

La formación científica y el campo profesional en las Ciencias Biológicas: una propuesta educativa en la universidad.

Scientific Training and the Professional Field in Biological Sciences: An Educational Proposal at University.

Alcira S. Rivarosa¹ Ana Laura Correa² y Verónica Andreo³

¹ Epistemología, Historia y Didáctica de la Biología. Departamento de Ciencias Naturales. FCEFQ y Naturales. UNRC. ² Ecología. Departamento de Ciencias Naturales. FCEFQ y Naturales. UNRC³ Departamento de Ciencias Naturales. FCEFQ y Naturales-UNRC

arivarosa@exa.unrc.edu.ar ² acorre@exa.unrc.edu.ar ³ vandreo@exa.unrc.edu.ar

Resumen

En este trabajo se comparte una propuesta didáctica para una asignatura introductoria de la carrera Licenciatura en Ciencias Biológicas, por la cual se pretende abordar la comprensión del campo temático de la Biología desde la perspectiva de la praxis del conocimiento científico y de los dilemas que atraviesan el perfil profesional del Biólogo en su ámbito laboral. Se describen algunos argumentos que validan la importancia de incluir el análisis sobre la naturaleza del conocimiento científico para la comprensión y formación de alumnos de ciencias. Se justifican los ejes temáticos y las actividades didácticas propuestas en dicho espacio curricular, ofreciendo algunas reflexiones, argumentos y respuestas de sus protagonistas (estudiantes y docentes), y analizando el valor cognitivo y conceptual del recorrido didáctico propuesto.

Palabras claves: Propuesta didáctica - Biología y praxis investigativa - Perfil profesional.

Abstract

In this paper we share a didactic proposal that we carried out in an introductory subject of the Biological Sciences course of studies. With this proposal we attempt to assess the understanding of Biology study field from the perspective of scientific knowledge praxis and the dilemmas faced by the professional profile of biologists in their work environment. We describe some arguments which validate the importance of including the analysis of the nature of scientific knowledge for the formation of science students. Moreover, we justify the thematic axes and didactic activities developed during the course, offering some reflections, explanations and responses from the main actors (both teachers and students) and analyzing the cognitive and conceptual value of the proposed didactic path.

Key Words: Proposed Didactic - Knowledge Praxis and Biology Field - Professional Profile.

Introducción

La investigación científica de los últimos 50 años y su amplio crecimiento ponen hoy en vidriera cultural el papel incuestionable que desempeñan las ciencias en la sociedad contemporánea. Dicho protagonismo no sólo se manifiesta a través de la evolución en los modos de *comprender* el mundo, sino -y sobre todo- por su *proyección* y por el *impacto* tecnológico que revolucionó la geopolítica en el siglo XX (Hodson, 2003; Mathews, 2009; Ramonet, 1997).

La ciencia de la vida, la Biología, anuncia en este siglo un perfil revolucionario desde dos perspectivas (Barberá y Sendra, 2011). Por un lado, por las nuevas herramientas tecnológicas que posibilitan cantidades nuevas de información y modos de investigación sobre sistemas complejos. Por otro, por la profunda reorganización en esos mismos sistemas explicativos que demandan entornos de fuerte cooperación disciplinar y transdisciplinar (matemática, ingeniería, computación, arquitectura, entre otras).

Este contexto cultural emergente convoca a definir nuevas metas y criterios para la formación de futuros científicos, buscando no sólo comprender teorías y modelos conceptuales, sino ampliando el saber biológico desde un recorrido histórico, epistemológico y tecnocultural, respecto de la naturaleza del contenido a aprender y el rol profesional que implica adscribir a una carrera científica (Gardner y Beelard, 2012; Olivier, 2003)

En este texto intentaremos justificar la potencialidad educativa de una propuesta didáctica para una asignatura introductoria a la carrera de Ciencias Biológicas, abordando la comprensión del campo temático de la Biología, desde el análisis de la naturaleza del conocimiento científico involucrado, las prácticas y contextos experimentales del quehacer del biólogo y los dilemas que atraviesan el perfil profesional en el ámbito laboral. Al respecto, en un primer momento intentaremos responder a la siguiente pregunta: "¿por qué es necesario abordar la naturaleza del conocimiento científico en la formación de alumnos de Ciencias Biológicas?". En un segundo momento, se justificarán los ejes temáticos y las actividades que se definieron en dicho espacio curricular; en un tercer momento, se intentará ofrecer algunas respuestas de sus protagonistas (estudiantes y docentes) analizando el valor cognitivo y conceptual del recorrido didáctico propuesto.

Desarrollo

1. ¿Por qué enseñar sobre la naturaleza del conocimiento científico en la formación de alumnos de Ciencias Biológicas?

