

## SOBRE LA FORMACIÓN DE CIENTÍFICOS Y PROFESIONALES EN LAS FACULTADES DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

Badagnani<sup>1</sup>, Daniel y Petrucci<sup>2</sup>, Diego

<sup>1</sup> Espacio Pedagógico, FCE, UNLP; <sup>2</sup> EP, FCE, UNLP y CeFIEC, FCEN, UBA  
daniel@fisica.unlp.edu.ar

### RESUMEN

En este trabajo presentamos cuestionamientos a la formación actual de científicos en nuestras universidades nacionales, y argumentamos sobre la necesidad de procesos de cambio que se distancien tanto de enfoques tecnocráticos como de imitaciones de acciones de los países centrales. Finalmente proponemos buscar los fundamentos de tales procesos en la epistemología, la didáctica y la política.

**Palabras clave:** ciencia e ideología, didáctica, epistemología, cientificismo.

### ABSTRACT

We question the present training of scientists in our national universities, and argue the need of change processes that keep a distance both from technocratic outlooks and from imitation of actions in central countries. We then propose founding such processes on epistemology, didactics and politics.

Keywords: science and ideology, didactics, epistemology, scientism.

### INTRODUCCIÓN

Es indudable la existencia de inconvenientes en la formación de científicos, y en particular de físicos. Es apenas más discutible que deberían tomarse medidas para mejorar la situación. La controversia comienza al momento de ser más concretos y plantear propuestas: ¿Quiénes están haciendo bien y quiénes deberían cambiar?

Las razones de las discrepancias quedan ocultas al tratar esta problemática como una cuestión técnica, es decir, dar con unos modos de hacer que permitan enseñar “mejor” un conjunto de saberes que se da por sentado. Decidir si un modo es mejor o peor implica criterios de evaluación, que a su vez dependen de las concepciones subyacentes de enseñanza y de aprendizaje. Más aún, los saberes a ser enseñados no tienen consenso: tras los títulos en

los planes de estudio hay un *currículum* oculto que no se discute entre los responsables de las instituciones formadoras.

El propósito de este trabajo es visibilizar estos supuestos, mostrar su importancia y explicitar nuestra postura, que está en el corazón del trabajo que realiza el Espacio Pedagógico (EP) de la Facultad de Ciencias Exactas de la UNLP para modificar las prácticas de aula. La tesis central es que lo técnico debe subordinarse a las concepciones epistemológicas, didácticas y políticas que fundamentan las decisiones institucionales.

## LA FORMACIÓN DE CIENTÍFICOS

La formación de científicos, en particular de física, en Argentina se lleva adelante fundamentalmente mediante el desarrollo de planes de estudio que contienen contenidos disciplinares, más una o dos asignaturas introductorias a la realización de investigaciones. Una excepción es la UBA, que ofrece Epistemología de la Física e Historia de la Ciencia como optativas. En el aprendizaje de las licenciaturas encontramos grandes dificultades:

- Altas tasas de deserción, fundamentalmente durante el primer año.
- Altas tasas de desaprobación.
- Alargamiento de la duración de los estudios.
- Poca articulación de los conocimientos.
- Pocos egresados (66 físicos egresados de la UNLP entre 2001 y 2010)

Baja proporción de egresados respecto a los ingresantes (menos del 15% de físicos versus 25% de químicos egresados en la UNLP entre 2001 y 2010)

Además, también se evidencian dificultades en la formación de quienes logran permanecer en el sistema:

- Poca capacidad para elaborar planes de trabajo. Desde la didáctica se sabe que se aprende cuando se hace. En cursos basados en la metodología de transmisión-recepción se aprende a operar y a expresar ideas oralmente. La planificación de tareas queda limitada, en algunos casos, a trabajos de laboratorio que se salen del formato tradicional y se extienden en el tiempo.
- Baja tasa de elaboración de ideas innovadoras y/o que cuestionen el conocimiento establecido.
- Limitaciones para desarrollar tarea docente: es notable como 3 de los 4 centros tradicionales formadores de físicos ponen a la docencia en un lugar destacado del campo laboral:
  - “La actividad docente es destacada en el ámbito universitario como también en el de la enseñanza secundaria.” (FCEN, UBA, 2013).
  - “La variada, amplia y completa formación que recibe un estudiante de la Licenciatura en Física lo habilita para ejercer la profesión en actividades de investigación, docencia universitaria, desarrollo tecnológico o en actividades relacionadas con el ámbito privado.” (Dto. de Física, FCE, UNLP, 2013).
  - “El campo ocupacional del Licenciado en Física está constituido,

básicamente, por la docencia y la investigación, en instituciones oficiales y privadas.” (FAMAF, UNC, 2003).

