

Colección de Cuadernillos de actualización para pensar la Enseñanza Universitaria.

Año 6. N°3 . Noviembre de 2011

Re - conociendo los problemas educativos en la Universidad



*La Enseñanza de grado es un problema de todos
Voces que dialogan con la cultura de la educación en nuestras aulas*

Desde la enseñanza de los “productos de la ciencia” hacia la enseñanza de los “procesos de la ciencia” en la Universidad

Dr. Agustín Adúriz Bravo

¿Para qué se ha de enseñar la naturaleza de la ciencia? ¿Cuáles son sus contribuciones específicas a una educación científica de calidad? ¿Qué posibilidades y límites tiene la naturaleza de la ciencia en la formación inicial y continuada del profesorado de ciencias para los diferentes niveles? ¿Cómo podemos diagnosticar las ideas de sentido común acerca de la ciencia y de los científicos que sostienen estudiantado y profesorado? ¿Qué constricciones se añaden en el nivel superior, más “cercano” al ámbito de producción de conocimiento?



Universidad Nacional de Río Cuarto - Sec. Académica - Área de Vinculación / 0358 -4676170
Correo electrónico: vinculacion@rec.unrc.edu.ar

“Es importante recordar que las actividades de naturaleza de la ciencia no deberían constituir únicamente un ejercicio de exponer o comunicar unos ‘nuevos’ contenidos epistemológicos ahora presentes en el currículo. Se trata más bien de poder usar la naturaleza de la ciencia como una herramienta para pensar críticamente sobre la ciencia en torno a problemas socialmente relevantes.”

Esta colección de *Cuadernillos* es un espacio de comunicación construido a partir del encuentro de diferentes voces que vienen pensando la complejidad de la enseñanza y del aprendizaje en la universidad. Para ello, se han recuperado los aportes de profesores e investigadores de diversos ámbitos disciplinares y académicos, así como de referentes de instituciones de la comunidad que se encuentran también comprometidos con la problemática de la educación superior.

Sosteniendo la intención de divulgar y democratizar saberes, apostamos una vez más a ofrecer materiales que recuperen preocupaciones y dilemas prácticos de modo que los lectores – docentes puedan reconocerlos en el texto. Es también un objetivo de la Colección, que aquellos profesores motivados hacia la innovación de sus prácticas, encuentren en estos textos propuestas y alternativas inspiradoras y desafiantes.

Para esta segunda mitad del año 2011, la colección adquiere una impronta particular: hemos convocado como escritores a especialistas que han visitado nuestra Universidad como coordinadores de espacios de formación docente. La propuesta es reconstruir dichas experiencias formativas, recuperando los interrogantes y discusiones más relevantes. De esta manera, buscamos dar continuidad, profundidad y un nuevo alcance a escenarios de formación resignificados como construcción colectiva.

En el artículo que presentamos en esta ocasión, el Dr. Agustín Adúriz Bravo desarrolla de manera creativa y desafiante, una profunda argumentación acerca de la potencialidad que posee la enseñanza de la *naturaleza de la ciencia* en todos los subsistemas del sistema educativo, incluido el universitario. En este marco, sostiene que la educación científica de la población y la formación de futuros profesionales, científicos y educadores reclama de una ruptura con las miradas clásicas acerca de la ciencia. Ello supone comprenderla como actividad profundamente humana, dinámica y compleja que se configura como parte integral de la cultura. El cuestionamiento de visiones dogmáticas, triunfalistas y sexistas se convierte así en un contenido metacientífico de primera importancia.

Desde la perspectiva del autor, la *naturaleza de la ciencia* es un campo de innovación didáctica relativamente reciente que emerge como herramienta para promover el pensamiento crítico sobre las ciencias en torno a problemas sociales relevantes. En este marco, la reflexión metacientífica contribuiría a comprender cómo se relaciona la ciencia con la sociedad y la cultura de cada época y lugar, así como sus alcances y límites, sus implicancias éticas y sus complejas relaciones con la política, la economía, la religión, el arte...

Entendida como contribución a la alfabetización cultural de los ciudadanos, la naturaleza de la ciencia plantea nuevos desafíos al profesorado que lo involucran

en la reflexión y definición de finalidades, contenidos, materiales y metodologías de enseñanza coherentes con esta mirada.