Instalar una aproximación a la reflexión sobre la naturaleza del conocimiento científico en la formación de los alumnos de Ciencias Biológicas, supone cuestionarse respecto de algunos dilemas tales como: ¿Cuál es la importancia de la educación científica en la sociedad actual? ¿Ciencia para quiénes? ¿Qué implica la tarea investigativa? ¿Contribuye el saber científico y tecnológico disponible a un modo de pensar y actuar para el cambio social, calidad de vida y ambiente?

Sabemos, por la vasta literatura e investigaciones en Educación Científica de las últimas décadas, que se ha indicado como relevante para la formación en este campo la necesidad de complementar el saber conceptual con los *modos de hacer* ciencias, posibilitando así analizar la naturaleza humana del quehacer científico y contribuir de este modo a desmitificar dicha tarea. Aprender sobre el saber científico y valorar el papel intelectual e ideológico que le cabe al investigador en la producción de conocimientos se constituye en una premisa muy importante en la formación en ciencias (Lemke, 2006; Adúriz Bravo, *et al.*, 2002 a; Quintanilla, *et al.*, 2005).

En primer lugar, los estudios realizados sostienen que dialogar con los aportes filosóficos e históricos de una ciencia ayuda a entender el progreso científico como proceso complejo de naturaleza no lineal, riguroso, creativo, desafiante y sujeto a la estructura y dinámica social (en contraposición a la visión del progreso científico como exitoso y ascendente). En segundo lugar, incursionar por las múltiples historias de elaboración y validación de ideas permite ir diferenciando aspectos teóricos, semánticos y axiológicos de las argumentaciones y sus sistemas representacionales (gráficos, símbolos, imágenes) que fueron acompañando los distintos desarrollos conceptuales (Burbules y Linn, 1991; Shuster, 1999). En tercer lugar, este abordaje epistemológico y cultural sobre el saber permite entender cómo se van elaborando argumentos que validan modelos explicativos en el contexto real de la producción científica, entendiendo mejor las prácticas experimentales, su perspectiva evolutiva e histórica, así como también los dilemas éticos actuales de la comunidad científica (Duschl, 1995; Matthews, 2009; Datri, 2006).

Por lo tanto, el abordaje epistemológico asumido en esta asignatura refiere a cuestionar *cómo se construye, adquiere y justifica el conocimiento científico y qué prácticas investigativas se realizan respecto de las distintas áreas de la Biología* que conforman la estructura curricular de la carrera a transitar. A modo de ejemplo, se postula cómo se estudia hoy la biodiversidad, la genómica, la tarea de campo de la antropología, la modelización molecular, la ecología y el paisaje, los criterios de la sistemática y la evolución, entre otras.

Por otra parte, las investigaciones y aportes de las Ciencias Biológicas en particular se han configurado hoy en un campo controvertido y dilemático, no sólo por el status de desarrollo de sus teorías, sino por el amplio impacto tecnológico que implica su transposición a la sociedad y la cultura (tecnociencia). Esta vinculación está demandando a futuro, en la profesión de biólogo, nuevas estrategias metodológicas y actitudes éticas en los contextos de producción de la misma comunidad científica (biotecnología, clonación, fármacos, transgénicos, derecho alimentario).

Se espera de este modo que diseñando escenarios didácticos con posibilidad de nuevas lecturas sobre el conocimiento y su producción, se habiliten algunas rupturas con un estilo académico de prácticas docentes que prioricen datos, interpretaciones y conceptos como fuente de comprensión del saber y hacer ciencias. Se descuida, con este recorte, esas percepciones incompletas y representaciones deformadas sobre las ciencias que poseen los estudiantes, que limitan su comprensión y que poseen un largo arraigo en la cultura escolar y popular (Marco Stiefel, 2005; Rivarosa *et al.*, 2008) Por tanto, hemos definido y

estructurado un recorrido didáctico, pensando en las dificultades de entender la complejidad del campo de las Ciencias Biológicas y la dimensión y rol del futuro trabajo científico para un alumno que inicia su formación universitaria en ciencias. Al respecto, sostenemos como premisas que:

-Los análisis sobre el conocimiento científico, desde una mirada epistemológica y socio-cultural contribuyen a una más amplia comprensión de la naturaleza del contenido del campo de las Ciencias Biológicas.

-Los procesos de conocimiento del quehacer de la investigación en contextos reales posibilitan otras categorías de comprensión, sobre los "para qué" *estudiar carreras de ciencias*.

-La lectura y análisis de historias de investigación, recorridos y modelos de trabajo profesional, contribuyen a comprender los dilemas y la proyección de la futura práctica y aventura científica.

