



Las narrativas sobre prácticas científicas como puente para la reflexión epistemológica y metodológica de futuros científicos

Alcira Rivarosa
FCEFQyN-UNRC
Argentina

arivarosa@exa.unrc.edu.ar

Jaime Polop
FCEFQyN-UNRC
Argentina

jpopol@exa.unrc.edu.ar

Carola Astudillo
FCEFQyN-UNRC
Argentina

castudillo@rec.unrc.edu.ar

Silvia Valdano
FCEFQyN-UNRC
Argentina

svaldano@exa.unrc.edu.ar

Fabricia Trefs
FCEFQyN-UNRC
Argentina

fabriciatrefs@hotmail.com

Abstract

This paper develops a project that aims at innovating the teaching of two humanistic and philosophic subjects for the Degree in Biological Sciences at the UNRC: Epistemology and History of Science and Methodology of Scientific Research. The project proposes to construct and argue a didactic sequence that progressively focuses on the cores of difficulties of epistemological understanding in both disciplines. In this regard, it is considered that the use of narrative texts and episodes of research are a powerful strategy for cognitive mediation, to help characterize the processes of research in real contexts and understand more deeply the ideological, creative and imperfect meanings of scientific activity. The research narratives offer another conceptual interpretation that accounts for how and why they change explanatory models held by a collective validation, calling into discussion the idea that science is defined as a lonely, isolated and autistic practice. The intention is to help overcome incomplete and distorted representations about science that have long roots in academic and popular culture perceptions.

Resumen

El presente trabajo desarrolla un proyecto que propone innovar la enseñanza de dos asignaturas de corte humanístico-filosófico de la Licenciatura en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Río Cuarto: Epistemología e Historia de la Ciencia y Metodología de la Investigación Científica. El proyecto propone construir y argumentar una secuencia didáctica que atienda progresivamente a los *núcleos de dificultades de comprensión epistemológica*, en ambas disciplinas. Al respecto, se considera que el uso de textos narrativos y episodios de investigación, se configuran en una estrategia potente de mediación cognitiva, para ayudar a caracterizar los procesos de investigación en contextos reales y comprender más profundamente los sentidos ideológicos, creativos e imperfectos de la actividad científica. Los relatos de investigación, ofrecen una *interpretación conceptual*, que da cuenta de cómo y por qué cambian los modelos explicativos sostenidos por una validación colectiva, poniendo en debate la idea de que la ciencia es definida como práctica solitaria, aislada y autista. La intención es contribuir a superar percepciones incompletas y representaciones deformadas sobre las ciencias que poseen un largo arraigo en la cultura escolar y popular.

Palabras claves: reflexión metacientífica – narrativas sobre prácticas científicas – secuencia didáctica

Palavras-chave: reflexão metacientífico - narrativas sobre práticas científicas – sequência didática

Keywords: metascientific reflection - narratives on scientific practices - didactic sequence



1. INTRODUCCION

La Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC) cuenta con una larga trayectoria en la promoción de proyectos que alientan el estudio y la renovación de la enseñanza universitaria a través de su convocatoria bianual PIIMEG (Proyectos de Investigación e Innovación para la Mejora de la Enseñanza de Grado- Secretaría Académica y de Ciencia y Técnica). En este marco, se ha presentado y aprobado el proyecto: La reflexión epistemológica y metodológica en la formación de alumnos de la Licenciatura en Ciencias Biológicas: el uso de narrativas sobre prácticas científicas. Este proyecto se desarrolla en el marco de las Carreras de Ciencias Biológicas del Departamento de Ciencias Naturales de la Facultad de Ciencias Exactas Físico-Químicas y Naturales de la UNRC (Licenciatura y Profesorado en Ciencias Biológicas). El trabajo de investigación e innovación es llevado adelante por los equipos docentes de dos asignaturas: Epistemología e Historia de las Ciencias y Metodología de la Investigación.

La asignatura *Epistemología e Historia de las Ciencias* (1º año de las carreras) está estructurada en torno a 4 ejes conceptuales problematizadores que se corresponden con la diversidad de contenidos de cada una de las unidades propuestas. Los ejes conceptuales responden a: ¿Qué son las ciencias y el conocimiento científico?; ¿Cómo y quiénes elaboran y validan el conocimiento científico?, ¿Cómo evolucionó el estudio y los problemas en las Ciencias Biológicas? ¿Qué desafíos existen en la actualidad en la investigación en ciencias?

