



La historia y la filosofía de la ciencia en la formación del profesorado: Una experiencia de formación continua virtual

Science history and philosophy in teacher training: an experience of continuous virtual training

Alejandro Pujalte

CeFIEC-Instituto de Investigaciones Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina
INFD-Instituto Nacional de Formación Docente, Ministerio de Educación y Deportes, Buenos Aires, Argentina
alejandropujalte@gmail.com

Juan Pablo Colotta

INFD-Instituto Nacional de Formación Docente, Ministerio de Educación y Deportes, Buenos Aires, Argentina
jpcolotta@gmail.com

Marcelo Bazán

INFD-Instituto Nacional de Formación Docente, Ministerio de Educación y Deportes, Buenos Aires, Argentina
mbazan@infed.edu.ar

Mariana Rodríguez

INFD-Instituto Nacional de Formación Docente, Ministerio de Educación y Deportes, Buenos Aires, Argentina
mrodriguez@infed.edu.ar

Resumo:

Este trabalho está estruturado a partir da experiência de implementação de um seminário de história e filosofia da ciência, no contexto de uma especialização em ensino de ciências naturais, destinadas a professores de ciências do ensino médio. O seminário tem caráter virtual e se desenvolve ao longo de dois meses, com uma aula semanal, totalizando uma carga horária de 46 horas. A proposta de formação metacientífica liga duas perspectivas sobre a natureza da ciência, isto é, como componente curricular e como linha de pesquisa, a fim de mostrar quais podem ser as suas contribuições para a oferta de uma educação científica de qualidade, partindo da reflexão sobre as concepções sobre ciência que sustentam os(as) docentes no desenvolvimento de propostas didáticas que utilizem os insumos advindos da epistemologia e da história da ciência para promover aprendizagens genuínas e significativas.

Palavras-chave: História e Filosofia da Ciência; Natureza da Ciência; Formação de Professores.

Resumen:

Este trabajo se estructura a partir de la experiencia de implementación de un seminario de historia y filosofía de la ciencia, en el contexto de una especialización en enseñanza de las ciencias naturales, destinado a profesores y profesoras de ciencias de escuela secundaria. Dicho seminario tiene carácter virtual y se desarrolla a lo largo de dos meses, con una frecuencia semanal de clases, con una carga horaria equivalente a 46 horas. La propuesta de formación metacientífica vincula dos perspectivas de la naturaleza de la ciencia, esto es, como componente curricular emergente y como línea de investigación, con el propósito de mostrar cuáles pueden ser sus aportes para el logro de una educación científica de calidad, desde la reflexión sobre las concepciones sobre la ciencia que sustentan las y los docentes hasta la generación de propuestas didácticas que utilicen insumos



provenientes de la epistemología y la historia de la ciencia para lograr aprendizajes genuinos y significativos.

Palabras clave: Historia y Filosofía de la Ciencia; Naturaleza de la Ciencia; Formación del Profesorado.

Abstract

This study follows the implementation of a seminar on history and philosophy of science within a continuous training programme on Natural Science teaching for secondary school teachers. The seminar was conducted online (e-learning approach), one lesson per week for two months, in a total of 46 hours. This meta-scientific training approach links two perspectives on the Nature of Science: the first, as an emerging curricular component, and the second, as a field of research. The aim was to demonstrate its potential contribution to the improvement of the quality of scientific education, based on the teachers' conceptions about science and the emergence of teaching proposals that employ inputs from epistemology and the history of science to achieve genuine and meaningful learning.

Keywords: History and Philosophy of Science; Nature of Science; Teacher Training.

Introducción

Desde principios de los años ochenta del siglo XX existe un cierto consenso en la comunidad internacional de didactas de las ciencias: que la enseñanza de las ciencias no debería limitarse al aprendizaje de leyes, teorías y conceptos. Que si la intención es lograr aprendizajes genuinos en las y los estudiantes, no solo deberían enseñarse saberes **de la ciencia** sino también **sobre la ciencia**. Estos saberes sobre la ciencia, en términos generales, nos ayudarían a responder tres grandes preguntas: ¿qué es la ciencia?, ¿cómo cambia la ciencia en el tiempo? y ¿cómo se relaciona la ciencia con la sociedad y la cultura de cada momento histórico. La respuesta a este tipo de preguntas proviene de las denominadas **metaciencias**, en especial de la filosofía de la ciencia (también conocida como **epistemología**) y de la historia de la ciencia. Es así que, progresivamente, en la currícula de ciencias de los diferentes niveles educativos ha empezado a emerger con fuerza un nuevo componente curricular denominado **naturaleza de la ciencia** que recupera contenidos originados en estas áreas metacientíficas. También con el nombre de *naturaleza de la ciencia* se conoce a la línea de investigación en didáctica de las ciencias naturales que se dedica, entre otras cosas, a investigar cuáles son las concepciones sobre la ciencia que tienen en general las personas, en especial los diferentes actores educativos, es decir, profesores/as de ciencia y estudiantes. Las indagaciones en este sentido han revelado que, tanto el estudiantado como el profesorado en su mayoría, cuentan con una imagen de ciencia muy estereotipada, con poco o nada que ver con lo que las metaciencias sostienen desde el punto de vista actual. Y que estas "visiones deformadas" se terminan constituyendo en verdaderos obstáculos tanto para la enseñanza como para el aprendizaje de las ciencias naturales.