2. Propuesta curricular y ejes temáticos.

La asignatura "Seminario de Orientación Curricular"¹ se dicta en el primer año de la carrera de Licenciatura en Ciencias Biológicas y tiene como meta general orientar a los alumnos en el conocimiento de las asignaturas de la currícula de ciencias, que es semiflexible, con materias optativas y/o libres, según la cual cada alumno elabora trayectos opcionales de formación a partir del ciclo superior.

A los efectos de avanzar en el diseño de una estructura didáctica innovadora para esta asignatura, recurrimos a aquellos enfoques en la educación científica que recuperan lineamientos teóricos para una alfabetización e historicidad de las ciencias, desde una perspectiva humanística y de vínculos CTS (Aikenhead, 1996; Marco Stiefel, 2004). Vale decir que apelamos a una dimensión epistemológica y cognoscitiva que, inserta en un contexto de mayor relevancia social, priorice la formación de sujetos que *no sólo* serán científicos y profesionales de un campo disciplinar, sino que además serán ciudadanos críticos de responsabilidad social.

El desafío fue entonces favorecer en los alumnos una comprensión sobre la actividad científica como criterio relevante para re-pensar el conocimiento biológico de la carrera y su percepción profesional. Y para ello fue necesario realizar una cuidadosa búsqueda y selección de otras fuentes textuales y documentales como películas, TV, propagandas, relatos biográficos, episodios históricos, narrativas de procesos de investigación, entrevistas a científicos y sus prácticas, con el objetivo que ofrecieran posibilidad a la movilización y contraste de las propias concepciones sobre la ciencia y su hacer (Lacasa y Herranz, 1989; Vosniadou, 1994)

Esta tarea implicó delimitar una secuencia de escenarios didácticos organizados en ejes temáticos e incluir en ellos tópicos sobre la naturaleza del saber que contribuyeran a pensar la formación de un profesional de las ciencias

¹ El Plan de Estudio de Licenciatura en Ciencias Biológicas (Res. C.D. 310/99; Res. C.S. 092/99) comprende un conjunto de áreas definidas a partir de campos disciplinares afines que abordan ejes conceptuales integradores y núcleos de problemas articulados. Las asignaturas de la carrera se agrupan en tres áreas: 1) *Área de Formación Básica*, 2) *Área de Formación Profesional* y 3) *Área de Apoyo*. Seminario de Orientación Curricular se ubica en el primer año de la carrera, y corresponde al Área de Formación Básica. Los alumnos en el tercer año y con un profesor-Tutor diseñan su Trayecto curricular, con materias optativas y de libre opción, y el aval del Departamento y Secretaría Académica de la Facultad-UNRC.

(Adúriz Bravo, *et al.* 2002 b). En particular, se tuvo en cuenta que atendieran ciertos principios orientadores:

- a) Modelos de actividades científicas que trasciendan una perspectiva positivista de la investigación y que sitúen la observación como objetivo y punto de partida;
- b) Tareas que permitan entender y superar visiones deformadas sobre la actividad experimental, tradicionalmente asociadas a guías estandarizadas de laboratorio o rutinas preestablecidas;
- c) Propuestas que permitan re-situar el papel de la creatividad, la imaginación y el error como componentes de los diseños experimentales y la construcción de argumentos;
- d) Actividades de comprensión y vivencia personal de diseños de investigación (simulación) que reviertan el carácter demostrativo de la experimentación;
- e) Actividades cognitivas que habiliten al estudiante en la tarea del cuestionamiento y la vigilancia epistemológica respecto del *por qué y para qué* del desarrollo de un campo científico;
- f) Actividades que promuevan en los estudiantes la comprensión del cambio conceptual y teórico en los distintos ámbitos de la Biología y la condición problemática, histórica y cultural de la actividad científica (García Martínez *et al.*, en Adúriz Bravo *et al.*, 2002; Carrascosa, *et al.*, 2006).

Por otra parte, asumimos que es central promover en nuestros alumnos y futuros profesionales escenarios de aprendizajes plenos (Perkins, 2010), en donde se hace necesario presentar los contenidos y temas/problemas con otros modos de *razonamiento para asimilarlos*. Se busca de ese modo dar otras oportunidades de comprensión, profundizando en nuevas rutas y destrezas cognitivas que posibiliten una mayor autonomía intelectual.

En cada uno de los ejes temáticos que se describen a continuación, se elaboró un conjunto de actividades muy interrelacionadas, tendientes a lograr que los alumnos analicen su trabajo y tarea intelectual como futuros biólogos, dialogando con las particularidades de la investigación, el desarrollo del campo biológico y los dilemas que atraviesan la construcción de los perfiles de su profesión. Dichos ejes son (figura 1):

1. El biólogo y el campo profesional de la Biología.
2. Prácticas de investigación: historias y contextos
3. La Biología y sus relaciones con CTSA.