Es este un metaconocimiento que implica una reflexión sobre la naturaleza del conocimiento de las Ciencias Naturales y Biológicas, y ofrece *obstáculos para la comprensión* a un alumno que inicia su carrera de grado. La complejidad conceptual de este campo, vinculada a algunos significados epistemológicos sobre el hacer científico, nos ha desafiado a construir una modalidad de enseñanza y aprendizaje que atienda en particular a la comprensión sobre el discurso y la práctica científica y a la elaboración del lenguaje y el razonamiento argumentativo en ciencias.

De este modo, se intenta facilitar una aproximación gradual a la comprensión de la actividad científica, los procesos de reflexión implicados y su relevancia socio-tecno-educativa. En este sentido, se promueve el análisis e interpretación filosófica, sociológica y ética que da sentido a la configuración de este campo de estudio. Se organizan las clases a partir de una secuencia didáctica que promueve la problematización del conocimiento y la contextualización de la actividad investigativa como estrategia de motivación y búsqueda de significados por el sujeto que aprende respecto a los *qué, para qué, cómo y por qué de la construcción del saber científico*.

Se trata de que las actividades permitan al alumno ir adquiriendo conocimientos y habilidades de reflexión metacientífica vinculadas con la proyección de su futuro rol como investigador/ educador en Biología. De este modo, cada una de las unidades se desarrolla complementando la teoría y práctica con el análisis de situaciones reales, relatos, comentarios de especialistas, casos e investigaciones, articulando preguntas con información, dudas con argumentación, errores con obstáculos, actitud con ética.

La asignatura Metodología de la Investigación (3º año de la Licenciatura) se focaliza en la necesidad de desarrollar el pensamiento crítico en los alumnos para lo cual: a) contempla la formación en los procesos de obtención del conocimiento científico y en una racionalidad libre y creativa, b) permite lograr una actitud frente a la realidad y los fenómenos biológicos y culturales, y c) propone incorporar la



necesidad de argumentar con datos lo que se hipotetiza, es decir, fundamentar, justificar y aplicar la investigación al análisis de situaciones y contenidos específicos.

La enseñanza, en este marco, tiene como preceptos fundamentales la comprensión del proceso de investigación (más allá de transmitir preceptos metodológicos) debido a que lo que se intenta desarrollar es *el aprendizaje de una habilidad intelectual*. Así pues, se trata de enseñar a investigar mediante la reflexión y discusión de los conocimientos, situar a los alumnos frente a problemas biológicos para que intenten resolverlos, haciendo prácticas y uso de razonamientos y técnicas, y promover el uso de lenguaje específico (hablando y escribiendo con las tipologías textuales *preferidas* de la ciencia: la descripción, la comparación, la argumentación, el artículo, el informe, la tesina, la tesis). En esta línea, los objetivos son: i) que los alumnos se apropien de herramientas y técnicas de trabajo intelectual que les proporcionen habilidades de pensamiento, ii) desarrollen actitud y mecanismos de razonamiento para encontrar respuestas a los cómo y los porqués de este mundo, y iii) desarrollen una forma de interrogar la realidad y un modo para abordar los problemas.

Los conocimientos y habilidades se evalúan permanentemente a través de la investigación de hechos y casos en los cuales se ponen en práctica, desde los procesos y el conocimiento ordinario con lenguaje coloquial, hasta aquellos en los cuales se utilizan los marcos y procesos que brinda la ciencia y su propio lenguaje. Además, las últimas unidades de la materia contemplan el análisis y discusión de informes científicos, entre ellos publicaciones, para poner en práctica y evaluar fundamentalmente los marcos conceptuales y habilidades desarrolladas durante la primera parte de la materia.

A partir del análisis compartido de las experiencias de trabajo de los equipos docentes, se concluye que ambas asignaturas fundamentalmente aportan un saber conceptual y metodológico de corte humanístico, filosófico y lógico, que ofrece algunas dificultades específicas y obstáculos para una comprensión auténtica de las prácticas de investigación en ciencias. Los diagnósticos realizados desde la historia del dictado de ambas asignaturas coinciden en puntualizar algunas dificultades comunes que pueden sintetizarse de la siguiente manera:

- a. En las distintas actividades propuestas, los alumnos -si bien son capaces de definir y reproducir términos y conceptos epistemológicos- no logran realizar una *reflexión* de segundo orden, así como procesos de *transposición* a situaciones concretas donde consigan operar cognitivamente con sus significados.
- b. Respecto de los materiales y recursos didácticos utilizados, si bien ofrecen posibilidad de realizar diversidad de interpretaciones conceptuales, no logran promover una comprensión más profunda sobre los *procesos reales de elaboración y producción* intelectual del conocimiento científico.
- c. Se coincide en la necesidad de fortalecer destrezas y habilidades procedimentales y metacognitivas en los alumnos, por el carácter reflexivo y propositivo que poseen estas disciplinas.