Este trabajo se estructura a partir de la experiencia de implementación de un seminario de historia y filosofía de la ciencia, en el contexto de una especialización en enseñanza de las ciencias naturales, a cargo del INFD (Instituto Nacional de Formación Docente, Ministerio de Educación de la República



Argentina) destinado a profesores y profesoras de ciencias de escuela secundaria. Dicho seminario tiene carácter virtual y se desarrolla a lo largo de dos meses, con una frecuencia semanal de clases, con una carga horaria equivalente a 46 horas.

La propuesta de formación metacientífica vincula las dos perspectivas de la naturaleza de la ciencia mencionadas anteriormente con el propósito de mostrar cuáles pueden ser sus aportes para el logro de una educación científica de calidad, desde la reflexión sobre las concepciones sobre la ciencia que sustentan las y los docentes hasta la generación de propuestas didácticas que utilicen insumos provenientes de la epistemología y la historia de la ciencia para lograr aprendizajes genuinos y significativos.

Los propósitos del seminario de historia y filosofía de la ciencia son:

- Contrastar la concepción de ciencia y la metodología empleada en distintas épocas con las concepciones actuales.
- Proveer una introducción histórica a la epistemología del siglo XX.
- Proporcionar orientaciones didácticas para la elaboración de propuestas para el aula, debidamente fundamentadas, que faciliten la inclusión y el desarrollo de la perspectiva histórico-epistemológica en la enseñanza de las ciencias naturales.
- Brindar herramientas conceptuales para la construcción de una respuesta fundamentada a la pregunta de *qué ciencia enseñar* en el nivel secundario y en la formación docente.

Objetivos del presente artículo

Son objetivos de este trabajo:

- Describir los aspectos generales de la instancia virtual de referencia, como acción de formación continua del profesorado.
- Presentar a la Naturaleza de la Ciencia (en su doble carácter de línea de investigación sobre las imágenes de ciencia y de componente curricular emergente de carácter metacientífico), como marco teórico de referencia del seminario y como eje metodológico de la propuesta didáctica que el seminario constituye.
- Caracterizar el aspecto metarreflexivo de la propuesta, que toma como insumos de referencia tanto las concepciones sobre ciencia del propio colectivo de profesoras y profesores cursantes del seminario, como las imágenes de ciencia y de científico que dichas profesoras y profesores han relevado de sus estudiantes de secundaria.
- Presentar algunos indicios del ejercicio metarreflexivo realizado por las profesoras y profesores en relación con las imágenes de ciencia que circulan en las aulas, tanto en el discurso como en la acción, en tanto posibles obstáculos para el logro de una educación científica de calidad.



Contextualización teórica

Este trabajo se inscribe en la línea de investigación en didáctica de las ciencias denominada *naturaleza de la ciencia* (NOS, por su sigla en inglés), que en los últimos veinte años viene examinando las ideas acerca de la ciencia tanto en estudiantado como en profesorado de ciencias (Adúriz-Bravo, 2005).

En realidad, el interés de la línea NOS en explorar estas concepciones surge de su principal preocupación: la alfabetización científica de calidad para todos y todas a partir de la reflexión curricular que plantea la necesidad de que la población no sólo deba saber ciencias sino saber sobre ciencias. Esto es, que además de adquirir los contenidos científicos, la ciudadanía pueda responderse las preguntas acerca de qué es la ciencia, cómo cambia en el tiempo y cómo se relaciona con la sociedad y la cultura (Adúriz-Bravo, 2009). Esto implica una incorporación de contenidos que impliquen una reflexión crítica, de carácter metadiscursivo, sobre las ciencias naturales. Lo que muestran los estudios exploratorios es que en general las poblaciones estudiadas no cuentan con visiones adecuadas de la naturaleza de la ciencia. Mucho se ha escrito acerca de la importancia de la incorporación de las metaciencias a la educación científica.

Siguiendo a Lederman (2006) se puede decir que la investigación en la línea NOS se ha centrado progresivamente en los siguientes focos de atención:

1. concepciones de las y los estudiantes acerca de la naturaleza de la ciencia.
2. currículo encaminado a mejorar las ideas de las/los estudiantes acerca de la naturaleza de la ciencia.
3. concepciones de las y los profesores acerca de la naturaleza de la ciencia.
4. propuestas para la mejora de las concepciones del profesorado.
5. la relativa eficacia de diversas prácticas instruccionales.

Llegados a este punto, Lederman se atreve a realizar algunas generalizaciones a la luz de los numerosos estudios realizados a la fecha:

- a) Las y los estudiantes de secundaria no suelen tener "adecuadas" concepciones acerca de la naturaleza de la ciencia.
- b) Las y los profesores de secundaria no suelen tener "adecuadas" concepciones acerca de la naturaleza de la ciencia.
- c) Se aprenden mejor las concepciones acerca de la naturaleza de la ciencia mediante la enseñanza explícita y reflexiva antes que implícitamente a través de experiencias donde simplemente "se hace" ciencia.
- d) Las concepciones de las y los profesores acerca de la naturaleza de la ciencia no se trasladan automáticamente y necesariamente a la práctica de aula.
- e) El profesorado no considera a la naturaleza de la ciencia como un objetivo de enseñanza de igual estatus con respecto a los "tradicionales" objetivos de las asignaturas científicas.