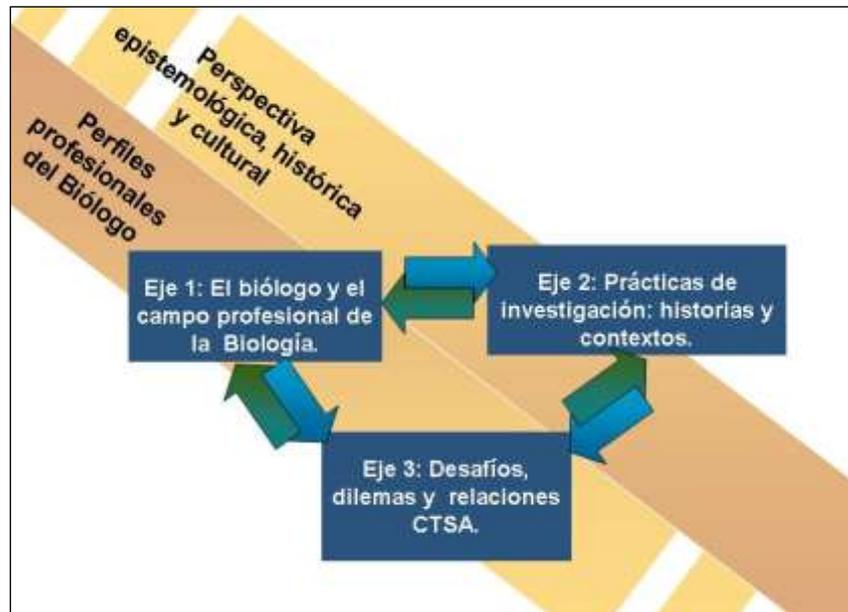


Figura 1: Relación entre ejes temáticos, perfil profesional y perspectiva epistemológica.

En el eje 1 *-El biólogo y el campo profesional de la Biología-* se presentan actividades que intentan polemizar y hacer evidente el significado "personal y colectivo" respecto de lo que implica ser un Licenciado en Ciencias Biológicas, como así también hace consciente la representación socio-cultural de cómo es y que hace un científico. Sobre estas imágenes y estos conceptos, se busca que a lo largo de dichas tareas, los alumnos vayan contrastando dichas concepciones sustentadas básicamente en ideas deformadas del trabajo científico (individual, lineal, triunfalista, rutinario, elitista, oculto, difícil)

Como parte de este bloque temático, los alumnos entrevistan a docentes en sus ámbitos de trabajo², buscando respuestas a preguntas que refieren al perfil profesional, al interés y al sentir del trabajo como: "¿por qué decidió estudiar Biología?", "¿qué le interesaba?", "¿se mantiene ese interés en la actualidad?", "¿qué cambió en estos años en su rol de investigador en el campo biológico?", "¿qué le diría a un alumno que quiere dedicarse a esta profesión?". Esta actividad se complementa luego con la lectura y el análisis de artículos escritos por profesionales de Ciencias Biológicas en los que se relatan historias profesionales³. Así los alumnos no sólo interpretan y argumentan las respuestas encontradas, opinan sobre motivaciones, intereses y conflictos, sino que además se proyectan en el ejercicio de su profesión como Biólogos a futuro, dialogando teóricamente con los aportes que ofrece la lectura de los artículos propuestos.

En un segundo momento de este eje, las tareas se centran en analizar y poder diferenciar, en la lectura de un artículo histórico y un filme corto, algunos conceptos básicos -como magia, prejuicio, creencia, religión- que atraviesan la dimensión axiológica e ideológica de la ciencia y la biología en particular. Es la referencia a la historicidad de la actividad científica en distintas épocas la que

² En el Departamento de Ciencias Naturales se dictan 27 materias, organizadas por áreas de conocimiento en 13 cátedras diferentes, totalizando 23 equipos docentes conformados por profesores, auxiliares becarios y alumnos.

³ Rovasio, R. 2009; Darrigran, G. 2010; Sanmartino, 2011.

ayuda aquí a entender la evolución y el cambio en las formas de estudiar e investigar la biología.

Haciendo uso de las habilidades de los alumnos en el contexto actual de la cultura digital, se los orienta e invita a leer artículos de divulgación científica de su elección (o facilitados por los docentes) para que se familiaricen con algún relato de una investigación local, regional o global, infiriendo algunas cuestiones: a) cuál es la problemática que dio origen a la investigación; b) cuáles son las teorías que constituyen los antecedentes y que aportan a esa investigación; c) qué tipo de investigación se trata (básica/aplicada/tecnológica/ambiental); d) con qué procesos metodológicos se llegó a esos resultados; e) cuál es la proyección de estas investigaciones a futuro, en el campo de la Biología.