Por todo ello, y en correlación con los estudios en el campo de la educación en ciencias, asumimos que para lograr cambios profundos en la comprensión y evolución de las ideas de los alumnos (no solo conceptuales sino también metodológicas y actitudinales), es preciso *diseñar contextos de actividad intelectual* que promuevan el conflicto, la articulación continua teoría-práctica, la complementariedad de estrategias de estudio y la construcción de criterios de argumentación crítica.

Al respecto, consideramos que la lectura de narrativas y episodios de investigación, pueden ayudar a comprender más profundamente el sentido ideológico, creativo, apasionante e imperfecto de la actividad científica. Así como también, identificar y caracterizar los procesos del quehacer de la



investigación en contextos reales, posibilitando otras categorías de comprensión, razonamiento y elaboración de argumentos.

2. ALGUNOS FUNDAMENTOS DE LA PROPUESTA

En la actualidad existe un amplio consenso epistemológico respecto del significado de lo que implica el trabajo de producción científica, vale decir qué entendemos por ciencia. Al respecto, y desde hace más de cincuenta años, la idea tradicional de que la ciencia es un conjunto de verdades de naturaleza acumulativa ha sido sustituida por una concepción más dinámica desde donde la ciencia se define como el conjunto de teorías y modelos representacionales que se van sucediendo a lo largo de los contextos históricos, generando sistemas explicativos parciales y provisionales de determinados aspectos de la realidad (Palma y Wolovelsky, 2001).

El movimiento educativo internacional en esta línea (Hodson, 2003; Jenkins y Pell, 2006) con la proliferación de revistas dedicadas a la Educación en Ciencias durante los últimos 40 años, ponen en evidencia un giro ideológico provocado a partir de la década del '70. Metas que estaban tradicionalmente centradas en el desarrollo de teorías y conceptos del dominio disciplinar, se modificaron paulatinamente con la inclusión de nuevos objetivos y contenidos. Entre ellos cabe señalar el hacer del científico, la cuestión del método y las disciplinas, la incorporación de la Historia, el contexto socio-cultural del campo científico, los supuestos ideológicos, los aspectos económicos y éticos, la compleja y vertiginosa relación ciencia-técnica (Matthews, 1991; 2009; Latour y Woolgar, 1995; Geymonat, 2002).

En síntesis, aprender sobre el saber científico y valorar el papel intelectual e ideológico que le cabe al investigador se constituye en una premisa central en la formación en ciencias (Adúriz-Bravo et al., 2002; Quintanilla *et al.*, 2005; Lemke, 2006).

En esta misma línea, la investigación didáctica viene señalando que una orientación centrada únicamente en la incorporación de contenidos conceptuales, ofrece una visión deformada y empobrecida de la actividad científica y sus reales prácticas de producción (relaciones ciencia, tecnología y sociedad). Precisamente, un amplio grupo de investigaciones coinciden en reconocer que se favorece *una mayor comprensión conceptual* de contenidos científicos cuando los alumnos se aproximan a comprender el origen y la naturaleza del conocimiento (Lemke, 2006).

Los estudios realizados sostienen que esta perspectiva posibilita abordar algunos tópicos centrales. En primer lugar, 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 contextualizado en 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 acompañan los distintos desarrollos conceptuales (Schuster, 1999).

En tercer lugar, este abordaje epistemológico sobre el saber permite entender cómo se van elaborando argumentos que validan modelos explicativos en el contexto real de la producción científica, entendiendo mejor sobre las prácticas experimentales, su carácter evolutivo e histórico, así como los dilemas éticos que atraviesan hoy el accionar de la comunidad científica (Duschl, 1995; Matthews, 2009).



Estas y otras consideraciones se constituyen en aportes fundamentales para las carreras de ciencias, en tanto posibilitan complementar las dos caracterizaciones relativas a la naturaleza de la actividad científica: los contextos de *justificación* del conocimiento (cómo validamos lo que sabemos) y sus contextos de *descubrimiento* (cómo se generan las nuevas ideas). La primera caracterización ha dominado la enseñanza contemporánea de las Ciencias Biológicas promoviendo un conocimiento incompleto de lo que implica su campo conceptual y axiológico. Tal como referencia Stephen Jay Gould (1996), sabemos bastante *poco* acerca de cuáles son los recorridos conceptuales, cognitivos y prácticos que se articulan en las tareas del científico para construir hipótesis explicativas y desafiantes respecto de un hecho o fenómeno particular. Es decir, comprender qué cuestiones se entretienen en la *cocina* de la actividad experimental. Al respecto, se reconoce que falta profundizar más en el currículum de ciencias el diseño y la implementación de propuestas didácticas que trabajen sobre *la otra cara*, es decir el *cómo* se llegó a conocer, por ejemplo, el modelo de transmisión de caracteres hereditarios o el proceso de evolución (Wolovelsky, 2008).

