

DIFICULTADES PARA LA INTRODUCCIÓN DE LA “FAMILIA SEMANTICISTA” EN LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS NATURALES

Yefrin Ariza*
Pablo Lorenzano**
Agustín Adúriz-Bravo***

RESUMEN

Desde principios de la década de los noventa se viene generando, desde la didáctica de las ciencias naturales, un tímido acercamiento a formulaciones epistemológicas de corte semántico. En los últimos diez años, la introducción del constructo de “modelo teórico”, proveniente de la llamada “familia semanticista” de la epistemología contemporánea, ha permitido que nuestra disciplina establezca una vinculación más específica con las principales propuestas de esta corriente filosófica (Suppe, van Fraassen, Giere y el estructuralismo metateórico). Las nociones semánticas se perfilan como una respuesta interesante a los requerimientos epistemológicos de una educación científica de calidad para todos,

* Doctorando en Filosofía e Historia de la Ciencia, Universidad Nacional de Tres de Febrero. Licenciado en Química, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 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. Programa de Investigación en Filosofía e Historia de la Ciencia, Universidad Nacional de Quilmes.

** Doctor en Filosofía, Universidad Libre de Berlín. Maestro en Filosofía, Universidad Libre de Berlín. Licenciado en Filosofía, Universidad Nacional Autónoma de México. Programa de Investigación en Filosofía e Historia de la Ciencia, Universidad Nacional de Quilmes. Profesor Titular de la Universidad Nacional de Quilmes. Investigador del CONICET.

*** Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universitat Autònoma de Barcelona. Profesor de Enseñanza Media y Superior en Física, Universidad de Buenos Aires. 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. Profesor Adjunto de la Universidad de Buenos Aires.

Recibido 8 de Junio del 2009, aprobado noviembre 20 del 2009

y a la formación inicial y continuada del profesorado de ciencias. Sin embargo, el espacio ganado por esas nociones recientes y actuales deja al descubierto algunos obstáculos que los investigadores en didáctica de las ciencias y los profesores de ciencias deben superar, para entender nuevas formulaciones epistemológicas bastante sofisticadas. En este trabajo se pretende exponer algunos aportes iniciales de la concepción semántica –*representacional* o *modeloteórica*– de las teorías científicas a la enseñanza de las ciencias naturales, y discutir las principales dificultades que por ahora muestra esta incipiente vinculación metateórica, dificultades que, una vez superadas, permitirían construir una fundamentación epistemológica mucho más sustanciosa para la didáctica de las ciencias naturales.

PALABRAS CLAVE: Didáctica, ciencias naturales, epistemología, modelo teórico

DIFFICULTIES FOR THE INTRODUCTION OF THE “SEMANTICIST FAMILY” INTO THE NATURAL SCIENCES DIDACTICS

ABSTRACT

Since the early 1990s a timid approach to epistemological formulations from semantic nature in the Natural Science didactics has been generating. In the last ten years, the introduction of the “theoretical model”, construct coming from the so-called “semanticist family” from contemporary epistemology, has allowed this discipline to establish a more specific link with the main proposals of this philosophical trend (Suppe, van Fraassen, Giere and meta-theoretical structuralism). Semantic notions appear as an interesting response to the epistemological requirements for quality Scientific education for all and to the initial and continuous Science teachers training. However, the space gained by these recent and current notions uncovers some obstacles that researchers in Science didactics and Science teachers must overcome in order to understand new very sophisticated epistemological formulations. This work is intended to present some initial contribution in the –*representational* or *model-based*– semantics conception of scientific theories for the teaching of the Natural Sciences, and to discuss the main difficulties shown so far by this incipient meta-theoretical connection, which, once overcome, will allow the construction of a more substantial epistemological foundation for Natural Science didactics.