Sin embargo, paradójicamente en ninguno de los casos contempla formar a los estudiantes en algún aspecto vinculado con la docencia.

- Dificultades para adaptarse a las condiciones laborales de empresas o industrias: En una rápida búsqueda por Internet, en los 3 primeros sitios que aparecieron al buscar “trabajo oferta Argentina”<sup>9</sup> encontramos distribuciones por área como la de la Tabla 1<sup>10</sup>:

Rubro	Número de ofertas
Otros	8681
Ingeniería/Técnico	8473
Informática/Telecom.	6455
Administración/Oficina	4618
Márketing/Ventas	3872
Economía/Contabilidad	1944
Medicina/Salud	1577
Hostelería/Turismo	1441
Recursos Humanos	1310
Educación/Universidad	1005
Arte/Diseño/Medios	734
Dirección/Gerencia	422
Legal/Asesoría	202
Científico/Investigación	174

Tabla 1: Áreas laborales más solicitadas

Es notable que los científicos sean el último rubro requerido. Entendemos que esta situación responde a múltiples factores, como el perfil de la industria nacional, pero también a que la preparación de los científicos para insertarse en este medio es deficitaria. Además, los físicos son mucho menos buscados que los químicos.

Las respuestas habituales a las dificultades en la formación, que se plantean desde las Facultades de Ciencias Exactas y Naturales (en adelante, FCEN) no logran producir grandes modificaciones. Desde incorporar a los cursos de ingreso los contenidos de 1<sup>er</sup> año para “ganar tiempo”, hasta hacer innovaciones “didácticas” entendidas como técnicas

de enseñanza, a ser implementadas por “expertos” y “transmitidas” a los docentes. Son soluciones impuestas “desde arriba” como reglamentar la implementación de cursos teórico-prácticos o reemplazar los exámenes finales por cursos con promoción.

Desde el EP de la Facultad de Ciencias Exactas de la UNLP entendemos que la solución a estas dificultades excede la imposición de técnicas de enseñanza desde los reglamentos. En los currículos está ausente la formación sobre los fundamentos de la ciencia y sobre la estructura y funcionamiento del sistema científico nacional e internacional. Como resultado, los científicos que se forman (menos que los que el país necesita) se insertan acríticamente en el sistema, pues no pueden cuestionar ni modificar lo que no saben que existe (Mengascini et al., 2003). Lo mismo ocurre con la formación docente y su consecuente desempeño. La expectativa de una solución meramente técnica de los problemas de la enseñanza universitaria denuncia una visión científicista, que ignora que el sistema científico está tan atravesado por ideologías y por factores de poder como cualquier otra institución social.

<sup>9</sup> computrabajo.com.ar, bumeran.com.ar y opcionempleo.com.ar.

<sup>10</sup> <http://www.computrabajo.com.ar/bt-ofertas.htm>

## UNA HISTORIA DE MONOS

La evolución de la enseñanza de la Física en la Argentina, al igual que en otras ciencias, ha ido de la mano con la de los países centrales, en especial con la de Estados Unidos. Como ejemplo, la enseñanza elemental de la mecánica en la preguerra introducía en primer lugar el concepto de fuerza en situaciones estáticas, para luego introducir el concepto de desequilibrio. La Guerra Fría y la carrera espacial generaron en Estados Unidos un acelerado proceso de reforma de la enseñanza de las ciencias (Johnstone, 2010) que se proponía entusiasmar a los jóvenes, aumentar la cantidad graduados y mejorar sus capacidades científicas y técnicas. Así, fueron convocados los científicos más sobresalientes en cada área y figuras de la talla de R. Feynman se pusieron al frente de los antes desdeñados cursos iniciales de física básica. La enseñanza de la física se transformó profundamente: se le dio un enorme peso a la cinemática y se la colocó al inicio de curso, para -luego de una profusa ejercitación acerca de autos y proyectiles-, presentar las leyes de Newton y el concepto de fuerza. Así, quienes nos formamos con textos elaborados bajo este programa, aprendimos a calcular velocidades de escape y órbitas de satélites. Incluso si no cuestionáramos esta secuencia didáctica, deberíamos reconocer que estaba impregnada de Guerra Fría y carrera espacial.