Trasladar estos desafíos a los escenarios de educación científica en diferentes niveles educativos (escuelas y/o universidad) supone construir nuevas alternativas didácticas. Un camino potente es restituir el contexto histórico de las investigaciones y reconstruir modelizaciones que -en tanto mediadoras entre realidad y teoría- revelan los procesos de elaboración y justificación de un saber proposicional específico y de un *saber hacer* en torno a esas explicaciones. Un recurso interesante son los relatos personales de investigadores que describen las múltiples tensiones que atraviesan permanentemente sus prácticas. Es posible así reconocer, por ejemplo, los obstáculos y posibilidades vinculadas con recursos disponibles, la definición y sostenimiento de razones instrumentales, las dudas y cuestionamientos éticos, los debates al interior de la comunidad científica, etc. (Wolovelsky, 2008). Además, las narrativas de prácticas científicas acercan uno de los núcleos epistemológicos más relevantes hoy en el campo de las ciencias experimentales y el ámbito de las Ciencias Biológicas en particular: los cuestionamientos y tensiones que surgen en la construcción de los *diseños experimentales*. Más precisamente, ¿para qué y por qué se realizan determinadas prácticas de experimentación? Y ¿qué tipo de controles y manipulaciones se realizan?

En este sentido, para no caer en el habitual reduccionismo metodológico con que educamos sobre ciencias, es importante recuperar *casos reales* y analizar la singularidad de la *problemática* a investigar (salud, conservación, extinción, fisiología médica, transplantes, etología, manipulación genética, etc.), los *objetivos* que se persiguen y la *reflexión crítica* que argumenta el diseño y desarrollo del *experimento*. Se contribuye así a profundizar discusiones respecto del sentido de la indagación experimental en Biología estableciendo la necesidad de argumentar más y mejor respecto de la relación entre el trabajo confiable durante un experimento y el sentido ético de las decisiones que se asumen.

Por otra parte, es interesante reconocer que la historicidad de los relatos de investigación expresa cómo una nueva *interpretación conceptual* se va construyendo a modo de pequeños avances explicativos, sostenida por una validación colectiva desde otros tiempos y con otros hombres de ciencia. Se hace evidente de este modo, una actividad de fuertes tramas colegiadas y de representaciones múltiples, poniendo en debate la idea de que la ciencia es definida como práctica solitaria, aislada y autista (Adúriz-Bravo, 2005).

Esta perspectiva supone trascender los clásicos enfoques anecdóticos en las clases de ciencias e integrar las posiciones filosóficas como instrumento para el análisis y la metarreflexión, permitiendo *ver* mejor aspectos de la práctica científica y mostrando los contrastes del desarrollo argumental en el marco de rupturas tecnológicas y socio culturales (por ejemplo, la teoría de la generación espontánea del siglo



XII, la teoría del fijismo en el siglo XVI o la teoría sintética de la evolución en el siglo XX). Ello también contribuye significativamente a construir posicionamientos menos dogmáticos y radicalizados, comprender que los productos de las ciencias son siempre provisionales y relativos y acercar una perspectiva *más humana y humanizadora* de la actividad científica (Latour y Woolgar, 1995; Schuster, 1999, Palma y Wolovelsky, 2001).

Se espera de este modo que, diseñando escenarios didácticos con posibilidad de nuevas *lecturas* sobre el conocimiento científico y su producción, se habiliten algunas rupturas con un estilo académico de prácticas docentes que priorizan datos, interpretaciones y conceptos como fuente de comprensión del saber y hacer ciencias. La intención es contribuir a superar percepciones incompletas y representaciones deformadas sobre las ciencias que poseen un largo arraigo en la cultura escolar y popular (Marco Stiefel, 2005; Astudillo et al., 2011).

Por otra parte, asumimos que es central promover en nuestros alumnos y futuros profesionales Biólogos, escenarios de aprendizajes plenos (Gardner, 1991; Perkins, 2010), donde la presentación de contenidos y temas/problemas integren diversidad de procedimientos intelectuales para *asimilarlos* (problematización, reflexión, razonamiento). Se busca, finalmente, *dar otras* oportunidades de comprensión, profundizando en nuevas rutas y destrezas cognitivas que posibiliten una mayor autonomía intelectual.