Estos tópicos son abordados por el Dr. Adúriz Bravo y cristalizados en la presentación de propuestas viables y creativas para incorporar la discusión sobre la naturaleza de la ciencia en la enseñanza universitaria y desentrañar su sentido profundamente educativo.

Desde la enseñanza de los “*productos de la ciencia*” hacia la enseñanza de los “*procesos de la ciencia*” en la Universidad

Dr. Agustín Adúriz Bravo

¿Qué es la naturaleza de la ciencia?

En este texto quiero enfocar la mirada sobre un campo de innovación dentro de la didáctica de las ciencias relativamente reciente –tiene unos veinte años de antigüedad (Matthews, 1994; Duschl, 1997)– pero muy pujante y productivo, conocido internacionalmente como *naturaleza de la ciencia*¹. Este campo toma el nombre del objeto sobre cuya enseñanza reflexiona críticamente; tal objeto constituye una componente “emergente” del currículo de ciencias para todos los niveles educativos, desde el inicial hasta el universitario, componente que es de carácter metacientífico (es decir, de segundo orden), pues constituye una reflexión sobre la naturaleza profunda del conocimiento científico (*producto*) y de la actividad científica (*proceso*).

La naturaleza de la ciencia aparece en los currículos actuales ante el reconocimiento de que la enseñanza de las ciencias tradicional ha venido siendo una enseñanza de los productos acabados de la ciencia, lo que el didacta de las ciencias estadounidense Richard Duschl (1997) calificó de una “ciencia en su forma final”. En contra de este enfoque, se plantean hoy en día –tanto a nivel internacional como en la Argentina– nuevos y ambiciosos objetivos para la educación científica. El didacta de las ciencias español Juan Miguel Campanario describe elocuentemente este cambio:

El aprender acerca de la propia ciencia, su historia, su realidad y su construcción ha dejado de considerarse un mero complemento útil, o más o menos interesante siempre que haya tiempo, para convertirse en parte de la *alfabetización cultural* de los ciudadanos (...). Con este fin se incluyen cada vez más contenidos metacientíficos [de naturaleza de la ciencia] en los programas educativos y en los libros de texto. Precisamente uno de los objetivos comunes de la enseñanza de las ciencias es que los alumnos conozcan la importancia de la ciencia en nuestra sociedad (...). Un tratamiento riguroso de estos aspectos puede requerir algún tiempo adicional que justifica la limitación de los contenidos puramente conceptuales y metodológicos. (Campanario, 1999: 408; subrayado en el original)

1. En inglés, *nature of science*, generalmente resumida como NOS. Ver McComas (1998).

Los nuevos objetivos que se vienen proclamando para la educación científica en Argentina incluyen, por ejemplo: que el estudiantado dé sentido al mundo que lo rodea por medio de ideas teóricas; que tome contacto con productos intelectuales valiosos, cuales son la ciencia, la tecnología y las propias metaciencias (epistemología, historia de la ciencia, sociología de la ciencia, etc.); que pueda evaluar críticamente la actividad científica, conociendo sus alcances y límites; y que sea capaz de tomar decisiones fundamentadas sobre cuestiones sociocientíficas que le atañen en su vida adulta, como la alimentación, las energías renovables, la salud reproductiva, los transgénicos, la gestión de los residuos o el calentamiento global. Para todos estos nuevos objetivos es necesario, además de conocer los productos de la ciencia (el corpus de conocimiento acumulado), entender “qué es esa cosa llamada ciencia”, según la conocida expresión del epistemólogo Alan Chalmers (2010).

En forma genérica, la naturaleza de la ciencia se refiere a las diversas aportaciones que pueden hacer las metaciencias a la educación científica (Matthews, 1994; Izquierdo-Aymerich, 1996, 2000). De manera más operativa, podemos definirla como un conjunto de contenidos metacientíficos transpuestos que se seleccionan *por su valor para la educación científica de la ciudadanía* (Adúriz-Bravo, 2005d). Entenderé aquí que la naturaleza de la ciencia engloba un conjunto de contenidos fundamentalmente procedentes de distintas escuelas y autores de la epistemología (o filosofía de la ciencia) del siglo XX, “ambientados” en episodios paradigmáticos de la historia de la ciencia y “advertidos” por la sociología de la ciencia contra el dogmatismo, el triunfalismo, el elitismo y el sexismo de las visiones de ciencia tradicionales, comúnmente calificadas de *cientificistas*.

