, 2007), a partir del análisis de la actividad científica que el investigador invitado lleva a cabo. Entre las ideas que se han comenzado introductoramente a elaborar, es posible identificar algunas que Lederman (2002) considera de interés en la formación metacientífica, tales como que la ciencia es una empresa humana que se practica en el contexto de una cultura más amplia y que los profesionales son el producto de esa cultura, que la Ciencia afecta y es afectada por diversos elementos intelectuales de la cultura en que está inmersa, que existen compromisos teóricos y disciplinarios de los científicos, creencias, conocimientos previos, y que su formación, experiencias y expectativas sobre la realidad influyen en su trabajo (Lederman, 2002).

El análisis de la implementación de esta actividad también nos lleva a asumir que este proceso, casi inaugural como problemática para la mayoría de los estudiantes que recién inician el profesorado, es muy complejo y debe ser alimentado en el tiempo desde otros diferentes espacios que componen el plan de estudios de la carrera. También sostenemos que este primer paso en la formación inicial de los profesores puede colaborar de manera significativa en la construcción de los marcos de referencia en didáctica de las ciencias, de fuerte basamento epistemológico, que llevarán a cabo durante la carrera.

Referencias bibliográficas

Adúriz Bravo, A. 2005. Una introducción a la naturaleza de la ciencia. Buenos Aires: Fondo de cultura económica.

Adúriz Bravo, A. 2007 ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias? Una cuestión actual de la investigación didáctica. Biblioteca Virtual Educared. <http://educared.fundacion.telefonica.com.pe/sites/bibliotecavirtual/index.php/site/default/detalle/id/00000000013/que-naturaleza-de-la-ciencia-hemos-de-saber-los-profesores-de-ciencias>

Bahamonde, N.; Lozano, E.; Diaco, P. 2014 Una comunidad de aprendizaje para pensar la enseñanza de las ciencias en el ámbito de la universidad. Memorias XI Jornadas Nacionales y VI Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología. ADBiA. General Roca.

Aliseda, A. 1998. La abducción como cambio epistémico: C. S. Peirce y las teorías epistémicas en inteligencia artificial. *Analogía* 12 (1998), 125-144.

- Campbell, N. A. et al 2001. *Biología: conceptos y relaciones*. México, D.F: Pearson Educación.
- Driver, R., Guesne, E., Tiberghien, A. 1999. *Ideas científicas en la infancia y en la adolescencia*. Madrid: Morata.
- Echeverría, J. 1998. *Filosofía de la ciencia*. Madrid: Akal Ediciones
- Izquierdo, M. 2000. Fundamentos epistemológicos. In F. J. y. C. Perales, P. (Ed.), *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias* (pp. 35-64). Madrid: Alcoy Marfil.
- Latour, B., Woolgar, S. 1995. *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos*. Madrid: Alianza Universidad
- Lederman, N. 1992. Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.
- Lederman, N. 2002. Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. *Journal of research in science teaching*, 39(6), 497-521.
- Lorenzano, C. 1995. *La estructura del Conocimiento Científico*. Buenos Aires: Zabalía.
- Lorenzano, P. 2010 Concepción estructural del conocimiento científico, metodología de los programas investigativos y criterios para formular políticas de investigación. *Revista Electroneurobiología*, 18(1), 3-254.
Disponible en: <http://es.calameo.com/read/000477691fd9e94259cab>
- Matthews, M. 1994. Science teaching: *The role of history and philosophy of science*. Londres: Routledge.
- McComas, W.F., Clough, M.P., & Almazroa, H. 1998. The Role and Character of the Nature of Science in Science Education', *Science & Education*, 7(6), 511-532.
- Sanmartí, N. 2002. *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Síntesis.
- Secretaría de Ciencia y Técnica. 2007. La percepción de los argentinos sobre la investigación científica en el país. Segunda encuesta nacional. Albornoz, M. Polino, C. (coord.) Disponible en: http://en.mincyt.gov.ar/_post/descargar.php?idAdjuntoArchivo=22582