Considerando estos argumentos, hemos construido un conjunto de supuestos que orientan los objetivos y la metodología del proyecto de investigación e innovación. A saber:

- La reflexión epistemológica y metodológica favorece una argumentación más profunda sobre el quehacer de la investigación en las Ciencias Biológicas.
- La lectura crítica de narrativas y episodios de investigación ayuda a comprender más profundamente el sentido teórico, ideológico, creativo e imperfecto de la actividad científica.
- Los relatos, anécdotas y reflexiones de investigadores contribuyen a un mejor análisis crítico sobre el diseño metodológico y argumental en las Ciencias Biológicas, superando visiones positivistas, lineales y descontextualizadas al respecto.
- La lectura y análisis de historias de investigación y modelos de trabajo contextualizados contribuyen a atender a los dilemas que supone la práctica investigativa real (diseño, hipótesis, teorización, discusión, etc.).

3. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA DEL PROYECTO

Asumimos que una innovación educativa implica un proceso de transformación gradual de las prácticas de enseñanza y, por ello, su desarrollo incluirá la construcción de espacios de intercambio, diálogo, análisis e interpretaciones críticas, incorporando las valoraciones construidas por los actores involucrados (docentes-alumnos). En función de ello, nos propusimos los siguientes objetivos:

- Definir una hipótesis de progresión en la superación de las dificultades diagnosticadas, integrando los niveles de complejidad que proponen ambas asignaturas para el abordaje de sus distintos núcleos epistemológicos.
- Diseñar materiales educativos que incluyan la mediación de narrativas de investigación en Biología a fin de favorecer procesos graduales de reflexión epistemológica.
- Evaluar el grado de comprensión de los núcleos epistemológicos compartidos por ambas asignaturas a partir de la implementación de los materiales y actividades diseñadas.



-Favorecer instancias de formación compartida entre los equipos docentes de las cátedras involucradas en el proyecto.

El trabajo se organizó en tres etapas. La primera de ellas está organizada en actividades de análisis, lecturas, diseño y construcción de materiales y actividades. La segunda etapa concentra las acciones de implementación del diseño didáctico, su seguimiento y recolección de información. Finalmente, la tercera de las etapas se piensa como una instancia de lectura y triangulación de datos, interpretación compartida y argumentación crítica respecto de logros y dificultades de la implementación (Arnal et al, 1994).

En detalle podemos decir:

1º etapa: Reuniones de los equipos docentes de las asignaturas para acordar y construir:

1. Una hipótesis de progresión en la superación de las dificultades diagnosticadas.
2. Criterios para la selección de materiales didácticos para ambas asignaturas.
3. Una secuencia didáctica que atienda a la mencionada hipótesis de progresión (retomando aportes de la literatura de investigación en Enseñanza de las Ciencias).
4. Modelos de seguimiento para la implementación de la secuencia e investigación evaluativa del proyecto.

2º Etapa: Implementación didáctica y seguimiento del proceso de enseñanza y aprendizaje (en ambas asignaturas), lo que implicará:

1. Recolectar las producciones de los estudiantes en respuesta a las actividades diseñadas.
2. Registrar comentarios, opiniones y reflexiones en cuadernos de campo (de los alumnos y docentes que participan).
3. Recoger, a través de encuestas y entrevistas, las apreciaciones de los estudiantes respecto de las actividades y materiales propuestos.

3ra. Etapa: Evaluación de resultados y proyecciones de la innovación.

1. Análisis e interpretación de los datos obtenidos triangulando las distintas fuentes (Buendía et al, 1999).
2. Validación de la hipótesis de progresión definida a partir de la discusión de los resultados
3. Construcción de criterios para dar continuidad, mejorar y profundizar la innovación propuesta.

4. EL CAMINO RECORRIDO

Retomando el diagnóstico de dificultades que fundamenta el presente proyecto de innovación e investigación diseñamos un conjunto de actividades orientadas a promover una reflexión de segundo orden sobre los procesos de elaboración y producción científica a partir de la interpretación de episodios reales de investigación.

El episodio seleccionado es la narración autobiográfica recogida en el libro “Aventuras de un Biólogo. Desandando los caminos de la investigación científica”, (Gorla y Rivarosa, 2012). El libro reconstruye, de manera narrativa, 40 años de trabajo de un investigador reconocido en el campo de la Biología en nuestro país. Los episodios contenidos en el texto, e interpelados por comentarios que orientan la reflexión, desarrollan la evolución conceptual de los estudios sobre Mal de Chagas. Transversalmente a ello, el relato deja entrever los marcos ideológicos, socio-culturales, metodológicos y teóricos que reconstruyen el contexto y complejidad de las prácticas de investigación en Biología.