KEY WORDS: Didactics, Natural Sciences, epistemology, theoretical model

INTRODUCCIÓN

La epistemología (filosofía de la ciencia) inicia su recorrido en la didáctica de las ciencias naturales tardíamente con respecto a los avances realizados en esa primera metadisciplina en el transcurso del siglo XX. Es sugerente, y también recurrido, el aporte expuesto por Richard Duschl (1985) respecto de un “desarrollo mutuamente excluyente” de estos dos metadisursos, por lo menos hasta la década de los ochenta.

Al revisar brevemente la literatura en didáctica de las ciencias naturales desde su constitución como una disciplina autónoma (Adúriz-Bravo & Izquierdo-Aymerich, 2002), se suelen encontrar investigaciones que recurren exclusiva y excluyentemente a la corriente denominada *nueva filosofía de la ciencia*, especialmente en su versión más “externalista” e “historicista”, encarnada por el exhaustivamente referenciado Thomas Kuhn y por otros autores provenientes de esa época de la historia de la epistemología, en particular: Imre Lakatos, Larry Laudan y Stephen Toulmin.

En los años noventa, la multiplicación de las investigaciones encaminadas a la identificación de las ideas previas del estudiantado y del profesorado de ciencias arrojó, en general, resultados que sugerían la presencia mayoritaria de concepciones provenientes de las corrientes epistemológicas fundacionales, especialmente del positivismo lógico (promulgado por el famoso *Círculo de Viena*) y de la concepción heredada, pero también una tímida pero sugerente aparición de las nociones básicas de la ya mencionada corriente historicista (Koulaidis & Ogborn, 1995; Porlán et al., 1998). Parecía alentador entonces que las propuestas historicistas empezaran a permear tanto en la comunidad de especialistas en didáctica de las ciencias naturales, como en las propias prácticas del profesorado de ciencias, puesto que marcaban un distanciamiento a las propuestas neopositivistas de principios del siglo pasado.

En la actualidad todavía estas concepciones son tomadas como marco epistemológico referencial por buena parte de los integrantes de dichas comunidades. Sin embargo, recurrir casi exclusivamente a la escuela historicista ha instalado un “cerrojo” para otras propuestas epistemológicas contemporáneas a Tomas Kuhn (por ejemplo, Quine, Putnam, Hanson) o posteriores a él (la filosofía neoanalítica, las epistemologías regionales, las epistemologías poskuhnyanas

y evolucionistas, y la concepción semántica de las teorías científicas). En este trabajo nos preocupamos, en particular, por el distanciamiento de la didáctica de las ciencias naturales, por lo menos hasta finales del siglo pasado, respecto de la llamada “familia semanticista”, originada por Patrick Suppes en los años cincuenta.

En este artículo presentamos, además, algunas reflexiones respecto a las dificultades que se presentan en la didáctica de las ciencias naturales cuando se pretende introducir contenidos recientes y actuales de la epistemología de corte semántico. En primer lugar, caracterizamos brevemente la *concepción semántica de las teorías científicas*; luego, hacemos un esbozo de los principales acercamientos de la didáctica de las ciencias naturales a los contenidos metateóricos de esta familia.

LA “FAMILIA SEMANTICISTA”

La escuela epistemológica que aquí consideramos suele ser denominada como *concepción semántica, semanticista, modelística, modeloteórica*, basada en *modelos representacionales* de las teorías científicas. En la literatura se encuentran introducciones detalladas sobre la historia de esta concepción metateórica (ver, por ejemplo, Suppe, 1989); nosotros, por razones de espacio, presentamos aquí solo una introducción muy general a ella, enfocándonos en los “parecidos de familia” entre las principales propuestas que se reconocen al interior de ella.

Es posible ubicar el origen de la concepción semántica de las teorías científicas en los trabajos de J.C.C. McKinsey, E. Beth, J. von Neumann y A. Tarski, desarrollados en la primera mitad del siglo XX. Quien dio inicio “formal” a esta concepción representacional de las teorías fue el epistemólogo estadounidense Patrick Suppes (n. 1922). Él realizó su trabajo sobre la reconstrucción de teorías físicas tomando como referencia los métodos conjuntistas de Tarski y de McKinsey.