En relación a las dos primeras afirmaciones de Lederman que revelan que tanto el estudiantado como el profesorado no cuentan con adecuadas concepciones sobre la naturaleza de la ciencia, nos interesa enfocarnos en el análisis de en qué medida las primeras (las del estudiantado) son consecuencia de las segundas (las del profesorado), o al menos si es que contribuyen a su formación. En ese sentido es que resultan especialmente reveladores los desarrollos alcanzados por una sublínea de investigación dentro de la NOS, que se la suele denominar a partir de su objeto de estudio: *las imágenes de ciencia y de científico*.

Las imágenes de ciencia y de científico en el estudiantado y en el profesorado

Cuando se les pregunta a estudiantes cómo es que se imaginan a una persona que hace ciencia y se les pide que la dibujen en su ambiente de trabajo en un día típico, los resultados suelen ser muy similares con independencia de la edad, el género, el nivel sociocultural, el país de procedencia y otras variables de contexto. En la mayoría de los casos, los y las estudiantes dibujan científicos varones, con lentes y guardapolvo, a menudo calvos o con el pelo revuelto, trabajando solos en un lugar que suele ser un laboratorio, con características semejantes a las de un laboratorio de química escolar. La primera sistematización de este estilo de indagación vino de la mano de David Chambers (1983) quien de la mano de su DAST (*Draw a Scientist Test*) relevó los dibujos de 4807 niños y niñas de entre cinco y once años de edad, en Estados Unidos y Canadá por un período de once años (1966-1977). Las numerosas indagaciones realizadas en este sentido a nivel mundial muestran una recurrencia a estos clisés en diferentes niveles educativos y en distintas culturas (Maoldomhnaigh & Hunt, 1988; Parsons, 1997; Rätty & Snellman, 1997)

Es frecuente que estas indagaciones, que solicitan el dibujo de un científico, estén también acompañadas de preguntas que apuntan a que los y las estudiantes expliciten por escrito algunas de sus características. Las descripciones que se obtienen por este medio también suelen ser muy coincidentes: este científico típico es distraído, absorbido por su trabajo, con poca vida social, ocupado en cosas que sólo él puede entender, sin familia o amigos, sin otros intereses o motivaciones.

Todos estos rasgos hasta aquí señalados, y algunos otros, corresponden a un estereotipo. A manera de hipótesis de trabajo, podemos afirmar que esa imagen de científico que se plasma en los dibujos es un *epifenómeno* de una particular imagen de ciencia, en el sentido de que la gente personifica y pone en el estereotipo de científico que dibuja sus propias concepciones acerca de la actividad científica (Adúriz-Bravo, en Stekolschik, 2008).

El estereotipo del científico sigue incólume, con características muy similares a las que las antropólogas Margaret Mead y Rhoda Metraux describieran hace casi sesenta años (Mead & Metraux, 1957) y no constituye un modelo al cual la mayoría de las y los estudiantes quieran adherir. "Mientras que la mayoría de la gente expresa respeto y admiración por los científicos, el estereotipo dominante desalienta a quienes no se identifican con él cuando se piensan a sí mismos como científicos" (Leslie-Pelecky, Buck, & Zabawa, 2005). De hecho, la desidentificación que las y los estudiantes asocian con ese tipo de ciencia que subyace en sus dibujos y caracterizaciones pasa en la mayoría de los casos por no considerarse aptas y aptos para comprender y disfrutar la ciencia que se les enseña (Pujalte, Porro, & Adúriz-Bravo, 2012).

Muchos estudios han revelado la temprana formación de esta imagen; la evidencia muestra que ya a los seis o siete años las niñas y los niños producen estas representaciones (Newton & Newton, 1998).

Con todo, lo que parece quedar claro es que, si bien esta imagen estereotipada se forma



tempranamente, a medida que la escolaridad avanza, los rasgos más característicos se acentúan con fuerza (Dibarboure, 2010; Pujalte, Porro, & Adúriz-Bravo, 2011), con el correlato correspondiente del desinterés por las asignaturas científicas por parte de las y los jóvenes y la merma consiguiente de matrícula en las carreras científicas. Esta exclusión además tiene una importante componente de género, relegando a las mujeres a un plano muy secundario (Jones, Howe, & Rua, 2000).

Muchas investigaciones coinciden en señalar que a medida que transcurre la escolarización, las representaciones acerca de la ciencia y los científicos se hacen cada vez más estereotipadas. Y no solamente eso, sino que cada vez se hacen más parecidas a las de sus profesoras y profesores. En relación con esto, casi paralelamente con las indagaciones de las imágenes de ciencia y de científico del estudiantado, se vienen desarrollando investigaciones sobre la imagen de ciencia del profesorado. La investigación internacional la suele catalogar como visiones deformadas, imágenes distorsionadas o inadecuadas (Chen, Taylor, & Aldridge, 1997; Fernández, Cachapuz, Carrascosa, Gil, & Praia, 2002; Hodson, 1998; Manassero & Vázquez, 2001; Vázquez, Acevedo, Manassero, & Acevedo, 2006). En muchos de los trabajos a los que hicimos referencia, se afirma que estas visiones deformadas se transmiten cuando se enseña ciencia (por ejemplo en Fernández et al., 2002), de ahí la importancia de conocer la imagen de ciencia que traen las profesoras y los profesores de ciencias, en formación y en servicio, para poder intervenir sobre ella (Abd- El-Khalick, 2001).