La organización de contenidos de la propuesta resultante ha priorizado la lógica de la disciplina; esperable, pues fueron elaboradas por físicos expertos que desconocían las lógicas y las dificultades de los aprendices. Johnstone, uno de los participantes de tales reformas en el área de la química, hoy es un ferviente crítico:

“...lo veíamos como moderno y emancipador aunque allí estaba la trampa. Nosotros ya éramos químicos profesionales que (...) disfrutábamos al ver aparecer principios unificadores sobre los cuales sistematizar nuestro propio conocimiento.”

“Suponíamos que nuestro entusiasmo se transferiría a nuestros estudiantes y produciría generaciones de jóvenes químicos que disfrutarían de los temas, que tendrían confianza en su aprendizaje, que profundizarían su comprensión y estarían ansiosos por seguir una carrera en química. ¡Ay! ¡Qué pena! Porque eso no sucedió.”

“Después de casi 50 años estamos aún viendo en nuestros estudiantes la decepción y la desilusión que teníamos la esperanza de evitar. Los estudiantes están opinando con sus pies (se van, huyen), dejándonos decepcionados y revolcándonos, tratando de encontrar los medios para detener el escape...”

La reforma no consiguió ninguno de sus objetivos. Los jóvenes en los países centrales aborrecen las ciencias naturales (Sjøberg y Schreiner, 2005; Vázquez y Manassero, 2008), y cada vez menos eligen carreras científicas (Guisasola et al, 2004). El déficit es cubierto por graduados de la periferia. Las dificultades conceptuales de los estudiantes no varían (Johnstone, 2010). Pero pese al fracaso, la mayoría de los profesores y responsables institucionales no conciben enseñar de otro modo y culpan a otros (alumnos, recortes en la educación pública, escuelas medias, etc.). Además miran a quienes cuestionamos la situación como blasfemos.

Johnstone ilustra esta situación comparándola con el experimento de conducta animal en que en una jaula con monos se disponen una escalera y un racimo de bananas encima: cada vez que un mono intenta subir a buscar una banana, los demás son rociados con agua helada. El mono que escaló es golpeado por los otros. Los ensayos continúan hasta que todos entienden el mensaje y las bananas quedan intactas. Luego, los monos se van reemplazando de a uno: quien intenta escalar es atacado por el resto, aunque ninguno haya pertenecido al grupo rociado. Al final ningún mono intenta alcanzar las bananas, sin saber por qué.

La imitación acrítica de reformas en la periferia ignora el hecho de que los contextos e intereses son muy diferentes. Hoy, aquella reforma está siendo criticada y revisada, un nuevo movimiento va cobrando fuerza (Hake, 1998). La imitación podría justificarse mediante la idea de que hay algo uniforme a ser enseñado, “la física”, y debe haber un método que es el mejor para hacerlo: el que recomienden los expertos. Volvemos nuevamente al cientificismo.

## **EL CIENTIFICISMO**

En las FCEN suele predominar una concepción cientificista según la cual la ciencia es una actividad privilegiada, de estatus superior a otras formas de conocimiento. En palabras de Alonso (2013) “no tiene por qué ser una fe ciega y dogmática en la ciencia. Es (...) la identificación de la ciencia con un tipo de conocimiento superior a los demás o, si se quiere, la fe (dogmática o no) en la superioridad de la ciencia” (Alonso, 2013: 36). Es el resultado de la exaltación del racionalismo. Desde la filosofía, Alonso (2013) expresa respecto del positivismo, que identifica como el cientificismo del s.XIX:

Actualmente el positivismo, aunque con otros nombres, continúa como actitud de fondo en muchos sectores científicos, educativos y políticos, con los diversos matices que se han desarrollado a lo largo de su trayectoria histórica y la dinámica propia que llevan consigo. No es verdad, por tanto, que el positivismo esté históricamente superado. Se han superado sus primeras manifestaciones ingenuas y románticas, pero no la radical actitud antimetafísica, rasgo común del pensamiento contemporáneo, también incluso de algunos críticos de la ciencia moderna (Alonso, 2013: 17).