En el eje temático 2- *Prácticas de investigación: historias y contextos*- interesa en particular conocer el recorrido metodológico y las historias de las prácticas reales de investigación que realizan los equipos docentes de la Universidad, con el objetivo de vivenciar y conocer de la voz de sus protagonistas el *cómo* y el *por qué* se desarrolla y se construye un proceso investigativo (problema, hipótesis, diseños de experimentación, errores metódicos, conflictos y argumentos, debates y comunidad científica, etc.) A cada uno de los equipos docentes invitados se le solicita una presentación sobre su investigación, teniendo en cuenta:

- a) La *historia* de los problemas que dan origen a su línea de investigación y cómo han evolucionado.
- b) Importancia de estos estudios en el ámbito de la Biología y para la formación de un biólogo.
- c) Características de las metodologías y formas de estudio en esa área (cómo y con quiénes)
- d) Proyecciones a futuro de estas líneas de estudio.

Con los aportes del equipo docente invitado, los alumnos realizan crónicas sobre los cuatro ítems mencionados anteriormente, argumentando la importancia de esas investigaciones en el contexto local (Ecología, Biodiversidad Vegetal, Antropología, Biología Molecular, entre otras).

Otra actividad que complementa este eje temático es la que demanda a los alumnos a contactarse con nuestros egresados que viven en otros sitios del país y del mundo (figura 2). Esta interacción ofrece análisis en otro plano respecto de historias de investigación y recorridos profesionales en los actuales escenarios múltiples y complejos del campo laboral del biólogo⁴: carreras doctorales y tesis, fundaciones, parques y áreas protegidas, programas compartidos, empresas y centros de investigación, escuelas y ministerios.

⁴ Disertación del Dr. C. De Angelo. ¿Cómo llegó Caritos a África?

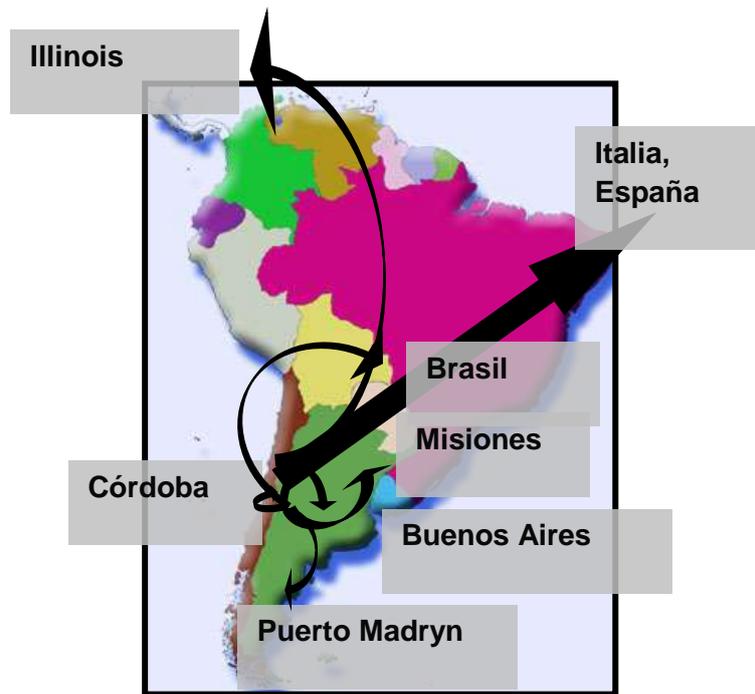


Figura 2. Representación de los destinos de los egresados en Ciencias Biológicas de la UNRC

En el tercer eje temático-*La Biología y sus relaciones con CTSA*- se intenta ofrecer actividades que problematicen situaciones o escenarios reales (presentes o pasados) asociando el campo de la Biología con otras fronteras disciplinares como la tecnología, la sociedad y la cultura, la política y la economía. El propósito de este eje es que los alumnos visualicen a la Biología como una ciencia inserta y partícipe de contextos históricos particulares, que necesita de una constante generación y revisión de sus conocimientos para afrontar viejos dilemas y otros cambios necesarios. A tal fin, se desarrollaron diferentes actividades:

1. Proyección de documentales y películas, con debate y análisis de las temáticas abordadas. Estos visionados que solapan realidad y ficción se configuran en un interesante texto que posibilita la expresión de múltiples lenguajes como la palabra, la música, el movimiento, el relato, y habilitan a sensibilizarse, evocar e identificar valores y actitudes (Oliver et al., 2003)

Se trabajó con películas como "Creation"⁵, documentales, cortos sobre problemáticas y conflictos ambientales, entre otros. Estas producciones permiten caracterizar las imágenes de la ciencia, la coherencia y plausibilidad tecnocientífica que plantean, así como el contexto histórico y geográfico del relato y los problemas éticos emergentes.