Las y los investigadores suelen coincidir que esta imagen surge de una visión marcadamente empiroinductivista, que considera la ciencia como construcción ahistórica, individualista, independiente de valores, ideologías, intereses y contextos, y por tanto neutral, objetiva y sin dudas infalible y dueña de la verdad. Al mismo tiempo se muestra como una empresa elitista y excluyente, esencialmente masculina, fundada en una racionalidad científica centrada en un único método. Suele acentuarse su carácter críptico y hermético, que sólo puede ser descifrado por verdaderos "iniciados" (Pujalte, Bonan, Porro, & Adúriz-Bravo, 2014). La bibliografía internacional es muy abundante en trabajos de investigación sobre las concepciones del profesorado y, en menor grado, sobre instancias de intervención que apuntan a promover una adecuada comprensión de la naturaleza de la ciencia en el profesorado (Acevedo Díaz, 2007a, b).

En relación a lo señalado en el párrafo anterior el trabajo que aquí presentamos da cuenta de una propuesta de formación docente continua virtual para profesores y profesoras de ciencias naturales de la escuela secundaria. Se trata de un seminario de Historia y Filosofía de la Ciencia, en el marco de una Especialización en la Enseñanza de las Ciencias Naturales, del Ministerio de Educación de la República Argentina.

Metodología

El ciclo de seis clases constituye un recorrido histórico y temático alrededor de las diferentes perspectivas metacientíficas del siglo XX, desde las corrientes de pensamiento que dieron lugar al positivismo lógico hasta las concepciones contemporáneas sobre la ciencia. La orientación que se asume para el abordaje de este recorrido confluye en una mirada basada en los modelos epistemológicos (*model based view*) y las respuestas que dan para las grandes preguntas sobre la ciencia, seleccionadas en relación a su valor para la educación científica (Adúriz-Bravo, 2005) y no un listado de afirmaciones epistemológicas a ser aprendidas.



En la primera clase se realiza un abordaje de introducción a las metaciencias, con especial énfasis en la epistemología (filosofía de la ciencia) y en la historia de la ciencia en tanto disciplinas científicas de referencia a la hora de seleccionar y transponer contenidos con valor para la educación científica. Es así que se caracteriza a la NOS como componente emergente curricular que trata de posicionar en el ámbito escolar las preguntas acerca de qué es la ciencia, como cambia a lo largo del tiempo y cómo se relaciona con la sociedad y la cultura de su época. Esto implica presentar a la ciencia como una actividad profundamente humana (Adúriz-Bravo, 2005). Entonces, se hace foco en de qué manera la incorporación de NOS en las clases de ciencias promueve la competencias de pensamiento científico, que permitan a las/los estudiantes una reflexión crítica sobre el conocimiento científico, sobre los modos de producción de dicho conocimiento y sobre los productos de la actividad científica y tecnológica. Además de presentar a la NOS como componente curricular, se la presenta como línea de investigación dentro de la didáctica de las ciencias naturales que, entre otras cuestiones, se ocupa de indagar las imágenes de ciencia y de científico en diversas poblaciones, con especial énfasis en el estudiantado y en el profesorado (Lederman, 2006).

Realización de indagaciones de concepciones del profesorado y de imágenes de ciencia y de científico en el estudiantado

En esta primera clase se comienza con una indagación de las concepciones sobre la ciencia que tienen las y los profesores cursantes del seminario y en la segunda clase una actividad que realizan ellas y ellos con sus estudiantes de secundaria, en relación con las imágenes de ciencia y de científico que circulan en el estudiantado. A continuación se precisan los alcances de estas indagaciones en términos de las finalidades a las que apuntan.

Primera fase: Las concepciones de ciencia de las y los cursantes

En primer término, y en función de esclarecer las pretensiones y alcances de la indagación que se realiza en la primera clase creemos pertinente destacar que la intención es suministrar a las y los cursantes una perspectiva de un perfil típico promedio de concepciones sobre la ciencia del profesorado de secundaria a partir del cual poder reflexionar al final de la cursada del seminario, a la manera de las usuales indagaciones de ideas previas en didáctica de las ciencias naturales. Es por ello que se elige un abordaje de carácter exploratorio, heurístico, fundamentalmente cualitativo y explicativo, sin intenciones de proyectar generalizaciones. A los efectos descriptos, la decisión metodológica consistió en la elección de un instrumento, el COCE (Cuestionario de Opiniones acerca de la Ciencia y su Enseñanza) ya diseñado y validado en una investigación previa (Pujalte, 2014). El COCE contempla no sólo las concepciones sobre la NOS que tienen las/los docentes, sino también su posicionamiento respecto de la enseñanza de aspectos NOS. Este instrumento a su vez está basado en el *Views on Science and Education Questionnaire* (VOSE, Chen, 2006). El instrumento finalmente aplicado consiste en una serie de afirmaciones acerca de la naturaleza de la ciencia que se ponen a consideración de los participantes que son sujetos de indagación. Para cada una de esas afirmaciones se debe expresar el grado de acuerdo o desacuerdo en función de una escala tipo Likert de cinco niveles. Consta de 64 afirmaciones asociadas a un total de 11 ítems, encabezados cada uno de ellos por un párrafo en el que se presenta la cuestión objeto de consulta. Los 11 ítems recorren nueve aspectos centrales de la NOS a saber:

1. Provisionalidad del conocimiento científico.



2. Naturaleza de la observación.
3. Correspondencia entre realidad y predicación
4. Representación
5. Métodos científicos.
6. Naturaleza de las teorías
7. Imaginación.
8. Validación del conocimiento científico
9. Objetividad y subjetividad en ciencia.