Esta visión es llevada al extremo por Bunge quien afirma que idealmente el mundo debería estar gobernado por científicos: “una acción política racional no se inspira en consignas ideológicas, sino en conocimientos científicos” (Bunge, 1980: 104).

En su versión moderna, el cientificismo nace con Descartes y Bacon, quienes divorciaron a la ciencia de la filosofía, y por ende de las ideologías, para acercarla a la técnica. El conocimiento ya no era para saber sino para dominar. En las FCEN, está claro que los científicos que las gestionan difícilmente puedan justificar racionalmente muchas de sus decisiones. En este contexto, la didáctica, además de ser considerada innecesaria o perjudicial (Campanario, 2003), es asociada con conocimiento sobre cómo enseñar, una disciplina aplicada a los métodos de enseñanza. Se la identifica con su faceta técnica. La didáctica se ocupa además de qué se enseña y de para qué se enseña. En la

didáctica de las ciencias naturales se trata de historia y filosofía, de aspectos psicológicos, cognitivos y emocionales del aprendizaje, de la formación de docentes e investigadores, de interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad; entre otros aspectos. Incluso, aunque de un modo más solapado del que algunos quisiéramos, las ideologías están presentes en muchas decisiones, que aumentan cuanto más aplicada sea la didáctica que hacemos. Como en la historia de los monos, en las FCEN, la falta de reflexión y debate sobre estas cuestiones perpetúa perversamente las tradiciones. Nuevamente, no se puede cuestionar y ni modificar lo que no se sabe que existe.

Desde de la visión científicista, nada mejor que un experto para resolver los problemas. Esta postura es conocida como *tecnocracia*. Si hay un problema con la enseñanza, es necesario recurrir a un experto en educación. Muchas veces desde las FCEN se niega a la didáctica de las ciencias naturales como un área específica argumentando que basta con juntar a expertos en ciencias naturales con expertos en educación. Se argumenta que los problemas “científicos” no tienen vinculación con los intereses de quienes los plantean, ni con las ideologías; los expertos darán la solución neutral. Quienes enseñan no necesitan cuestionar ni cuestionarse nada: solo necesitan “aprender” (obedecer) lo que los expertos recomiendan. Esta visión predominó en educación en la década del 60. Ha sido abundantemente criticada, al igual que el científicismo, y superada allí donde ha sido estudiada seriamente.

## ¿QUÉ PUEDE APORTAR LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS NATURALES?

En las últimas décadas la didáctica de las ciencias naturales se ha desarrollado considerablemente. Hemos aprendido que para hacer didáctica es necesario basarse en la filosofía de la ciencia (Izquierdo, 2000; Gil, 1993; Mellado y Carracedo, 1993). Para hacer didáctica en una FCEN, es necesario asumir definiciones sobre ciencia, actividad científica y características del conocimiento científico, es decir tener una posición justificada sobre la naturaleza de la ciencia. Las prácticas de enseñanza que actualmente predominan implican y reproducen la visión de que la ciencia es una sola, acontextual y ahistórica, y aprenderla consiste en entrenarse en actividades monótonas para incorporar el modo correcto de proceder.

Curiosamente, muchos científicos alejados ideológicamente del científicismo y abiertos a posturas más comprometidas, en sus prácticas de aula replican conductas incompatibles con su ideología sin ser conscientes de las implicaciones: simplemente no conciben otros modos de proceder.

En este sentido creemos que, si bien es valorable la inclusión de historia y la epistemología mediante cursos optativos de grado, el conocimiento enunciativo es insuficiente para lograr cambios en las prácticas. En nuestra tarea en el EP<sup>11</sup> la epistemología aparece continuamente al trabajar en didáctica aplicada. En los talleres de formación docente encontramos jóvenes insatisfechos con sus prácticas docentes y sus vivencias como estudiantes, pero a su vez con enormes dificultades para apartarse de las prácticas reduccionistas y tecnocráticas impuestas en su formación. Al pedirles que justifiquen y debatan