La principal novedad introducida por esta concepción es un movimiento desde una caracterización lingüística (sustentada en el empirismo lógico) hacia una caracterización representacional de las teorías de las ciencias naturales. En otras palabras, lo principal es hacer de los modelos descritos por las leyes el punto central en la identificación y en el estudio de una teoría (Guerrero Pino, 2003).

La manera semántica de caracterizar las teorías se puede resumir de la siguiente manera:

[P]resentar una teoría es presentar una familia de modelos. Esta familia puede ser descrita de varios modos, mediante enunciados diferentes en lenguajes diferentes, y ninguna formulación lingüística tiene ningún estatuto privilegiado. Específicamente, no se atribuye ninguna importancia a la axiomatización como tal, incluso la teoría puede no ser axiomatizable en ningún sentido no trivial. (Van Fraassen, 1989: 188).

En este nuevo giro semanticista en la epistemología se pueden incluir, entre otros, a B. van Fraassen, F. Suppe, R. Giere, M. Dalla Chiara, G. Toraldo di Francia, M. Przełeczki, R. Wójcicki, G. Ludwig, N. Da Costa, J. Sneed, W. Stegmüller, C.U. Moulines y W. Balzer. Desde nuestro punto de vista, estos integrantes constituyen una verdadera *familia*, puesto que comparten algunos elementos centrales, que luego especifican en distintas versiones.

Como es fácil percibir, la familia semanticista es amplia; aunque Frederick Suppe (1989) engloba en ella solo las propuestas de van Fraassen, Giere y la suya propia excluye la metateoría estructuralista desarrollada por un discípulo de Patrick Suppes, Joseph Sneed; otros autores (p.e. Diederich, 1996; Guerrero Pino, 2003; Lorenzano, 2003) nos permiten ampliarla para incluir las formulaciones italiana y polaca, así como el estructuralismo europeo.

Para los semanticistas, la caracterización de las teorías es más adecuada a través de la identificación de una clase de estructuras (sus “modelos”); es decir, una teoría no es representada exclusivamente por los axiomas (leyes) que la componen, sino también por el conjunto de modelos que contiene. De hecho, los integrantes de la concepción semántica comparten que lo importante de una teoría no es la manera en que se dice cómo es la realidad, sino lo que la teoría “representa” (representación modelística) sobre aquellos trozos de la realidad de los que quiere dar cuenta.

Pablo Lorenzano (2003) caracteriza la familia semanticista mediante tres puntales básicos:

1. El componente más básico para la identidad de una teoría es una clase de estructuras; más específicamente, una clase de modelos. Una teoría se

caracteriza así, en primer lugar, por determinar un conjunto de modelos; presentar-identificar una teoría es presentar-identificar la familia de sus modelos característicos. La determinación de los modelos se realiza mediante una serie de principios o leyes. Las leyes se deben entender, por tanto, como definiendo una clase de modelos. Que las leyes definan los modelos no significa, por supuesto, que una teoría sea una definición, o que sea verdadera por definición, o cosas parecidas. Que las leyes definan una serie de modelos significa solo que las leyes determinan qué entidades son las que se comportan de acuerdo con la teoría; por ejemplo, cierta entidad, cierto “trozo del mundo,” es “por definición” un sistema (modelo) de la teoría si y sólo si cumple tales y cuales principios.