Además, el COCE contempla cinco cuestiones en relación a la enseñanza de otros tantos aspectos NOS, concretamente el enseñar acerca de la provisionalidad del conocimiento científico, la naturaleza de la observación, el método científico y la subjetividad en la ciencia. Cabe aclarar que originalmente el cuestionario VOSE en el cual se basa el que aquí se implementó fue diseñado para grandes poblaciones y tratamiento estadístico de los resultados, pero como se dijo anteriormente la utilización que se hace aquí del cuestionario derivado apunta a obtener a grandes rasgos el perfil de concepciones a partir del acumulado de respuestas, suficiente para las finalidades que aquí se persiguen.

Las y los cursantes contestaron el cuestionario en forma anónima en la semana de publicación de la clase uno y hasta la fecha de publicación de la clase dos, a partir de la cual en el seminario se empezarán a abordar las diferentes escuelas epistemológicas.

Segunda fase: Las y los cursantes indagan las imágenes de ciencia y de científico de sus respectivas/os alumnas/os de secundaria

En la segunda clase, la temática que aborda el seminario está en relación con las denominadas corrientes tradicionales de corte empiroinductivista, de la epistemología del siglo XX, esto es, el Positivismo Lógico, la Concepción Heredada y el Racionalismo Crítico. En esta clase se hace además un abordaje crítico de la noción de Método Científico y sus implicancias educativas. Una de las actividades que las y los profesoras/es cursantes del seminario deben realizar es indagar las imágenes de ciencia y de científico de sus estudiantes de secundaria. A continuación se transcribe en letra cursiva el detalle de las consignas para la actividad:

Actividad obligatoria

Parte 1: Indagación con los estudiantes

La literatura internacional en didáctica de las ciencias naturales suele hablar de "visiones deformadas" para referirse a las imágenes de sentido común -que mantiene buena parte de la población- sobre el quehacer científico y sobre quienes lo llevan adelante. En particular, nos interesa indagar las visiones que tienen, en este sentido, las y los estudiantes de secundaria, en tanto es posible encontrar una imagen de ciencia que constituya un obstáculo para que aprendan ciencia. Es en este sentido que les proponemos que realicen con sus estudiantes de secundaria la siguiente actividad, cuya consigna presentamos a continuación.



Consigna para los/las estudiantes:

1. Dibujá a las personas que se dedican a la actividad científica en un día típico de trabajo y en el lugar donde la realizan.
2. Caracterizá a las personas que dibujaste en el punto anterior mediante cinco adjetivos.
3. Caracterizá la actividad que realizan esas personas, usando también cinco adjetivos.
4. ¿Te imaginás dentro de unos años dedicándote a esa actividad que describiste? ¿Sí o no? En cualquiera de los casos, respondé por qué.

Parte 2. Foro: las representaciones de la ciencia y el quehacer científico

Una vez que lograron hacer el relevamiento (Parte 1), les pedimos que analicen los dibujos y las respuestas de sus alumnos/as a través de las siguientes categorías:

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

Y, en el caso de la última pregunta que se les hace a los/las estudiantes de secundaria:

- ¿Cuántos/as de los/las estudiantes relevados/as se imaginan dedicándose a esta actividad en el futuro? ¿Cuántos/as no se visualizan así?
- De aquellos/as que no se imaginan desempeñándose en la actividad científica, ¿cuáles son las razones o motivos por los cuales no se identifican?

Agreguen en el foro, además, una breve reflexión que vincule los recorridos de esta clase en relación a la imagen de ciencia que surge de estas miradas tradicionales (incluido el método científico) con el estereotipo de la imagen del científico que seguramente surgirá de sus indagaciones.

Parte 3: Cartelera de dibujos

Elijan dos de sus dibujos más representativos de su muestra de alumnos/as para compartirlos grupalmente en la cartelera Linoit. Su tutor/a les indicará paso a paso como hacerlo.

Para ir pensando y retomar en la última clase: ¿de qué manera se les ocurre que podrían trabajar en el aula con sus alumnos/as para contribuir a la superación de este estereotipo?

En la tercera clase el recorrido abarca la llamada Nueva Filosofía de la Ciencia y sus referentes más conspicuos (Thomas Kuhn, Imre Lakatos y Larry Laudan) y toda la influencia que esta corriente



ha tenido en la didáctica de las ciencias naturales. En la cuarta clase se aborda la Historia de la Ciencia como disciplina metacientífica y se describen y utilizan las categorías usuales de análisis histórico para el análisis de textos y actividades de aula. La clase cinco retoma el recorrido histórico de la epistemología del siglo XX y lo que va del siglo XXI, mencionando someramente la corrientes postkuhniánas, pero profundizando en las perspectivas semanticistas y modeloteóricas por su potencia para la didáctica de las ciencias actual. La sexta y última clase vuelve a retomar la perspectiva investigativa de la NOS mostrando el estado del arte especialmente en la investigación sobre las imágenes de ciencia y de científico. También se desarrolla con numerosos ejemplos a la NOS como fuente para el desarrollo de propuestas didácticas, con un énfasis particular en las aportaciones de las visiones basadas en modelos (model-based views).

En la clase final justamente se recuperan los resultados de las indagaciones realizadas en las dos primeras clases en tanto que una buena parte de las concepciones que de allí surgen pueden constituirse en genuinos obstáculos para una educación científica de calidad. Algunos de estos resultados se presentan en el apartado correspondiente.