Ahora bien, la naturaleza de la ciencia prescrita en el currículo argentino para la educación obligatoria (5-18 años) no recoge los contenidos metacientíficos a enseñar tal cual ellos son en las disciplinas académicas de las cuales se nutre; más bien los transpone con libertad y flexibilidad de modo de rescatar su sentido profundamente *educativo* y de contribuir a la formación de una ciudadanía alfabetizada científicamente. Es decir, la naturaleza de la ciencia pretende crear en el estudiantado una imagen de ciencia dinámica, profundamente humana, que se aleja de la exposición de productos acabados (las “verdades científicas”) y pretende hacer vislumbrar algo de la complejidad de la actividad científica. En este sentido, las siguientes palabras, dirigidas a caracterizar la ciencia en el nivel primario, también serían válidas para el resto de los niveles y nos darían pistas para el trabajo en la Universidad:

Lo que caracterizaría la actividad científica [...] no es la existencia de un método único, constituido por pasos rígidos, generalmente conocido como “método científico”. En efecto, esta visión establece una simplificación excesiva frente a la complejidad del proceso de producción de nuevos conocimientos. Por el contrario, desde los enfoques actuales, que reconocen la complejidad e historicidad de estos procesos, el corazón de la actividad científica es la búsqueda de estrategias adecuadas y creativas para resolver problemas y responder preguntas en un intento por explicar la naturaleza. Se trata de una búsqueda que convierte los fenómenos

naturales en “hechos científicos”, es decir, hechos vistos desde las teorías. (AAVV, 2007: 17)

El requerimiento de que el profesorado de ciencias lleve a sus aulas la naturaleza de la ciencia, que se da ahora también en el nivel universitario, genera diversos desafíos. Quiero encarar algunos de ellos aquí, revisando los debates vigentes dentro de la didáctica de las ciencias:

1. Finalidades de la naturaleza de la ciencia. ¿Para qué se ha de enseñar la naturaleza de la ciencia a las diferentes poblaciones de estudiantes? ¿Cuáles son sus contribuciones específicas a una educación científica de calidad? ¿Qué relaciones ha de mantener la naturaleza de la ciencia con los propios contenidos científicos y con los contenidos de otras áreas curriculares?

2. Contenidos de la naturaleza de la ciencia. ¿Qué naturaleza de la ciencia se ha de enseñar en la educación científica formal en los distintos niveles educativos? ¿Qué escuelas, autores, ideas, modelos y lenguajes son los más relevantes para la ciudadanía? ¿Son estos los mismos para diferentes públicos, edades, orientaciones y contextos?

3. Metodologías de la naturaleza de la ciencia. ¿Cómo se ha de enseñar la naturaleza de la ciencia para que resulte significativa a sus destinatarios? ¿Cómo se puede lograr una comprensión de estos contenidos que permita usarlos para entender las ciencias naturales y tomar decisiones informadas?

4. Naturaleza de la ciencia y formación del profesorado. ¿Qué posibilidades y límites tiene la naturaleza de la ciencia en la formación inicial y continuada del profesorado de ciencias para los diferentes niveles? ¿Qué sucede específicamente en la Universidad, donde no se puede hablar de una formación docente propiamente dicha? ¿Qué propuestas hay disponibles para acercar a los docentes al conocimiento de la naturaleza de la ciencia?

5. Materiales de naturaleza de la ciencia. ¿Qué actividades y materiales pueden dar mejores resultados a la hora de enseñar la naturaleza de la ciencia en distintos contextos? ¿Cómo podemos diagnosticar las ideas de sentido común acerca de la ciencia y de los científicos que sostienen estudiantado y profesorado? ¿Qué constreñimientos se añaden en el nivel superior, más “cercano” al ámbito de producción de conocimiento? ¿Qué dispositivos podemos crear para evaluar cambios conceptuales, procedimentales y actitudinales en niños y niñas, adolescentes y jóvenes tras su contacto con la naturaleza de la ciencia?

En las siguientes secciones discuto brevemente estos aspectos problemáticos examinando algunos lineamientos y propuestas para enseñar la naturaleza de la ciencia a todos y todas. Como dije, en el campo de estudio de la naturaleza de la ciencia interesa identificar, junto con el profesorado a cargo, las finalidades para las cuales será enseñada, los contenidos que formarán parte de ella y las estrategias con las cuales su enseñanza puede resultar significativa para el estudiantado. Luego de esa discusión, dedico una sección corta a describir y comentar una actividad didáctica para “aterrizar” estas reflexiones en las aulas universitarias. Por último, reseño la bibliografía citada en el texto y alguna más para que los lectores sigan

profundizando en estos temas.