2. Una teoría no solo determina, a través de sus leyes u otros mecanismos, una clase de modelos. Si solo hiciera eso, poco tendríamos, ya que definimos los sistemas (modelos) de la teoría para algo más: para dar cuenta de ciertos datos, fenómenos o experiencias correspondientes a determinado ámbito de la realidad. Parte de la identificación de la teoría consiste entonces en la identificación *intencional* de esos fenómenos empíricos de los que pretende dar cuenta.
3. La teoría define los modelos con la pretensión de que representen adecuadamente los fenómenos; en términos tradicionales, que tales fenómenos concretos satisfagan las leyes de la teoría, que se comporten como las leyes dicen. Esta pretensión se hace explícita mediante un acto lingüístico o proposicional, mediante una afirmación: la *aserción empírica* de la teoría. La aserción empírica afirma que entre los sistemas empíricos de los que queremos dar cuenta y los modelos determinados por las leyes se da cierta relación. Lo que afirma es que nuestra teoría representa adecuadamente la “realidad”, esto es, que nuestros modelos se “aplican bien” a los sistemas que se van a explicar.

Ahora bien, la existencia de diversos *enfoques* al interior de la familia semanticista tiene que ver con las distintas maneras en que los integrantes de dicha familia conceptualizan u operacionalizan esos tres puntales básicos. En términos de Díez y Lorenzano (2002: 33), “[los distintos miembros de la familia semántica] no comparten una serie de tesis filosóficas sustantivas, sino un modo y un marco en el que plantear los problemas filosóficos”. Aunque todos se pueden

considerar seguidores de los trabajos desarrollado por Suppes, no todos están influidos directamente por él, o no necesariamente coinciden en los aspectos más específicos de su propuesta (Díez & Moulines, 1999).

Nosotros hemos identificado, con fines didácticos, al menos cuatro aspectos en los cuales las propuestas de Suppe, van Fraassen, Giere y la concepción estructuralista de las teorías pueden diferir:

1. La manera en la que se caracteriza la noción de “modelo”.
2. La manera en la que se captura la clase de esos modelos.
3. La manera en la que se relaciona dicha clase de modelos con los “sistemas empíricos” o “trozos de la realidad” de los que se quiere dar cuenta.
4. La manera en la que se caracterizan estos sistemas empíricos.

Partiendo de aquí, aceptamos que los aspectos básicos “irreducibles” de la familia semanticista no son contradichos ni negados en cada unos de los cuatro enfoques principales; al contrario, encontramos que cada uno de dichos enfoques parte de esta estructura central, respetándola y preservándola en el desarrollo de la propuesta específica y afinada.

APROXIMACIONES AL SEMANTICISMO DESDE LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS NATURALES

Es importante considerar que las propuestas historicistas mencionadas más arriba iniciaron su recorrido en la didáctica de las ciencias veinte años después de lo que algunos consideran su punto inicial en la epistemología erudita; es decir, si bien algunos trabajos habían incluido constructos historicistas en los currículos de ciencias con anterioridad (Matthews, 1994), no es sino hasta mediados de los ochenta cuando se generó un acercamiento explícito y sistemático a esta corriente epistemológica, cuyos principales trabajos (por ejemplo, el libro de Kuhn sobre las revoluciones científicas) fueron publicados a inicios de los años sesenta.

Es entendible entonces que los primeros “coqueteos” entre la concepción semántica de las teorías científicas y las investigaciones en la didáctica de las ciencias naturales se generaran en la década de los noventa. Podemos hacer referencia, por ejemplo, al trabajo de Fernando Flores y Leticia Gallegos (1993), en el cual

ellos recurren al *empirismo constructivo* de Bas van Fraassen y la caracterización de Patrick Suppes de los *modelos parciales* (Mp) y *modelos potenciales parciales* (Mpp), a fin de entender los modelos construidos por estudiantes de secundaria. También podemos referenciar el trabajo de Olimpia Lombardi (1998), quien caracteriza distintas nociones de “modelo” para las diferentes disciplinas y sugiere la conciliación de estas caracterizaciones para ubicar la más pertinente en la didáctica de las ciencias. Lombardi se apoya de forma implícita en una versión semántica de este constructo.