Como producto final del seminario, las y los cursantes realizan un ejercicio metacognitivo sobre la imagen de ciencia que circula en las clases de secundaria en relación con la propia imagen de ciencia. Además, realizan un trabajo final integrador del seminario en el cual deben diseñar una actividad o algunas actividades para la enseñanza explícita de una idea epistemológica, con una fundamentación metacientífica que recupere las categorías teóricas abordadas a lo largo del recorrido y utilizando como insumos las producciones parciales que fueron realizando a lo largo del seminario. Dichas producciones parciales en todos los casos recuperan aspectos históricos y epistemológicos en relación con las prácticas de enseñanza de las ciencias, como por ejemplo la recuperación de las visiones que la nueva filosofía de la ciencia ha tenido a la hora de repensar la didáctica de las ciencias naturales, el análisis crítico de los textos escolares en relación a las diferentes miradas sobre la historia de la ciencia que pueden presentar o a las nociones de modelo que suelen aparecer.

Resultados y discusión

En relación a las respuestas al cuestionario de concepciones sobre la ciencia y su enseñanza

Se registró un total de 293 participaciones. A partir de las consideraciones que se hacen para el COCE en Pujalte (2014) se procedió a clasificar las respuestas al cuestionario referidas a concepciones NOS y sobre la enseñanza de aspectos NOS en dos grandes categorías "contextualistas" (concepciones que podrían atribuirse a posicionamientos de la nueva filosofía de la ciencia o posteriores) y "empirio-positivistas" (adscribibles a perspectivas que sintonizan con el positivismo lógico, la concepción heredada o el racionalismo crítico), según respondieran acordando o desacordando con cada afirmación del cuestionario. Como se señaló en un párrafo anterior, el abordaje no tuvo pretensión de cuantificación estadística, sino que lo que se procuró fue una aproximación cualitativa de carácter general, para la cual el acumulado de respuestas fue suficiente, con la intención de detectar la prevalencia de alguna de las dos categorías de análisis en las respuestas acumuladas. En ese sentido y por razones de espacio, preferimos transcribir aquí los resultados en términos cualitativos.



Se puede advertir en el colectivo de docentes cursantes una concepción de ciencia que podría caracterizarse en términos generales como híbrida entre una visión tradicional de carácter empiro-positivista y una visión actualizada de corte más contextualista. Si bien prevalecen las respuestas de corte empiro-positivista, la diferencia con las contextualistas no son tan marcadas. Para poder dar cuenta con más profundidad de las características del perfil docente medio consideramos necesario desagregar el análisis en los diferentes aspectos de la naturaleza de la ciencia que aborda el cuestionario:

a) *Provisionalidad*: Hay una manifiesta tendencia a considerar que si bien el conocimiento científico es provisional, existe una progresión de carácter acumulativo hacia la verdad.

b) *Naturaleza de la observación*: Se da un equilibrio muy significativo entre quienes sostienen que la observación es independiente de las teorías con quienes sostienen lo contrario.

c) *Correspondencia*: También hay una manifiesta paridad entre quienes sostienen que la ciencia habla de cosas que existen independientemente de nuestro conocimiento y por tanto que existe una única descripción verdadera y completa del mundo con aquellos que piensan que los objetos existen en función de la aplicación de nuestros esquemas conceptuales, sin los cuales no podríamos conocerlos, lo que implica que no existe una única descripción del mundo.

d) *Representación*: Respecto de este aspecto hay una prevalencia de una mirada más actual de la ciencia como conjunto de modelos consensuados frente a la posibilidad de considerarla como un conjunto de teorías establecidas.

e) *Método*: La dimensión del método es la que aparece como más notoriamente volcada a una perspectiva empiro-positivista. La idea de un único método como garantía de validez para la producción de conocimiento científico resulta ampliamente mayoritaria en la población de docentes.

f) *Naturaleza de las teorías*: Hay un equilibrio entre las posturas que sostienen que las teorías son descubiertas por los científicos con aquellas que involucran a la invención como origen de las mismas, aunque hay una cierta prevalencia de la idea de descubrimiento.

g) *Imaginación*: Respecto de este aspecto, una amplia mayoría de la población de docentes se inclina a pensar que la imaginación juega un papel preponderante en la construcción de conocimiento científico.

h) *Validación*: Existe un posicionamiento mayoritario que asume que el mayor peso en la validación del conocimiento científico está dado por la evidencia empírica frente a otros condicionantes contextuales como el paradigma vigente, el principio de autoridad, la noción de parsimonia o la intuición.

i) *Subjetividad / Objetividad*: Hay una evidente paridad entre las posturas que consideran relevantes los aspectos subjetivos y las que se inclinan por resaltar la objetividad como premisa fundamental de la investigación científica.

Coincidimos con muchas investigaciones realizadas en este sentido en el carácter tradicional y conservador del perfil de concepciones epistemológicas sustentado por el profesorado en



ejercicio (Ravanal & Quintanilla, 2010) como se puede ver reflejado en los aspectos atinentes a las dimensiones de *método* y de *validación*. No obstante, sostenemos que trasciende en el colectivo una *visión híbrida* que recupera aspectos de una imagen de ciencia contextualista, afianzada en una perspectiva que podríamos catalogar como *'informada'*.