Para qué enseñar la naturaleza de la ciencia

La naturaleza de la ciencia podría contribuir a una educación científica de calidad para todos y todas en al menos tres formas principales² :

1. *Cumpliendo una finalidad intrínseca.* La naturaleza de la ciencia constituye una reflexión explícita y rigurosa sobre las ciencias naturales que busca responder cuestiones tales como (Adúriz-Bravo, 2005d): ¿qué es la ciencia y en qué se diferencia de otras empresas humanas?, ¿cómo se elabora y cuál es su grado de validez?, ¿cómo son el lenguaje y la explicación científicas?, ¿cómo cambia la ciencia a lo largo del tiempo?, ¿qué ideas y personajes son “hitos” en la construcción de la ciencia?, ¿cómo se relaciona la ciencia con la sociedad y la cultura de cada época y lugar?, ¿qué valores sostiene la comunidad científica en un determinado momento histórico?

2. *Cumpliendo una finalidad cultural.* La naturaleza de la ciencia permite apreciar las ciencias naturales como un producto intelectual muy destacado de la humanidad, y al mismo tiempo conocer sus alcances y sus límites para poder gozar de sus beneficios en forma autónoma, crítica, responsable y solidaria. La naturaleza de la ciencia permite también vincular la ciencia con otras actividades humanas y reconocer sus ricas conexiones bidireccionales con la política, la economía, la religión, el arte...

3. *Cumpliendo una finalidad instrumental.* La naturaleza de la ciencia ayuda a identificar y superar obstáculos que dificultan el aprendizaje, la aplicación y la transferencia de los contenidos científicos. Y por tanto puede servir de guía para diseñar una enseñanza más significativa de los modelos científicos que forman parte de los currículos de ciencias.

Qué naturaleza de la ciencia enseñar

Parto aquí de la base de que la principal contribución a la naturaleza de la ciencia proviene de la epistemología. Se trataría entonces de enseñar lo que se podrían llamar unas “ideas epistemológicas clave” (Adúriz-Bravo, 2002; Adúriz-Bravo e Izquierdo-Aymerich, 2002); estas ideas habilitarían al estudiantado a pensar críticamente sobre la ciencia.

Ahora bien, para que las ideas clave de la naturaleza de la ciencia *digan algo* sobre las propias ciencias, es necesario aplicarlas al análisis de situaciones y contenidos específicos. La historia de la ciencia provee escenarios o *ambientaciones* que contextualizan la reflexión y la enfocan sobre un contenido científico relativamente sencillo. Los episodios históricos seleccionados funcionan entonces como *ejemplos paradigmáticos* para esta mirada de naturaleza de la ciencia. El análisis epistemológico de estos episodios históricos es lo que entiendo aquí por “problemas socialmente relevantes”: problemáticas científicas “estructurantes”

2. Para un desarrollo muy completo de los distintos objetivos que cumple la naturaleza de la ciencia, ver el texto ya clásico de Rosalind Driver y colaboradores (1996).

de todos los tiempos que pueden ser entendidas desde una mirada no ingenua sobre la actividad científica.

En este marco de ideas, la sociología de la ciencia genera una plataforma de pensamiento crítico, *anticientificista*, para admirar la profundidad, potencia, rigor, imaginación y belleza de las ciencias pero siendo capaces, al mismo tiempo, de considerarlas empresas genuinamente humanas, no exentas de limitaciones, yerros y desvíos.

En la selección de las ideas clave a enseñar en la Universidad necesitamos tener algunos criterios fuertes que pretendan alcanzar coherencia con todo lo expuesto anteriormente. Se trata de generar, en las clases de ciencias, *una imagen de ciencia como actividad profundamente humana* (Izquierdo-Aymerich, 1996, 2000), con valor formativo para las personas, pero, al mismo, tiempo, dar elementos para discutir con cierto nivel de detalle y sofisticación en torno a la naturaleza profunda de la actividad científica. De allí que hable, para este nivel, de la enseñanza de los “procesos de la ciencia”.