Aunque, como mencionamos antes, nuestra disciplina se encuentra influida mayoritariamente por las concepciones historicistas de corte externalista — incluso es normal encontrar recursiones hacia concepciones “clásicas” sobre la ciencia—, es alentador contar actualmente con evidencia empírica que nos permite afirmar la existencia de un tímido surgimiento de una didáctica de las ciencias basada en modelos, a la que denominamos *didáctica modeloteórica* (Adúriz-Bravo, 2009). Tales evidencias serían:

1. El uso que hacen diversos didactas de las ciencias naturales a la unidad básica de “modelo científico”, caracterizándola con un enfoque similar al de las epistemologías contemporáneas de corte semántico (por ejemplo, Izquierdo-Aymerich & Adúriz-Bravo, 2003; Justi, 2006; Develaki, 2007; Chamizo, 2010).
2. La creciente publicación de artículos sobre el tema de modelos y modelización en revistas del ámbito de la didáctica de las ciencias como *Science & Education*, *International Journal of Science Education*, *Ciência & Educação* o *Enseñanza de las Ciencias*.
3. El asentamiento de investigaciones específicas dentro del área de investigaciones en torno a las aportaciones de las metaciencias a la didáctica de las ciencias (área conocida por su acrónimo inglés HPS) y, más específicamente, dentro de la línea de investigación sobre la naturaleza de la ciencia (línea conocida también por su acrónimo inglés, NOS).
4. La producción de reflexiones didácticas que acuden a conceptualizaciones epistemológicas recientes y actuales.

OBSTÁCULOS PARA LA INTRODUCCIÓN DE CONTENIDOS SEMANTICISTAS EN LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

Cuando desde la didáctica de las ciencias naturales se introducen contenidos, construcciones y estrategias provenientes de la epistemología, es frecuente encontrar reducciones, simplificaciones, exclusiones y deformaciones. Esta situación se debe, en parte, a que en la epistemología “erudita” (académica, profesionalizada) se utilizan diferentes *criterios de periodización* que generan una variedad de información desde la cual se construye una historia de la epistemología del siglo XX. Cuando los investigadores en didáctica acuden a esos referentes, tal problemática se amplifica. Se suelen encontrar entonces muchas investigaciones didácticas con consideraciones epistemológicas inadecuadas, tales como:

1. La no matizada inclusión de Popper en el empirismo lógico o, por el contrario, la exageración de los elementos renovadores y rupturistas en este autor.
2. La utilización “sin demarcación” de denominaciones epistemológicas confundidas o solapadas, como cuando se identifica el positivismo con el positivismo lógico, o el positivismo lógico con la concepción heredada.
3. Diferencias marcadas al exponer las épocas en las cuales se desarrolla cada escuela epistemológica, sus “fechas de nacimiento y defunción” y sus autores y textos más representativos.
4. La exclusión de autores relevantes para cada periodo epistemológico (clásico, crítico, heredado, historicista, posmoderno, reciente, etc.).
5. La consideración de la llamada “nueva filosofía de la ciencia” (años cincuenta y sesenta) como filosofía de la ciencia “nueva” o contemporánea.
6. Una sobrepresentación de la nueva filosofía de la ciencia (casi siempre encabezada por Thomas Kuhn, a quien se lo considera el “derrocador” de la concepción heredada).
7. Una minimización de las principales aportaciones “internalistas” o “no-historicistas” de autores tales como: Quine, Hanson, Putnam, Goodman o Newton-Smith.

Desde nuestro punto de vista, la concepción semántica de las teorías científicas es muy sugerente para la didáctica de las ciencias, en parte porque provee de fundamentos epistemológicos más coherentes con las finalidades actuales de la alfabetización científica debido a que en ella confluyen nociones fundamentales de las corrientes anteriores, que son matizadas, precisadas, ampliadas y contextualizadas. Sin embargo, al día de hoy, la introducción de la epistemología contemporánea de corte semántico en nuestra disciplina no se muestra demasiado diferente en lo que hace a las inadecuaciones de la introducción de corrientes anteriores.

Durante nuestro trabajo hemos identificado, de manera informal, al menos siete dificultades principales para la vinculación del semanticismo a la didáctica de las ciencias naturales. Tratamos brevemente esas dificultades a continuación.