La hipótesis de trabajo que se propone incluye dos ejes temáticos centrales que se abordarán en dos niveles de complejidad con los estudiantes de la asignatura Epistemología e Historia de la Ciencia (grupo 1) y Metodología de la Investigación Científica (grupo 2) respectivamente.



Ejes temáticos	Eje 1: los recorridos conceptuales y prácticos de la actividad científica	Eje 2: La naturaleza humana, histórica y cultural de la actividad científica
1º nivel de complejidad (Epistemología e Historia de la Ciencia- Grupo 1)	1ª instancia Problematización de concepciones algorítmicas, rígidas y meramente técnicas acerca de la actividad científica	1ª instancia Problematización de visiones descontextualizadas, a-históricas y a-problemáticas de la actividad científica
	2ª instancia Formulación y ejemplificación episódica de ideas incipientes respecto de: <ul style="list-style-type: none"> • La progresiva construcción y reformulación de modelos explicativos • El interjuego método teoría • La naturaleza no lineal, rigurosa y creativa del método científico (diferencias entre actividad experimental en laboratorio y a campo, diferencias entre ciencia básica y aplicada) 	2ª instancia Formulación y ejemplificación episódica de ideas incipientes respecto de: <ul style="list-style-type: none"> • Contexto histórico y actividad experimental • Situacionalidad socio-cultural del estudio • Naturaleza colaborativa y colegiada de la actividad científica

Ejes temáticos	Eje 1: los recorridos conceptuales y prácticos de la actividad científica	Eje 2: La naturaleza humana, histórica y cultural de la actividad científica
2º nivel de complejidad (Metodología de la Investigación – Grupo 2)	1ª y 2ª instancia Formulación, argumentación y ejemplificación episódica de ideas respecto de: <ul style="list-style-type: none"> • La reflexión sobre cómo se genera conocimiento: La construcción de coherencia entre: idea, pregunta/problema de investigación, marco teórico, hipótesis, supuestos, diseño experimental. La fundamentación y la justificación de lo que se propone investigar. • Procedimientos intelectuales implicados en la tarea de investigación científica. • El rigor teórico y metodológico en la investigación científica en el campo de las Ciencias Biológicas (Ecología y Dinámica de Poblaciones). 	1ª y 2ª instancia Formulación, argumentación y ejemplificación episódica de ideas respecto de: <ul style="list-style-type: none"> • La investigación científica como práctica situada y proceso de progresivas y recursivas problematizaciones. • El sujeto investigador como intelectual crítico (vs. técnico).

El esquema de trabajo propuesto para el primer nivel de complejidad incluye dos instancias. 1º nivel de complejidad, instancia 1 (a desarrollar con el grupo de Estudiantes de Epistemología e Historia de la Ciencia): Explicitación de ideas intuitivas acerca de la actividad científica



1.1. Proyección de sentidos: Dibujar un científico haciendo su trabajo, problematización a partir de su contrastación con las imágenes más extendidas y ya estudiadas en diferentes contextos sociales y etarios.

1.2. Realización y discusión de un protocolo de laboratorio a partir de textos de pensadores y científicos de diferentes épocas que han abordado el mismo problema que subyace a la experiencia (el origen de la vida) con las herramientas explicativas disponibles en cada momento histórico. Se problematizarán concepciones técnicas, a-teóricas, a-problemáticas y estereotipadas de la actividad experimental. La discusión pretende restituir el sentido y contexto al protocolo objeto de discusión con un fuerte componente vivencial.

1º nivel de complejidad, instancia 2 (a desarrollar con el grupo de estudiantes de Epistemología e Historia de la Ciencia): Presentación del episodio e introducción progresiva de los ejes temáticos a partir de la interpretación de fragmentos.

Actividad 1:

- Lectura del primer capítulo hasta el apartado “*El camino de la investigación...*” (p. 15-18).
- Identificación y formulación del problema que orienta y motiva la investigación.
- Esquematización en pequeños grupos – a modo de mapa conceptual – del modelo de interpretación que define el punto de partida de la investigación.
- Reflexión colectiva acerca del papel del modelo explicativo previo, sustentado en un conjunto de saberes adquiridos, como supuesto que dota de sentido al diseño experimental que se relata a continuación.