Cómo enseñar la naturaleza de la ciencia

En la enseñanza de la naturaleza de la ciencia en la Universidad podemos seguir, por analogía, las recomendaciones que la didáctica de las ciencias hace para enseñar los propios contenidos científicos; entre otras muchas (ver Sanmartí, 2002):

1. Plantear problemas genuinos o auténticos (problemas socialmente relevantes) para los destinatarios, de modo de fomentar la voluntad de reflexión crítica y generar la necesidad de introducir las ideas clave como herramientas para el debate fundamentado.
2. Utilizar recursos como las analogías y la argumentación para poder *hablar y escribir* sobre la naturaleza de la ciencia.

2. Fomentar el trabajo colaborativo de naturaleza *dialogica*, con discusión entre pares, debate y diversidad de estrategias de comunicación.

3. Trabajar explícita y sostenidamente sobre la *metacognición y la autorregulación* conscientes de los procesos de aprendizaje.

Actividades didácticas para enseñar la naturaleza de la ciencia

En los últimos veinte años se han venido produciendo, poniendo en marcha y evaluando una gran cantidad de propuestas prácticas, fundamentadas desde marcos teóricos estructurados (por ejemplo: Matthews 1994, 2000; Izquierdo-Aymerich 1996, 2000; Jiménez Aleixandre, 1996; Duschl, 1997; McComas, 1998; Adúriz-Bravo, 2002, 2005d; Adúriz-Bravo e Izquierdo-Aymerich, 2002; Izquierdo-Aymerich y Adúriz-Bravo, 2003; Seroglou, 2006; Quintanilla et al., 2007), para introducir la naturaleza de la ciencia en la educación científica de diversas poblaciones, desde el nivel inicial hasta la universidad. Es interesante notar que estas actividades comparten algunas características metodológicas, que funcionan a modo de *directrices* (Adúriz-Bravo e Izquierdo-Aymerich, 2002) a la hora de *diseñarlas*:

1. Apuntan a reflexionar sobre las distintas “dimensiones” del conocimiento científico y metacientífico: contenidos, métodos, valores, finalidades...

2. Proporcionan diferentes “puertas de entrada” a la comprensión de la naturaleza de la ciencia (Gardner, 1991), adecuadas a la diversidad de sujetos y de finalidades con las que trabajamos en el día a día de la enseñanza.

3. Ponen en el centro de la actividad científica de aula el uso del lenguaje. Es necesario enseñar, en las clases de ciencias, a “hablar y escribir” con las tipologías textuales “preferidas” de la ciencia: la descripción, la comparación, la argumentación, el artículo, el informe de laboratorio, el póster, etc.

Es importante recordar que las actividades de naturaleza de la ciencia no deberían constituir *únicamente* un ejercicio de exponer o comunicar unos “nuevos” contenidos epistemológicos ahora presentes en el currículo. Se trata más bien de poder usar la naturaleza de la ciencia como una herramienta para pensar críticamente sobre la ciencia en torno a problemas socialmente relevantes. La idea es entonces examinar *por qué y para qué* diversos pensadores, desde las propias ciencias naturales y desde muchas disciplinas cercanas a ellas, se han hecho preguntas potentes acerca de la naturaleza del conocimiento y de la actividad científicas. Por último, se trata de conocer la variedad de lenguajes y conceptos que la epistemología se ha inventado para poder hablar sobre la ciencia y hacer conocer a otros las imágenes de ciencia y de científico que sustenta.

La siguiente sección está dedicada a describir brevemente una actividad didáctica para generar discusión en torno a la naturaleza de la ciencia en cualquier asignatura de ciencias naturales de Universidad; la actividad está diseñada para estudiantes tanto de carreras científicas como de carreras no científicas donde hay presentes contenidos de ciencias. Queda a los lectores la selección de los casos científicos que se discutirán, que se deberían elegir según las consideraciones que fui exponiendo en las líneas anteriores.

Presentación y análisis de la actividad didáctica “El gigante de Balvanera”

En esta sección tomo una actividad didáctica de naturaleza de la ciencia para mostrar los diversos elementos de la fundamentación teórica y metodológica que hay detrás de su concepción; pretendo, entonces, que sirva a los lectores a modo de “epítome” (es decir, ejemplo paradigmático) para el diseño autónomo de sus propias actividades.