En relación a las indagaciones sobre la imagen de ciencia y de científico que las y los cursantes realizaron con sus estudiantes de secundaria

Las profesoras y profesores llevaron a cabo en sus aulas de secundaria la indagación con el protocolo propuesto. Al compartir los dibujos más representativos en las pizarras virtuales pudieron dar cuenta de la fuerte presencia del estereotipo, en los rasgos más característicos que hemos señalado en el apartado correspondiente en la contextualización teórica, esto es, en su gran mayoría dibujan a hombres solos, vistiendo guardapolvo, en un laboratorio de química y haciendo experimentos. En cuanto a las palabras que aparecen con más frecuencia para caracterizar a la actividad se encuentran: importante, difícil, experimental, peligrosa, dedicada. En relación a las características que mencionan para describir a las personas que se dedican a esta actividad aparecen: observadores, meticulosos, inteligentes, sabios, obsesivos, locos, antisociales. Pero sobre todo lo que más llama la atención es lo que responde el estudiantado en relación a si se ven como posibles científicos o científicas, pues en su gran mayoría dicen que no, y lo más preocupante son las razones que suelen dar para justificar su desidentificación con la ciencia: "es muy difícil", "no la entiendo", "no me gusta", "es para personas muy inteligentes y yo no lo soy", "no sirvo para esto", "no me da la cabeza". Esto se corresponde con lo que surge de algunas investigaciones realizadas en la misma temática (Pujalte et al, 2012).

Un ejercicio metarreflexivo

En el foro de la última clase, se invitó a las y los cursantes a poner en relación los resultados globales de la aplicación del cuestionario sobre concepciones sobre la ciencia y lo que surgió de la indagación que hicieron con sus estudiantes. Las reflexiones suscitadas en ese foro tuvieron como eje principal el rescate de los elementos empiroinductivistas que emergieron con fuerza en las primeras: el valor de la evidencia empírica por sobre todo, el rol de la observación objetiva y por sobre todo la consideración casi unánime de la importancia del método científico, único y universal, como requisito imprescindible para el desarrollo de la actividad científica y como ineludible a la hora de enseñar ciencias. En seguida pudieron dar cuenta de que en las indagaciones al estudiantado subyacían estos mismos elementos y que sería probable en función de estas correlaciones que de alguna manera el profesorado tuviera alguna responsabilidad en la imagen de ciencia que se van formando las y los estudiantes, tanto por el discurso en el aula como por la selección de actividades, por ejemplo, en el desarrollo de trabajos prácticos, donde muchas veces se privilegia que las y los estudiantes sigan una serie de pasos como algoritmo o más bien como "receta de cocina" descontextualizada sin reflexionar demasiado en lo que están haciendo y con muy poco lugar para la teoría.



Compartimos algunos fragmentos del análisis final realizado por las y los cursantes:

Me llama la atención el porcentaje de docentes que esperan la misma conclusión de los alumnos frente a la observación de un mismo fenómeno. Tal vez por conocer la interpretación que ya fue probada por la ciencia, tenemos ciertas expectativas de que nuestros alumnos lleguen a esa conclusión y no se desvíen con interpretaciones que no esperamos. Creo que es un buen punto para replantearnos entre los docentes, porque no deberíamos limitar a nuestros alumnos ni enseñarles que hay una única verdad. (Celina)

Comparo los resultados de los alumnos del postítulo (nosotros) con mis compañeros de área en los colegios en los que doy clase. Por las discusiones que tenemos, creo que el mismo test realizados en ellos daría un resultado que se acentuaría aún más el carácter positivista. Creo que, en general, cuanto más tiempo de ejercicio de la docencia y menos capacitaciones en los últimos años, más positivistas son las visiones de la ciencia. (Luciana)

Pienso que si nos hubiera tocado a nosotros estar en el lugar del alumno tal vez las respuestas a la encuesta de la clase 2, tendríamos los mismos resultados. Creo que los docentes tenemos una visión empiroinductivista [...] Esta visión se debe a que fuimos formados por especialistas con estas mismas ideologías y no sabemos cómo expresar la otra cara de la ciencia, por tal motivo tenemos un gran desafío por delante y es lograr que nuestros alumnos aprendan una ciencia distinta de la que nosotros estudiamos. (Sabrina)

Conclusiones

El propósito de este seminario ha sido proporcionar evidencia surgida desde la investigación acerca de la potencia que tiene la incorporación de saberes metacientíficos a las clases de ciencias en términos de producción de aprendizajes genuinos en el estudiantado. Desde hace por lo menos dos décadas el currículo de ciencias para la escuela secundaria viene teniendo una porción sustantiva de contenidos de naturaleza de la ciencia, pero los mismos no terminan llegando al aula generalmente porque las profesoras y profesores no han tenido una buena aproximación a estos contenidos en su formación inicial. Y aún así cuando hayan tenido algún tipo de acercamiento, o bien no cuentan con materiales y ejemplos que les ayuden a transponer al aula estos saberes o directamente no le asignan una importancia a los saberes metadisciplinarios pues consideran que van en detrimento de los contenidos disciplinares. Además, se priorizó durante todo el seminario la reflexión sobre las propias prácticas y sobre las propias concepciones sobre la ciencia, en tanto pueden llegar a constituirse en obstáculo para una educación científica de calidad. Finalmente, la profusión de ejemplos y materiales para el trabajo en el aula que estuvieron puestos a disposición de las y los cursantes les proveyeron pistas significativas para que pudiesen diseñar sus propias actividades y secuencias para enseñar la NOS.