Actividad 2:

- Recuperación del modelo de interpretación inicial y revisión a la luz del proceso reconstruido. Se propone a los estudiantes que reformulen, completen o reestructuren el modelo inicial incorporando las nuevas variables, hipótesis y comprensiones que el grupo de investigación fue construyendo.
- Puesta en común y argumentación de las producciones grupales

Actividad 3:

- Identificación de fragmentos del texto leído que den cuenta o refieran a algunas de las siguientes ideas (cada grupo tomará una o dos): creatividad, error, azar, afectividad, cultura, dudas, colaboración, incertidumbre.
- Reflexión metacognitiva y valoración colectiva respecto de las actividades desarrolladas

2º nivel de complejidad, instancia 1 (a desarrollar con el grupo de estudiantes de Metodología de la Investigación Científica): Presentación del episodio e introducción progresiva de los ejes temáticos a partir de la interpretación del primer capítulo del libro.

- Lectura del primer capítulo del libro: “El primer chispazo de curiosidad”
- Identificación del marco teórico y formulación de la idea investigación identificando procesos de problematización y supuestos subyacentes. Definición del problema de investigación. Esquematización – a modo de mapa conceptual – de lo anterior
- Identificación del tipo de enunciados y términos (teóricos y empíricos) en la idea principal y en la hipótesis (en caso de reconocerse). La búsqueda con base en la empiria o la búsqueda con base en la teoría.



- Análisis e identificación del papel de la idea y sus variables en relación con el diseño experimental. ¿Se percibe un diseño experimental? ¿Se distingue la problematización del mismo? ¿Qué estudia finalmente? Distinción de razonamientos inductivos y deductivos.
- Reflexión metacognitiva y valoración colectiva respecto de las actividades desarrolladas

2° nivel de complejidad, instancia 2 (a desarrollar con el grupo de estudiantes de Metodología de la Investigación Científica):_Reconstrucción de la complejidad del proceso de investigación a la luz del episodio.

- Lectura del capítulo 2 del libro: “Otros chispazos de curiosidad: preguntas y dilemas prácticos”
- Resolución grupal de los siguientes interrogantes:
 - ¿Opinan que hubo una buena problematización de la/las preguntas del capítulo 1? ¿Por qué?
 - ¿Qué tipo de conocimiento produjo el proyecto desde esas preguntas (teórico-empírico)? ¿Apuntan a describir patrones o procesos?
 - ¿Se pretendía probar alguna hipótesis teórica para verificarla o se quería explicar cómo funciona la especie de parasitoides, o la de vinchucas o la de ambas o su relación?
 - ¿Encuentra en el capítulo 2 alguna pregunta central? ¿Cuál/cuáles? ¿Identifica una etapa de problematización que los lleva a esas preguntas?
 - Expresen en un esquema los cambios que perciban entre la investigación propuesta en el primer capítulo y el segundo. Recupere los aspectos metodológicos y las operaciones intelectuales.
- Reflexión metacognitiva y valoración colectiva respecto de las actividades desarrolladas

Estas secuencias de actividades fueron implementadas con ambos grupos (grupo 1: Estudiantes de Epistemología e Historia de la Ciencia y grupo 2: Estudiantes de Metodología de la Investigación Científica). Se procedió a la observación y registro de audio de las clases involucradas en el desarrollo de ambas secuencias y se recogieron las producciones escritas (presenciales y no presenciales) elaboradas por los estudiantes en respuesta a las actividades propuestas.

En este momento, nos encontramos en proceso de transcripción del registro de audio y de sistematización de los datos recogidos. Estamos iniciando, además, la fase de interpretación y construcción de categorías emergentes a partir de la lectura de dichos datos.

5. A MODO DE REFLEXIONES PRELIMINARES

Para cerrar, nos interesa plantear algunas valoraciones preliminares acerca del camino transitado hasta el momento en el marco de este proyecto de innovación de nuestras propias prácticas docentes universitarias. Como ya hemos anticipado, es nuestro objetivo promover en los estudiantes la construcción significativa de saberes acerca de la naturaleza del conocimiento y la práctica científica. Para ello hemos considerado las dificultades que resultan inherentes a la comprensión de este tipo de saber de *segundo orden* y la definición de diferentes niveles de complejidad que permiten la articulación entre las propuestas de ambas asignaturas.

Esta tarea ha implicado un conjunto de acciones compartidas que consideramos valiosas en la construcción colectiva de propuestas innovadoras desde una perspectiva de integración y gradualidad en la formación metacientífica de futuros investigadores y educadores en ciencias. Entre ellas nos interesa señalar las siguientes:

- a. Aproximar un diálogo reflexivo entre equipos docentes con historias de trabajo y saberes diferentes (biólogos, matemáticos, psicopedagogos y didactas).