La actividad “El gigante de Balvanera” recurre a la leyenda talmúdica del Gólem para pensar sobre los valores que atraviesan la ciencia. Los sociólogos de la ciencia británicos Harry Collins y Trevor Pinch (1996) plantean una metáfora muy sugerente para entender la compleja relación que se establece entre la ciencia como una “criatura” y la humanidad como su “creadora”. Ellos dicen que la ciencia se asemeja al Gólem, ese gigantesco, desgarrado y poderoso humanoide que el Gran Rabino Löw —en la Praga imperial del siglo XVI— fabricó de barro, y al cual insufló el hálito de vida mediante un pergamino cabalístico con el nombre verdadero de Dios. La ciencia, según esta famosa imagen, es un instrumento que puede encauzarse hacia obras en bien de la humanidad pero, fuera del férreo

control social, se transforma en un monstruo temible.

La idea epistemológica clave de esta actividad apunta a que la ciencia avanza a veces más rápido que la reflexión ética sobre sus usos, y que es necesario un debate social amplio sobre las direcciones que han de tomar la investigación y la innovación científicas.

La ambientación histórica es, inicialmente, la leyenda judía, explorada mediante diversos materiales (textos que la recrean, películas y un episodio de *Los Simpson*). Luego se presentan otros elementos alrededor de la figura del Gólem que conectan más significativamente con nuestros estudiantes de Argentina: la influencia del mito sobre el escritor Jorge Luis Borges y la leyenda urbana del “gigante” misterioso que ayuda a los vecinos del barrio de Balvanera en Buenos Aires.

Una vez establecido el abordaje inicial de la *metáfora*, se plantean otras ambientaciones: ejemplos paradigmáticos de la historia de la ciencia en los cuales el conocimiento se concibió para el bien (“la ciencia barriendo la sinagoga”) o para el mal (“la ciencia sembrando el horror en las calles de Praga”). En estos pequeños “estudios de caso” se pone en juego un ataque frontal al cientificismo.

La actividad recurre al uso de la *metáfora* como recurso del lenguaje y del pensamiento. Se acercan dos campos aparentemente muy alejados, el mito y la ciencia, usando el primero para arrojar luz sobre el último. El campo de partida (la leyenda del Gólem), a su vez, se acerca a la realidad cognitiva y afectiva de los destinatarios, al proponerse ramificaciones del hilo argumental principal más cercanas a ellos en el tiempo y en el espacio.

Por otra parte, se utiliza una diversidad de fuentes, que contribuyen a la activación de variadas “puertas de entrada” al contenido: textos de ficción, fragmentos de películas, recortes de prensa, dibujos animados, poesía, imágenes, biografías. Además se usa la potencia de la *narración*, que ha sido identificada como un recurso muy relevante para la educación científica (Ogborn et al., 1998).

A modo de reflexión final

Actualmente, la naturaleza de la ciencia, como conjunto de contenidos a enseñar y como discusión teórica y práctica sobre ellos, concita el interés de diversos actores de la educación científica formal y no formal: profesorado, estudiantado, científicos, directivos, diseñadores del currículo, decisores y administradores, didactas de las ciencias naturales, divulgadores científicos, público general. En este sentido, estamos frente a un panorama, tanto internacional como localmente, muy promisorio y estimulante para introducir reformas en nuestras prácticas de Universidad.

La inclusión de la naturaleza de la ciencia en las aulas universitarias nos plantea cuestiones interesantes para la reflexión y desafíos potentes para la práctica. El diseño de lineamientos, estrategias y materiales para enseñarla significativamente es una tarea apasionante a la que podemos contribuir acercando nuestras demandas, saberes y experiencias. En esta línea, la conformación de colectivos de trabajo multidisciplinarios, con didactas, educadores, asesores, docentes, investigadores

y directivos trabajando mancomunadamente con el objetivo de innovar en el campo de la naturaleza de la ciencia, puede resultar un camino fructífero para la mejora de la calidad de la educación universitaria en Argentina.

En la opinión de muchos investigadores, innovadores y docentes, la naturaleza de la ciencia encierra un enorme potencial para acercarnos un poco más al objetivo de garantizar, para los niños y niñas, adolescentes y jóvenes de nuestra región, un acceso más *equitativo* y más *justo* (Gil-Pérez et al., 2005) a los beneficios que pueden aportar la ciencia y la tecnología. Es, por tanto, parte de nuestra tarea apoyar el tratamiento de esta nueva componente curricular emergente en las clases de ciencias de la Universidad, propiciando espacios y recursos específicos para que ello suceda, y garantizando así la continuidad con el trabajo iniciado y desarrollado en los demás niveles educativos.