Referencias

- Abd-El-Khalick, F. (2001). Embedding Nature of Science Instruction in Preservice Elementary Science Courses: Abandoning Scientism, But... *Journal of Science Teacher Education*, 12(3), 215-233.
- Acevedo Díaz, J. A. (2007a). Una selección de artículos sobre decisiones tecnocientíficas y enseñanza de las ciencias (I). *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(1), 195-201.
- Acevedo Díaz, J. A. (2007b) Una selección de artículos sobre decisiones tecnocientíficas y enseñanza de las ciencias (II). *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 4(2), 358-363.
- Adúriz-Bravo, A. (2005). ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias?: Una cuestión actual de la investigación didáctica. *Tecné, Episteme y Didaxis*, (número extraordinario), 23-33.
- Adúriz-Bravo, A. (2009). La Naturaleza de la Ciencia "ambientada" en la Historia de la Ciencia. *Enseñanza de las ciencias*, (número extra: VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias), 1178-1181.
- Chambers, D. W. (1983). Stereotypic images of the scientist: The draw□a□scientist test. *Science Education*, 67(2), 255-265.
- Chen, C. C., Taylor, P. C., & J. M. Aldridge (1997). "Development of a Questionnaire for Assessing Teachers' Beliefs about Science and Science Teaching in Taiwan and Australia", In *Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, Oak Brook, IL. (ERIC Document Reproduction Service No. ED405219). In <http://eric.ed.gov/?id=ED405219>
- Chen, S. (2006). Views on science and education (VOSE) questionnaire. *Asia-Pacific Forum of Science Learning and Teaching*, 7(2), 1-19.
- Dibarboure, M. (2010). "La naturaleza de la ciencia como contenido escolar", *Quehacer Educativo*, 100, 110-120.
- Fernández, I., Cachapuz, A., Carrascosa, J., Gil, D., & Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20, 477-488.
- Hodson, D. (1998). Science fiction: The continuing misrepresentation of science in the school curriculum. *Curriculum studies*, 6(2). 191-216.
- Jones, M.G., Howe, A., & Rua, M.J. (2000) Gender differences in students' experiences, interests, and attitudes toward science and scientists. *Science Education*, 84, 180-192.
- Lederman, N. G. (2006). Research on nature of science: reflections on the past, anticipations of the future. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 7(1), 2.
- Leslie-Pelecky D. L., Buck G. A., & Zabawa, A. (2005) Broadening middle school students' images of science and scientists. *J. Mat. Educ.*, 27, 173-178.
- Manassero, M., & Vázquez, A. (2001) Actitudes de estudiantes y profesorado sobre las características de los científicos, *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 255-268.
- Maoldomhnaigh, M. O., & Hunt, A. (1988). Some factors affecting the image of the scientist drawn by



- older primary school pupils. *Research in Science & Technological Education*, 6(2), 159-166.
- Mead, M., & Metraux, R. (1957) Image of the scientist among high-school students: a pilot study. *Science*, 26, 384-390.
- Newton, D. P., & Newton, L.D. (1998) Primary children's conceptions of science and the scientist: Is the impact of a national curriculum breaking down the stereotypes? *International Journal of Science Education*, 20(9), 1137-1149.
- Parsons, E. C. (1997). Black high school females' images of the scientist: Expression of culture. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(7), 745-768.
- Pujalte, A. (2014). *Las imágenes de ciencia del profesorado: De la imagen declarativa a la enactiva*. Tesis Doctoral. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.
- Pujalte, A., Bonan, L., Porro, S., & Adúriz-Bravo, A. (2014). Las imágenes inadecuadas de ciencia y de científico como foco de la naturaleza de la ciencia: estado del arte y cuestiones pendientes. *Ciência & Educação*, 20(3), 535-548.
- Pujalte, A., Porro, S., & Adúriz-Bravo, A. (2011) Las imágenes de ciencia del profesorado: Su relación con una educación científica de calidad para todas y todos. *Tecné, Episteme y Didaxis*, (número extraordinario), 410- 415.
- Pujalte, A., Porro, S., & Adúriz-Bravo, A. (2012) "Yo no sirvo para esto" La desidentificación con la ciencia de un grupo de estudiantes de secundaria: Perspectivas de análisis y propuestas superadoras. In *X Jornadas Nacionales V Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología: Entrelazando la enseñanza de la Biología en una urdimbre emancipadora*. Villa Giardino: ADBiA-Asociación de Docentes de Biología de la Argentina.
- Räty, H., & Snellman, L. (1997). Children's images of an intelligent person. *Journal of Social Behavior & Personality*, 12(3), 773-784.
- Ravanal, E., & Quintanilla, M. (2010). Caracterización de las concepciones epistemológicas del profesorado de Biología en ejercicio sobre la naturaleza de la ciencia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 111-124.
- Stekolschik, G. (2008). El científico, según la mirada de los niños. Reportaje al Dr. Agustín Adúriz-Bravo. Consultado en Website La Nación, en: <http://www.lanacion.com.ar/1009478-el-cientifico-segun-la-mirada-de-los-ninos>
- Vázquez, A., Acevedo, J., Manassero, M., & Acevedo, P. (2006). Creencias ingenuas sobre naturaleza de la ciencia: consensos en sociología interna de ciencia y tecnología. In *Actas del iv Seminario Ibérico de cts en la Educación Científica: Las relaciones cts en la Educación Científica* (cd-rom). Málaga: Universidad de Málaga.