---

<sup>11</sup> <https://sites.google.com/site/epexactas/>

sobre los modos de hacer, necesariamente estamos cuestionando los fundamentos de su conocimiento. Ese mismo espíritu está detrás de la propuesta del Ingreso a nuestra Facultad: alejarse del ideal de la “ejercitación” y promover la reflexión explícita. El Programa de Apoyo a las Propuestas de Mejoramiento de la Enseñanza propende a que los docentes de los cursos participantes expliciten sus prácticas y los modos en que las evalúan. En la Orientación Académica pretendemos que los estudiantes se apropien de los criterios de validación. De este modo, creemos, los actores de la Facultad pueden ir compatibilizando sus creencias e ideologías con sus prácticas.

## **LA DIDÁCTICA ES INSEPARABLE DE LA POLÍTICA**

La didáctica de las ciencias naturales estudia cómo las ideas y las prácticas de la ciencia se difunden en la sociedad (Chevallard 2006). Dentro de este campo se encuentran las finalidades de la educación en ciencias naturales. ¿Para qué educar en ciencias naturales? La respuesta depende del ideal de sociedad que se persiga, cuya definición es política y subyace más o menos explícitamente en las corrientes de alfabetización científica, Ciencia-Técnica-Sociedad y Ciencia para todos, como lo evidencian Fourez (1997) y Dumrauf (2006). Los mecanismos para alcanzar los objetivos propuestos, también son políticos. En este plano, en el nivel universitario, cabe preguntarnos ¿Qué científicos queremos? Esta es una pregunta política, pues por detrás está el modelo de país que queremos y el ideal de sistema científico que buscamos. Una vez establecidas estas definiciones ¿Cómo los formamos?

En relación al sistema científico, Dumrauf (2001) expresa que:

“...la comunidad científica internacional está organizada como una estructura en la cual ciertos grupos, con fuerte apoyo económico, determinan las metas y el curso de la investigación. Los demás grupos e investigadores se ven obligados a seguir estas líneas para mantenerse en la estructura científica. Para los investigadores que no pertenecen a estos grupos de vanguardia, la originalidad y la creatividad están orientadas a la búsqueda de “agujeros” (aspectos a ser explorados) en los temas de investigación preestablecidos y no de ideas novedosas. En este sentido, el investigador garantiza su permanencia en el sistema científico a través de las publicaciones periódicas requeridas por las entidades que lo financian.” (Dumrauf, 2001).

En Argentina, hay investigadores que se adaptan a ese rol:

“La gran mayoría lo que hacemos es hacer esa tarea que es necesaria hacerla, juntar datos en una tabla, poner números, hacer el cálculo secundario, cálculo analítico, para los que dan los grandes avances”. (Dumrauf, 2001).

Estos son científicos propios de un país “factoría”, cuyo sistema únicamente provee a los países centrales de resultados menores en apoyo a sus líneas de investigación y de graduados jóvenes que suplen su déficit de científicos. Afortunadamente, no todos los investigadores lo aceptan:

“...asumir esta función dentro del sistema genera insatisfacción, por lo cual manifiestan una ruptura entre una imagen ideal de ciencia basada en la

creatividad, con temas que ‘surjan de pasiones interiores y de necesidades de la sociedad de la que se vive’, y la que encuentran en su entorno cotidiano de investigación.” (Dumrauf, 2001).

La idea de un sistema científico que se reproduzca a sí mismo es contradictoria con la propia idea de ciencia, que debe cuestionar lo establecido, albergar la diversidad y estimular la creatividad. En este contexto pretendemos poner en cuestión la formación de científicos.

## LA FORMACIÓN DE CIENTÍFICOS

Entendemos que la formación de científicos (abarcando a ingenieros y a técnicos):

- Debe contemplar los aspectos metodológicos, políticos y sociales, que son el sustento del sistema científico.
- Debe tener en cuenta la historia y la filosofía de la ciencia. Según nuestra perspectiva, los científicos deben ser conscientes de los modos en que el conocimiento se produce y se reproduce. Acordamos con la visión de que la formación de científicos es parte de la actividad científica. En este sentido, Kuhn (1971) plantea:

“¿por qué debe el estudiante de física leer, por ejemplo, las obras de Newton, Faraday, Einstein o Schrödinger, cuando todo lo que necesita saber sobre esos trabajos se encuentra recapitulado en forma mucho más breve, más precisa y más sistemática en una serie de libros de texto que se encuentran al día?”