Bibliografía citada y de consulta

AAAS (1989). *Science for all Americans: Project 2061*. Nueva York: Oxford University Press.

AAVV (2007). *Cuadernos para el aula: Ciencias naturales*, 6. Buenos Aires: Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación.

Adúriz-Bravo, A. (2002). Un modelo para introducir la naturaleza de la ciencia en la formación de los profesores de ciencias. *Pensamiento Educativo*, 30, 315-330.

Adúriz-Bravo, A. (2003). La muerte en el Nilo: Una propuesta para aprender sobre la naturaleza de la ciencia en el aula de ciencias naturales de secundaria, en Adúriz-Bravo, A., Perafán, G.A. y Badillo, E. (comps.). *Actualización en didáctica de las ciencias naturales y las matemáticas*, 129-138. Bogotá: Editorial Magisterio.

Adúriz-Bravo, A. (2005a). El guiso fantasmagórico: Relato de la mítica invención de los marcadores radiactivos. *Campaña Nacional de Lectura*, Colección “La ciencia, una forma de leer el mundo”. Buenos Aires: Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología.

Adúriz-Bravo, A. (2005b). “Los descubrimientos del radio”: Una unidad didáctica para enseñar sobre la naturaleza de la ciencia a futuros profesores de ciencias naturales, en Badillo, E., Couso, D., Perafán, A. y Adúriz-Bravo, A. (eds.). *Unidades didácticas en ciencias y matemáticas*, 317-336. Bogotá: Editorial Magisterio.

Adúriz-Bravo, A. (2005c). Methodology and politics: A proposal to teach the structuring ideas of the philosophy of science through the pendulum, en Matthews, M., Gauld, C. y Stinner, A. (eds.). *The pendulum: Scientific, historical, philosophical and educational perspectives*, 277-292. Dordrecht: Springer.

Adúriz-Bravo, A. (2005d). Una introducción a la naturaleza de la ciencia: La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica

Adúriz-Bravo, A. (2005e). ¿Vampiros en Valaquia?: Explicación bioquímica de la leyenda. Campaña Nacional de Lectura, Colección “La ciencia, una forma de leer el mundo”. Buenos Aires: Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología.

Adúriz-Bravo, A. (2008a). Áreas de investigación en la didáctica de las ciencias experimentales: La naturaleza de la ciencia, en Merino Rubilar, C., Gómez Galindo, A. y Adúriz-Bravo, A. (coords.). Áreas y estrategias de investigación en la didáctica de las ciencias experimentales, 111-125. Bellaterra: Servei de Publicacions de la UAB.

Adúriz-Bravo, A. (2008b). ¿Existirá el “método científico”? en Galagovsky, L. (coord.). ¿Qué tienen de ‘naturales’ las ciencias naturales?, 47-59. Buenos Aires: Biblos.

Adúriz-Bravo, A. (2010). Aproximaciones histórico-epistemológicas para la enseñanza de conceptos disciplinares. Revista EDUCyT, 1(1), s/pp. [En línea.]

Adúriz-Bravo, A. (2011a). Concepto de modelo científico: Una mirada epistemológica de su evolución, en Galagovsky, L. (coord.). Didáctica de las ciencias naturales: El caso de los modelos científicos, 141-161. Buenos Aires: Lugar Editorial.

Adúriz-Bravo, A. (2011b). Epistemología para el profesorado de física: Operaciones transpositivas y creación de una “actividad metacientífica escolar”. Revista de Enseñanza de la Física, 24(1), 7-20.

Adúriz-Bravo, A. (2011c). Use of the history of science in the design of research-informed NOS materials for teacher education, en Kokkotas, P.V., Malamitsa, K.S. y Rizaki, A.A. (eds.). Adapting historical knowledge production to the classroom, 195-204. Rotterdam: Sense Publishers.

Adúriz-Bravo, A. e Izquierdo-Aymerich, M. (2002). Directrices para la formación epistemológica del futuro profesorado de ciencias naturales, en Perafán, G.A. y Adúriz-Bravo, A. (comps.). Pensamiento y conocimiento de los profesores: Debate y perspectivas internacionales, 127-139. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional/Colciencias.

Adúriz-Bravo, A. e Izquierdo-Aymerich, M. (2009). A research-informed instructional unit to teach the nature of science to pre-service science teachers. Science & Education, 18(9), 1177-1192.