2. Vinculación de la práctica científica con los principios éticos de la tarea intelectual, a través de lecturas de artículos y debates sobre los alcances y limitaciones de los resultados de las investigaciones científicas (Testart, 2002). Por otra parte, algunas entrevistas y artículos periodísticos ofrecen también una opción complementaria para el análisis de estos dilemas que atraviesan el contexto socio-histórico de la actuación científica.

⁵ Creation. 2009 British biographical drama film. Produced by Jeremy Thomas, directed by Jon Amiel. BBC. London.

3. Visita al Parque Tecnópolis Bicentenario, muestra de arte, ciencia y tecnología. Con esta visita se intentó contribuir a la formación de los estudiantes a través de una visita-recorrido educativa, tendiente a conocer los avances realizados en Argentina en materia de ciencia y tecnología, en un contexto no formal de aprendizaje que se conforma en torno de dicha muestra nacional.

4. Lectura y análisis de textos de divulgación científica de la Serie "*Ciencia que ladra*" dirigida por Diego Golombeck (Edit. Siglo XXI y Universidad Nacional de Quilmas). Esta actividad tuvo como objetivo principal que los alumnos *seleccionaran y leyeran* un libro de la colección en el que se narrara una temática de investigación científica con un lenguaje coloquial y de mayor alcance conceptual. Ellos debían luego elaborar una síntesis explicativa sobre la problemática tratada en el texto, la importancia de su divulgación, la historia del problema y su evolución en el tiempo, los conocimientos nuevos y las incógnitas a futuro.

Evaluación de la experiencia y reflexiones finales:

Nos propusimos diseñar una propuesta educativa para nuestros alumnos de primer año de la carrera de Ciencias Biológicas, incluyendo algunos ejes conceptuales que favorecieran una comprensión más amplia del campo de la investigación en Biología, en relación a su futura actividad profesional. Al respecto, podemos efectuar valoraciones en relación a dos cuestiones centrales: la primera, referida a los aprendizajes valorados como significativos por parte de los alumnos; la segunda cuestión a modo de una auto evaluación de la práctica docente, en relación a las potencialidades didácticas de los ejes propuestos.

Nuestra evaluación crítica del diseño didáctico realizado nos permite resaltar que, en referencia al papel y el rol profesional que debe realizar un biólogo, ha sido relevante incluir la voz de los investigadores y sus narrativas de trabajo histórico como otra forma de analizar conceptos y conceptualizaciones, métodos y argumentación a partir de su interacción con los alumnos. De ese modo, ellos pudieron entender los recorridos de la tarea intelectual de la comunidad científica y la no linealidad de los resultados. Las actividades aportaron a una mejor comprensión de la cocina de la investigación y a conocer sobre las prácticas de producción, disenso y comunicación. Sobre estos aspectos, los alumnos comentan:

- *"Antes pensaba que la tarea del biólogo estaba dividida, unos se limitaban a estar encerrados en el laboratorio y los que tenían suerte podían ir a África a estudiar a los animales; ahora veo lo abarcativo de la investigación de la biología; se puede combinar modos de experimentar, modelar e interactuar con otros grupos..."*
- *"Con las entrevistas me di cuenta de todos los campos de acción que hay para el biólogo... nunca me imaginé que había tantos! El campo laboral es amplio y se puede asociar con otras áreas..."*
- *"Las ideas que cambié sobre lo que significa el trabajo de un Biólogo y la investigación en las ciencias es que él trabaja en equipo y los estudios que se realizan en este marco, tienen relación con las otras áreas y además pueden relacionarse hasta con el arte, como por ejemplo en la divulgación. Además, el biólogo no puede tener conocimiento profundos sobre todos los temas, ya que su campo de investigación es muy amplio".*

- *"Lo que conocí más profundamente es lo que se hace en la Universidad con respecto a la investigación y que siempre es posible relacionar las problemáticas con otras disciplinas".*
- *"Me enseñaron a mirar la Biología como un todo y no como animales y plantas..."*
- *"Aprendí a tener la mente abierta a todas las áreas de la Biología para aprender de cada una".*
- *"Pude ampliar lo que sabía sobre algunos temas al escuchar y leer sobre investigación".*
- *"Con la entrevista al biólogo, tocando puertas, nos encontramos con el profesor M.A, él hace sistemática, que no todos conocen, es importante, es un apasionado y motivador con su trabajo".*

En cuanto al análisis de los procesos y prácticas de investigación, todo lo trabajado contribuyó a entender sobre los tiempos y rutinas donde se producen las ideas y los dilemas ideológicas de las temáticas en estudio; desmitificar la visión elitista y "excluyente" de la práctica científica; analizar los condicionantes internos y externos en la producción científica; y entender la investigación como una actuación muy humana, atravesada por principios éticos.