Sin desear defender los extremos excesivos a que se ha llevado a veces este tipo de educación, no podemos dejar de notar que, en general, ha sido inmensamente efectivo. Por supuesto, se trata de una educación estrecha y rígida, probablemente más que ninguna otra, exceptuando quizá la teología ortodoxa.” (Kuhn, 1971: 255).

Abogamos por la formación de científicos no “estrechos y rígidos”, sino analíticos y críticos, ya que deseamos una ciencia que se parezca menos a la fe. Por ello, además leer a los autores originales, debe haber instancias donde conocer y reflexionar sobre la historia de la ciencia y los fundamentos del conocimiento científico.

- La didáctica de las ciencias es inseparable de la epistemología. La formación de científicos tiene un propósito social y está atravesada por diversos intereses. Toda metodología de enseñanza implica la reproducción (explícita o no) de una visión de ciencia que se entrelaza con esos intereses.
- Debería contemplar la formación docente, para lo cual es posible basarse en la autobiografía escolar y complementarla con contenidos sobre aprendizaje y enseñanza, más instancias de reflexión. Sería necesario que la metodología de enseñanza de las asignaturas disciplinares sea coherente con la recomendada desde la didáctica de las ciencias. Así, no sólo se lograrían científicos que además fueran buenos docentes, sino



que se contribuiría a formarlos con un perfil que facilite su integración a un sistema científico más creativo y cuestionador. Mientras la enseñanza tradicional es:

“...un instrumento que usa la comunidad científica para perpetuar su estructura de funcionamiento. A través de ella la comunidad educa a los futuros científicos en una actitud funcional con la estructura establecida. Contrariamente, su experiencia didáctica, innovadora, se convertiría en una herramienta potencialmente transformadora de la estructura científica.” (Dumrauf, 2001)

En cambio, en el modelo propuesto, los docentes:

“... pretenden recrear en el aula un contexto propicio para el desarrollo de “procesos de generación de conocimiento” (cerca de los de la investigación dentro de una comunidad científica). Esta intención de los docentes se encuentra teñida por su ideal de comunidad y de producción científica, de acuerdo al cual todos los investigadores, independientemente del grupo y país de pertenencia, deberían tener las mismas posibilidades de desarrollo académico. Esta idea se opone radicalmente a sus experiencias como integrantes de la estructura científica internacional. El descontento generado por su situación como investigadores encuentra en la docencia una posibilidad de resolución. ... pueden desarrollar su creatividad y establecer ciertas reglas propias. Las nuevas reglas generadas, vivenciadas y así aprendidas por los alumnos en el contexto áulico posibilitarían, a su vez, la elaboración futura de reglas diferentes en la comunidad científica” (Dumrauf et al., 2003).

## CONCLUSIONES

La enseñanza de la física está en cuestión en los países centrales. Esto es casi desconocido por quienes forman a nuestros científicos. De todos modos, los docentes universitarios reconocen que existen serias dificultades en la formación de grado. ¿Qué debe hacer, en este contexto, un espacio de gestión como el EP de la FCE UNLP? Podría recurrir a expertos o intentar imitar nuevas tendencias en los países centrales (cursos “interactivos”, “modelling”, etc). Nuestra propuesta es diferente. Entendemos que un cambio genuino ocurrirá cuando el “cómo formar científicos” se siga del “para qué”: ¿Qué ciencia necesita nuestro país? ¿Qué líneas deben desarrollarse? ¿Cuál debería ser el perfil de los investigadores? Es un debate que deben dar docentes, investigadores y estudiantes, en interacción con la sociedad. Pensamos que es un “cambio desde abajo apoyado desde arriba”: los participantes de los cursos deberán partir de su insatisfacción y ganas de cambio, mientras que la gestión universitaria deberá incentivar modificaciones, proveyendo espacios de reflexión e intercambio y acceso a las herramientas disponibles, pero siempre dejando en claro que la iniciativa es de cada curso. Se requiere acción política y reflexión epistemológica. Ante la necesidad de desarrollar un pensamiento propio y un sistema de ciencia y técnica autónomo y al servicio de los intereses del país y la región, es necesario replantear la formación de nuevos científicos. La didáctica, la epistemología y la política son

las tres columnas en las que basar una formación que se integre a un proceso de cambio de nuestro sistema científico.