Escasa formación en epistemología

Este punto lo hemos comentado más arriba: resulta sin duda necesario conocer con cierta rigurosidad la epistemología cuando se pretende introducir contenidos epistemológicos en la enseñanza de las ciencias naturales. En el ámbito de los didactas se suelen cometer reducciones y simplificaciones de contenidos específicos y generales de la epistemología erudita. Por otro lado, en el ámbito de la profesionalización del profesorado de ciencias, la fundamentación epistemológica se limita a la inclusión, en el currículo de formación de profesores, de un curso o seminario sobre epistemología. Esto ha sido una causa de que en la “ola” de estudios sobre las ideas previas en la década de los noventa se identificaran imágenes deformadas, ambiguas y descontextualizadas sobre la ciencia. Una formación epistemológica superficial o poco integrada muestra no ser suficiente para abarcar la comprensión de los contenidos epistemológicos más importantes, y esto se amplifica si hacemos referencia a la comprensión de las epistemologías recientes y actuales.

Comprensión ingenua de la epistemología contemporánea

Las concepciones epistemológicas contemporáneas son influenciadas por corrientes anteriores y solo es posible entenderlas significativamente con el conocimiento de dichas corrientes referenciales. Esto requiere, por tanto, un “recorrido” por el conocimiento epistemológico que permita reconocer,

aunque más no sea a trazo grueso, la reflexión epistemológica del siglo XX. En nuestra disciplina no es común incorporar distinciones ricas en torno a la pluralidad de conceptualizaciones metacientíficas disponibles, recurriéndose a menudo a separaciones exageradamente simplistas, como entre “positivismo” y “constructivismo” o entre “racionalismo” y “relativismo”. En el caso específico de la concepción semántica, no se reconocen con cierto grado de detalle sus principales objetos, problemas y modalidades de trabajo.

Corta distancia histórica

La novedad de los contenidos epistemológicos contemporáneos obstaculiza la elucidación de los elementos principales de la investigación en nuestros días. A modo de ejemplo, podemos señalar que el conocimiento más amplio, profundo y especializado que en la actualidad tenemos acerca del Círculo de Viena permite identificar, entre otras cosas, las preocupaciones políticas de algunos de sus integrantes (Reisch, 2003), escasamente referenciadas en trabajos anteriores sobre la historia de la epistemología y, por supuesto, casi imperceptibles en las investigaciones en didáctica de las ciencias que acuden a dicha escuela epistemológica. Como segundo ejemplo, recordemos que en los últimos treinta años se dispone de una buena cantidad de investigaciones que toman como objeto las aportaciones de Luwick Fleck, de algún modo “precursor” de las ideas de Kuhn. En vida de Kuhn, Fleck era escasamente referenciado; actualmente, se tiende a reconocer que el programa historicista tiene en él un “germen” a inicios de los años treinta (Lorenzano, 2010). Resulta más complicado, en cambio, hacer análisis tan ricos sobre unos contenidos metacientíficos que afloran apenas hace treinta años en la epistemología erudita, y que hace menos de diez años que están circulando en la didáctica de las ciencias naturales.

Complejidad y multiplicidad de los contenidos

En la epistemología contemporánea, la complejidad reconocida de la ciencia ha contribuido fuertemente al establecimiento de propuestas que encaran desde muy diferentes perspectivas de investigación cada uno de sus aspectos. Se cuenta así con filosofía “neoanalítica”, epistemología feminista, epistemología poskuhniiana, epistemología evolucionista, axiología, praxiología, corrientes cognitivistas, objetivismo, concepción semántica, etc. Esta pasmosa variedad de contenidos, perspectivas, estrategias, presupuestos filosóficos y herramientas conceptuales

y formales se erige como un fuerte obstáculo frente a la escasa formación epistemológica de los didactas. Incluso, si nos ocupamos exclusivamente del semanticismo, la variedad de posturas a su interior es apabullante. Cada miembro se ocupa, “a su manera”, de interpretar las características principales de la ciencia, recurre a herramientas de diferentes tipos para realizar sus análisis (desde teorías formales hasta teorías cognitivas) e incluye presunciones filosóficas tales como el realismo hipotético, el racionalismo moderado, el empirismo constructivo, etc. Esto hace que la selección de contenidos provenientes de la concepción semántica se torne una tarea nada fácil de asumir con seriedad y profundidad desde nuestra propia disciplina y, por tanto, en una deuda pendiente para la comunidad.