- b. Construir consenso conceptual y núcleos de ideas compartidas para la elaboración de materiales y consignas especificando los procesos cognitivos a promover y los niveles de complejidad que se procuran contemplar.
- c. Una rica documentación compilada, a partir de los registros y observaciones realizadas en cada asignatura, dando cuenta de actividades con diferentes formatos y estrategias. De este modo, hemos procurado ofrecer distintas alternativas para que los estudiantes puedan explicitar sus ideas, reflexiones y construcciones en relación con los ejes conceptuales seleccionados.

Transitar por estos caminos de la enseñanza de los cómo producir conocimiento en ciencia desde la construcción de alternativas, su registro y estudio significa para nosotros mismos un significativo aprendizaje que aporta a nuestra profesionalización como docentes universitarios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adúriz-Bravo, A.; Perafán, G. y Badillo, E. (2002a). Actualización en Didáctica de las Ciencias Naturales y las Matemáticas. Bogotá: Editorial Magisterio.
- Adúriz-Bravo, A.; Izquierdo, M y Stany, A. (2002b). Una propuesta para estructurar la enseñanza de la Filosofía de la Ciencia para el profesorado de Ciencias en formación. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 465-476.
- Adúriz-Bravo, A. (2005). Una introducción a la naturaleza de la ciencia: La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Arnal, J., Del Rincón, D., & Latorre, A. (1994). *La investigación educativa. Fundamentos y metodologías*. Barcelona: Edit. Labor.
- Astudillo, C., Rivarosa, A. y Ortiz, F. (2011). Naturaleza de la ciencia y enseñanza. Un aporte para la formación del profesorado. *Revista de Educación en Biología*, 14(2), 13-23.
- Buendía, L., González, D., Gutierrez, J., y Pegalajar, M. (1999). *Modelos de análisis de la investigación Educativa*. Sevilla: Ediciones Alfar S.A.
- Duschl, R. (1995). Más allá del conocimiento: los desafíos epistemológicos y sociales de la enseñanza mediante el cambio conceptual. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), 3-14.
- Gardner, H. (1991) *The unschooled mind: How children think and how schools should teach*. New York: Basic Books.
- Geymonat, L. (2002) (trad.). *Límites actuales de la filosofía de la ciencia*. Barcelona: Gedisa.
- Hodson, D. (2003). Towards a philosophically more valid science curriculum. *Science Education*, 72(1), 19-40.
- Jay Gould, S. (1996). Escalas y conos: la evolución limitada por el uso de iconos canónicos. En Sacks, O.; Kevles, D.; Lewontin, R.; Jay Gould, S. y Millar, J. *Historias de la Ciencia y del Olvido*, 123-154). Madrid: Edición Siruela.
- Jenkins, E. y Pell, R. (2006). *The Relevance of Science Education Project (ROSE) in England: A summary of findings*. Leeds: University of Leeds.
- Latour, B. y Woolgar, S. (1995) *La vida en el laboratorio: la construcción de los hechos científicos*. Madrid: Alianza Editorial.
- 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. (2005). La naturaleza de la ciencia, una asignatura pendiente en los enfoques CTS: retos y perspectivas. En Membiela, P. y Y. Padilla (Eds.) *Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad en los inicios del Siglo XXI*, 35-39. Vigo: Educación Editora.



- Matthews, M. (1991). Un lugar para la historia y la filosofía en la enseñanza de las Ciencias. *Comunicación, Lenguaje y Educación*, 11(12), 141-145.
- Matthews, M. (Ed.) (2009). *Science, Worldviews and Education from the Journal Science and Education*. Sydney: Springer Science/Business media.
- Palma, E. y Wolovelsky, H. (2001). *Imágenes de la racionalidad científica*. Buenos Aires: Eudeba.
- Perkins, D. (2010). *El aprendizaje pleno. Principios de la enseñanza para transformar la educación*, México: Editorial Paidós.
- Quintanilla, M; Izquierdo, M.; Adúriz 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. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, N° extra, VII Congreso, pp. 1-4.
- Schuster, F. (1999). Los laberintos de la contextualización en ciencia. En Althabe, G. y Schuster, F. (comps.) *Antropología del presente*, Buenos Aires: Edicial.
- Wolovelsky, E. (2008). *El siglo ausente: manifiesto sobre la enseñanza de la ciencia*. Buenos Aires: Editorial Zorzal.