## BIBLIOGRAFÍA

Alonso, C. J. (2013). Panorama histórico del cientificismo. Sitio consultado en abril de 2013.  
<http://arvo.net/uploads/file/CJAlonso/Carlos%20Javier%20Alonso%20-%20Panorama%20histórico%20del%20cientificismo.pdf>.

Bunge, M. (1980). *Ciencia y desarrollo*. Buenos Aires: Siglo veinte.

Campanario, (2003). Contra algunas concepciones y prejuicios comunes de los profesores universitarios de ciencias sobre la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 21 (2), 319-328.

Chevallard, Ives (2006). Steps Towards a New Epistemology in Mathematics Education, en *Proceedings of the IV Conference of the European Society for Research in Mathematics Education*. 21-30.

Dumrauf, A. (2001). “Esas otras cosas que se enseñan que no son física”: Imágenes de ciencia y prácticas docentes en una experiencia universitaria de enseñanza de física. *Investigações em Ensino de Ciência*, 6 (1).  
<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>

Dumrauf, A., Cordero, S. y Colinvaux, D., (2003). Construyendo puentes y fronteras: caracterización del género discursivo en una clase universitaria de física. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 3 (1).

Dumrauf, A. (2006). La mirada de los otros: Algunas preguntas y reflexiones para un debate necesario acerca de la educación en ciencias hoy, en *Memorias del SIEF 8*, 323-330. Gualeguaychú: APFA.

Facultad de Ciencias Exactas, UNLP (2013). Licenciatura en Física. Sitio consultado en mayo de 2013.  
<http://www.fisica.unlp.edu.ar/carreras/licenciatura-en-fisica-1/licenciatura-en-fisica-1>

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA (2013). Licenciatura en Ciencias Físicas. Sitio consultado en mayo de 2013.  
[http://www.exactas.uba.ar/academico/display.php?estructura=2&desarrollo=0&i\\_d\\_caja=87&nivel\\_caja=2](http://www.exactas.uba.ar/academico/display.php?estructura=2&desarrollo=0&i_d_caja=87&nivel_caja=2)

Facultad de Matemática, Astronomía y Física. Licenciatura en Física. Sitio consultado en mayo de 2013.  
<http://www.famaf.unc.edu.ar/carreras/fisica/licenciatura-en-fisica/>

Fourez, G. (1997). “Alfabetizar” científica y técnicamente. Capítulo 1 de *Alfabetización científica y tecnológica: Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires: Colihue.

Gil, D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 197-212.

Guisasola, J.; Gras-Martí, A.; Martínez-Torregrosa, J.; Almudí, J. M.; Becerra

Labra, C. (2004). La enseñanza universitaria de la Física y las aportaciones de la investigación en Didáctica de la Física, *Revista Española de Física*, 18, 15-16.

Hake, Richard R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses, *American Journal of Physics*, Vol. 66 (1), 64-73

Izquierdo, M. (2000): *Fundamentos epistemológicos*. En Perales Palacios y Cañal de León (Comp.): Capítulo 2: Didáctica de las ciencias experimentales. Alcoy (España), Ed. Marfil.

Johnstone, A. H. (2010). You can't get there from here. *Journal of Chemical Education*, Vol. 87 (1), 22-29.

Kuhn, T. S. (2004). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de cultura económica.

Mellado, V. y Carracedo, D. (1993). Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(3), 331-339.

"«...yo así, locos como los vi a ustedes, no me lo imaginaba.» Las imágenes de ciencia y de científico de estudiantes de carreras científicas". A. Mengascini, A. Menegaz, S. Murriello y D. Petrucci. *Enseñanza de las Ciencias*, 22 (1), pp. 65-78. 2004.

Sjøberg, S., Schreiner, C. (2005). Young people and science. Attitudes, values and priorities. Evidence from the ROSE project. Keynote presentation at EU's. Science and Society Forum. En línea: <http://www.ils.uio.no/forskning/rose/documents/presentations/>.

Vázquez, Á. y Manassero, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los Estudiantes: un indicador inquietante para la Educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 5(3), 274-292.