Dificultad de los formalismos

Algunas concepciones actuales sobre la ciencia se apoyan en constructos formales específicos desde los cuales intervienen y especifican sus nociones metacientíficas. Un caso particularmente problemático es el de la escuela epistemológica usualmente denominada *estructuralismo metacientífico*, originada en los trabajos de Suppes con las modificaciones realizadas por Adams y Sneed, y asentada en la monumental obra *An Architectonic For Science* de Balzer, Sneed y Moulines. El enfoque estructuralista pertenece al campo de la teoría formal de la ciencia, en el sentido de que no solo se hace uso de la lógica formal, sino también de los conceptos y métodos de la teoría de modelos tarskiana y de los medios de representación de la teoría elemental de conjuntos (Moulines & Díez, 1999). Estos constructos formales son particularmente poco “discernibles” intuitivamente, y requieren por tanto de una mínima formación en lógica formal, teoría de conjuntos, teoría de modelos y semántica. Ello se convierte en un aspecto restrictivo para el acercamiento desde la didáctica de las ciencias. Es demasiado ambicioso esperar, al menos por ahora, que esta formación formal específica haga parte de los currículos de formación de científicos y profesores de ciencias.

Ausencia de una guía para analizar

La familia semanticista, aunque comparte ciertas tesis fundamentales, las enfatiza de manera diferente, de tal manera que, por ejemplo, la noción de “modelo” en Bas van Fraassen termina siendo muy distinta de la sustentada por Ronald Giere. Esto mismo sucede con la caracterización de los sistemas empíricos, la relación entre los modelos y tales sistemas, u otras cuestiones. La variedad y complejidad

de las conceptualizaciones de cada uno de los miembros de la familia requeriría de un análisis detallado a fin de detectar aquellas consideraciones metacientíficas de mayor valor para la didáctica de las ciencias naturales. Con las dificultades que ya hemos venido señalando en las líneas que anteceden confluye la ausencia de una “hoja de ruta” que permita entrever las corrientes de hoy en día, y, específicamente, el abordaje asumido por los semanticistas. Ya desde la propia epistemología se han realizado algunos intentos (Lorenzano, 2003). Sin embargo, estas escasas intenciones no fueron realizadas con un fin didáctico “esclarecedor” y, por tanto, están realizadas en lenguajes técnicos, especializados y algunas veces formalizados, que no son “familiares” para los didactas ni mucho menos para los profesores de ciencias. Queda como tarea al área HPS crear tal “hoja de ruta”, para que ilumine los nuevos contenidos epistemológicos de una forma sencilla y *formativa*, pero evitando ambigüedades y respetando la profundidad de la reflexión metateórica.

Ausencia de una guía para transponer

Evidentemente, sin una “hoja de ruta” que dirija nuestras miradas a la identificación de los elementos esenciales de la familia semanticista, es difícil construir una estrategia de vinculación con la didáctica tal como los ya canónicos “tenets” de la naturaleza de la ciencia (McComas et al., 1998) o “cuestiones” de la naturaleza de la ciencia (Clough, 2007). En la línea de generar una transposición didáctica del semanticismo, hemos hecho algunos adelantos utilizando una propuesta proveniente de la didáctica de las ciencias que consideramos, de entre las ya existentes, coherente para la introducción de estos contenidos metateóricos novedosos (Adúriz-Bravo et al., 2011). Hacemos referencia al constructo didáctico de *idea epistemológica clave* (Adúriz-Bravo, 2001, 2005).