El análisis de las producciones de los estudiantes nos permitió reconocer, a través de sus respuestas, algunos indicadores que ellos recuperan como aprendizajes significativos, confirmando así, nuestras apreciaciones:

- *"Me encantó en la visita a Tecnópolis, la interacción social: había simuladores para ciegos, sillas para los que no pueden caminar".*
- *"La clonación de animales para usos médicos me hizo pensar qué tan lejos puede llegar la ciencia y la tecnología, cómo se piensa a la naturaleza".*
- *"Me gustó hacer el trabajo sobre "Ciencia que Ladra" ya que relaciona a la ciencia con las actividades cotidianas y me gustó la trayectoria porque nos hace pensar en la proyección a futuro de nuestra actividad".*
- *"Analizar criterios de selección para la lectura de un texto, poner opinión crítica en vez de cortar y pegar".*
- *"Me cuesta mucho expresarme por escrito, y al tener que realizar muchos trabajos, tuve que mejorar en este tema".*
- *"Es importante asumir convicciones y defensa de las ideas".*
- *"Esta es una materia integradora y abarcativa que anima a quienes la pasaron mal en el primer cuatrimestre (del cursado de la carrera), vale la pena".*
- *"Las actividades me hicieron cambiar de parecer. En el primer cuatrimestre no me fue bien y estos trabajos me motivaron a seguir y ponerle esfuerzo y pasión".*

Por otra parte, en referencia al diseño de enseñanza puesto en acción, creemos que se han logrado, al decir de Perkins (2010), aprendizajes plenos de significados y aproximaciones profundas, útiles para pensar la profesión y conectados con la realidad: aprender sobre el saber, el saber hacer y el ser de la actividad. Y al respecto rescatamos, a modo de valoración crítica, las siguientes cuestiones:

-Ha sido muy importante posibilitarle a los estudiantes construir nuevas interpretaciones conceptuales sobre las distintas áreas de la Biología, a partir de interactuar con múltiples tareas que promovieron la producción escrita y la reflexión argumentativa. En particular, cabe señalar los registros narrativos realizados sobre las investigaciones y sus investigadores, en contextos de trabajo real y local.

-Creemos que esas tareas ofrecieron una buena mediación cognitiva para comprender mejor las prácticas científicas, entendiendo el compromiso intelectual en la producción, diseño y comunicación de conocimientos. En este sentido, fue valioso aproximarse a entender los tiempos y estrategias de la construcción de las ideas y las controversias culturales e ideológicas en cada temática (genética, clonación, selección artificial, evolución, conservación, taxonomía, etc.).

-Además, los relatos y anécdotas humanas compartidas, contribuyeron a analizar los múltiples condicionantes (internos y externos) de la praxis científica, tales como: las instituciones, las disciplinas, los grupos humanos, el poder y la oportunidad, la soberbia y la humildad, etc. De este modo, se hicieron explícitas relaciones ideológicas y políticas en distintos planos, entre el poder-saber-querer; entre sociedad, ciencia y tecnología (CTS).

En síntesis, estamos convencidos que un nuevo diseño y recorrido didáctico habilita a estudiantes y educadores a nuevas sensibilidades y sorpresas cognitivas (Bruner, 2001), posibilitando nuevos enfoques y lecturas sobre el conocimiento de las ciencias y su quehacer intelectual. Por otra parte, este nuevo diálogo conceptual articulado con los distintos perfiles profesionales que la actividad del Biólogo demanda, ofrece otra oportunidad de proyectar a futuro una aproximación más real de su posible actividad laboral.

Bibliografía

- Adúriz Bravo, A.; Perafán, G. y Badillo, E. 2002. a. Una propuesta para estructurar la enseñanza de la Filosofía de la Ciencia para el profesorado de Ciencias en formación. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3): 465-476.
- Adúriz Bravo, A.; Perafán, G. y Badillo, E. 2002. b. *Actualización en Didáctica de las Ciencias Naturales y las Matemáticas*. Bogotá: Editorial Didácticas Magisterio.
- Aikenhead, G.S. 1996. Science Education: border crossing into the subculture of science. *Studies in Science Education*, 27: 1-52.
- Barberá, O y Sendra, C. 2011. La biología y el mundo del siglo XXI. En Cañal, P. (Comp.) *Biología y Geología. Complementos de formación disciplinar*. Vol. I. Barcelona: Grao.
- Bruner J. 2001. *Realidad Mental y Mundos Posibles. Los actos de la imaginación que dan sentido a la experiencia*. Barcelona: Editorial Gedisa.
- Burbules, N.C. y Linn, M.C. 1991. Science Education and Philosophy of Science: congruente or contradiction? *Internacional Journal of Science Education*, 3 (13): 227-241.