Campanario, J.M. (1999). La ciencia que no enseñamos. Enseñanza de las Ciencias, 17(3), 397-410.

Chalmers, A. (2010). ¿Qué es esa cosa llamada ciencia? Madrid: Siglo XXI. (4ª edición.) (Original en inglés de 1976.)

Collins, H. y Pinch, T. (1996). El Gólem: Lo que todos deberíamos saber acerca de la ciencia. Barcelona: Crítica. (Original en inglés de 1993.)

Driver, R., Leach, J., Millar, R. y Scott, P. (1996). Young people's images of science. Buckingham: Open University Press.

Duschl, R. (1997). Renovar la enseñanza de las ciencias. Importancia de las teorías y su desarrollo. Madrid: Narcea. (Original en inglés de 1990.)

Gardner, H. (1991). The unschooled mind: How children think and how schools should teach. Nueva York: Basic Books.

Gellon, G., Rosenvasser Feher, E., Furman, M. y Golombek, D. (2005). *La ciencia en el aula: Lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla*. Buenos Aires: Paidós.

Gil-Pérez, D., Macedo, B., Martínez Torregrosa, J., Sifredo, C., Valdés, P. y Vilches, A. (eds.) (2005). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica?: Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. Santiago de Chile: UNESCO-OREALC.

Izquierdo-Aymerich, M. (1996). Relación entre la historia y la filosofía de la ciencia y la enseñanza de las ciencias. *Alambique*, 8, 7-21.

Izquierdo-Aymerich, M. (2000). Fundamentos epistemológicos, en Perales, F.J. y Cañal, P. (eds.). *Didáctica de las ciencias experimentales: Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*, 35-64. Alcoy: Marfil.

Izquierdo-Aymerich, M. y Adúriz-Bravo, A. (2003). Epistemological foundations of schools science. *Science & Education*, 12(1), 27-43.

Jiménez-Aleixandre, M.P. (1996). *Dubidar para aprender*. Vigo: Edicións Xerais.

Matthews, M. (1994). *Science teaching: The role of history and philosophy of science*. Londres: Routledge.

Matthews, M. (2000). *Time for science education: How teaching the history and philosophy of pendulum motion can contribute to science literacy*. Nueva York: Plenum Publishers.

McComas, W. (ed.) (1998). *The nature of science in science education: Rationales and strategies*. Dordrecht: Kluwer.

Ogborn, J., Kress, G., Martins, I. y McGillicuddy, K. (1998). *Formas de explicar: La enseñanza de las ciencias en secundaria*. Madrid: Santillana/Aula XXI. (Original en inglés de 1996.)

Quintanilla, M., Saffer, G., Izquierdo-Aymerich, M. y Adúriz-Bravo, A. (2007). Nicolás Copérnico desde una propuesta realista pragmática de la historia de la ciencia, en Quintanilla, M. (comp.). *Historia de la ciencia: Propuestas para su divulgación y enseñanza: Volumen II*, 47-65. Santiago de Chile: Arrayán Editores.

Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la Educación Secundaria Obligatoria*. Madrid: Síntesis.

Seroglou, F. (2006). *Ciencias naturales para la educación del ciudadano*. Tesalónica: Epí Kentros. (En griego.)

(*) DATOS DEL AUTOR

AGUSTÍN ADÚRIZ-BRAVO es Profesor de Enseñanza Media y Superior en Física (UBA) y Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales (Universitat Autònoma de Barcelona) Actualmente integra el GEHyD-Grupo de Epistemología, Historia y Didáctica de las Ciencias Naturales, CeFIEC-Instituto de Investigaciones Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.

Ha recibido distinciones internacionales por sus aportes a la educación científica; cuenta con más de doscientas publicaciones entre las que se encuentran libros científicos, libros de texto y libros de texto para formación docente. Ha dictado numerosos talleres y cursos de formación y ha realizado diversas estancias académicas como profesor visitante en nuestro país y en Europa.

Esta Colección de Cuadernillos de Actualización para pensar la Enseñanza Universitaria se edita mensualmente con la colaboración, en producción, del Área de Comunicación Académica y, en diseño, del Área Gráfica de nuestra Universidad.

**Colección de Cuadernillos de actualización
para pensar la Enseñanza Universitaria.**



**Universidad Nacional de Río Cuarto
Secretaría Académica**