- Carrascosa; J.; Gil Pérez, D.; Vilches, A. y Valdés, P. 2006. Papel de la actividad experimental en la Educación Científica. *Revista Brasileña de Enseñanza de la Física*, 23(2): 157-181.
- Datri, E. 2006. Una interpelación desde el enfoque CTS a la privatización del conocimiento. En Rivarosa, A. (Comp.), *Estaciones para el debate. Un mapa de diálogo con la cultura universitaria*. Río Cuarto: Universidad Nacional de Río Cuarto.
- Darrigran, G. 2010. ¿Para qué invirtió el Estado en mí? *Boletín Biológica*, 16: 8-17.
- Duschl, R. 1995. Más allá del conocimiento: los desafíos epistemológicos y sociales de la enseñanza mediante el cambio conceptual. En *Enseñanza de las Ciencias*, 13(1): 3-14.
- Gardner, J. y Beelard, B. 2012. A conceptual framework for organizing active learning experiences in Biology instruct. *Journal of Science Education and Technology*, 21(4): 465-475.
- García Marinez, Á.; Devia, R. y Díaz-Granados, S. 2002. Los trabajos prácticos en la enseñanza de las Ciencias. En Adúriz Bravo, A. Preafán, G y Badillo, E. (Eds.): *Actualizaciones en didáctica de las Ciencias Naturales y las Matemáticas*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.
- Marco Stiefel, B. 2005. La naturaleza de la ciencia, una asignatura pendiente en los enfoques CTS: retos y perspectivas. En Membiela, P. y Padilla, Y. (Eds.): *Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad en los inicios del Siglo XXI*, Vigo: Educación Editora.
- Hodson, D. 2003. Towards a phylosophically more valid science curriculum. *Science Education*, 72(1): 19-40.
- Lacasa, P. y Herranz, P. 1989. Contexto y aprendizaje: el papel de la interacción en diferentes tipos de tareas. *Infancia y Aprendizaje*, 45: 49-70.
- Lemke, J. 2006: Investigar para el futuro de la Educación Científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 24(1): 5-12.
- Marco Stiefel, B. 2004. Alfabetización científica: un puente entre la ciencia escolar y las fronteras científicas. *Cultura y Educación: Revista de teoría, investigación y práctica*, 16 (3): 273-288.
- Matthews, M.R. 2009. Science, worlviews and education: an introduction en Science, Worlviews and Education. *Science & Education*, 18(6-7): 641-666.
- Olivier, M. 2003. *Sociología de las Ciencias*. Buenos Aires: Ediciones Nueva Visión.
- Perkins, D. 2010. *El aprendizaje pleno. Principios de la enseñanza para transformar la educación*. México: Editorial Paidós.
- Ramonet, I. 1997. *Un mundo sin rumbo. Crisis de fin de siglo*. Madrid: Editorial Debate.

- Rivarosa, A. y C. Moroni. 2008. Análisis de las representaciones de los estudiantes universitarios de Biología acerca de las prácticas en ciencias: una alternativa para la enseñanza. *Revista de Educación en Biología*, 11(1): 18-30.
- Rovasio, R. 2009. Células "inteligentes"... , saben a dónde ir..., y con quién juntarse. *Boletín Biológica*, 13: 3-15.
- Sanmartino, M. 2011. La bióloga que cambió de rumbo... *Boletín Biológica* 19: 16-23.
- Schuster, F. 1999. Los laberintos de la contextualización de las ciencias. En Althabe, G y Schuster, F (comp). *Antropología del presente*. Buenos Aires: Edicial.
- Testart, J y Godin, Ch. 2002. *El racismo del gen: Biología, medicina y bioética bajo la férula liberal*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Quintanilla, M.; Izquierdo, M. y Aduriz Bravo, A. 2005. Avances en la construcción de marcos teóricos para incorporar la historia de la ciencia en la formación inicial del profesorado de Ciencias Naturales. En *Revista Enseñanza de las Ciencias*, Número extra. VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, Granada, España: 1-4.
- Vosniadou, S. 1994. Capturing and modelling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4(1): 45-69.