La *idea epistemológica clave* es un elemento de una red teórica altamente articulada (red de contenidos de naturaleza de la ciencia). Esta red se organiza jerárquicamente a través de una serie de elementos de creciente grado de concreción, de la siguiente manera:

1. *Aspectos de la naturaleza de la ciencia*, correspondientes a las grandes miradas metateóricas: epistemológica, histórica y sociológica.
2. *Campos teóricos estructurantes de la naturaleza de la ciencia*, que son los “espacios de problemas” que dan identidad a la actividad metateórica.

3. *Cuestiones metateóricas clásicas de la naturaleza de la ciencia*, que son las preguntas específicas que pretenden responder las metaciencias, tales como cuál es la relación entre realidad y predicación o si es posible evaluar el “progreso” científico.
4. *Ideas clave de la naturaleza de la ciencia*, entendidas como respuestas a esas preguntas formuladas desde un modelo metateórico reconocible.

INFERENCIAS FINALES

Actualmente, los esfuerzos para vincular contenidos metacientíficos a la didáctica de las ciencias naturales no son menores, y adhieren a esta línea de trabajo un buen número de investigadores de nuestra disciplina que vienen discutiendo las estrategias de vinculación, así como las ideas provenientes de las diferentes escuelas epistemológicas de los últimos cien años que pueden resultar más pertinentes. Se han sentado las bases del camino hacia la inclusión de las corrientes contemporáneas; en el caso de la concepción semántica de las teorías, se han dado ya algunos pasos.

Si la tesis de la emergencia de una didáctica modeloteórica (Adúriz-Bravo, 2009) resulta correcta, los obstáculos o dificultades aquí caracterizados y discutidos cobran la mayor importancia: son insumos para sustentar la necesidad de una mayor preocupación por estas temáticas. La “nueva” didáctica de las ciencias naturales de fuerte basamento modelístico encierra promesas como programa de investigación, al realizar aportaciones sugerentes de cara a las necesidades epistemológicas de la alfabetización científica y la formación del profesorado; por tanto, es necesario trabajar en una más sólida integración entre nuestra disciplina y la familia semanticista de la epistemología.

BIBLIOGRAFÍA

Adúriz-Bravo, A. (2001). *Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias*. Tesis Doctoral. Bellaterra, Universitat Autònoma de Barcelona.

Adúriz-Bravo, A. (2005). “Qué naturaleza de la ciencia debemos saber los profesores de ciencias. Una cuestión actual de la investigación didáctica”. *Tecné, Episteme y Didaxis*, Número extra, 22-33.

Adúriz-Bravo, A. (2009). “Hacia un consenso metateórico en torno a la noción de modelo con valor para la educación científica”. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra. VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona. pp. 2616-2620.

Adúriz-Bravo, A. & Izquierdo-Aymerich, M. (2002). “Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina Autónoma”. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(3), 130-140.

Adúriz-Bravo, A., Ariza, Y. & Couló, A. (2011). *Introducing the semantic view of scientific theories in science education*. Ponencia presentada en el 11th International History, Philosophy and Science Teaching Conference. Salónica. 2011.

Balzer, W., Moulines, C.U., & Sneed, J.D. (1987). *An Architectonic for Science. The Structuralist Program*. Reidel, Dordrecht.

Chamizo, J.A. (2010). “Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias”. *Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación de la Ciencia*, 7(1), 26-41.

Clough, M.P. (2007). “Teaching the Nature of Science to Secondary and Post-Secondary Students: Questions Rather than Tenets”. *The California Journal of Science Education*, 8(2), 31-40. Recuperated of: <http://www.pantaneto.co.uk/issue25/clough.htm>

Develaki, M. (2007). “The model-based view of scientific theories and the structuring of school science programmes”. *Science & Education*, 16(7), 725-749.

Diederich, W. (1996). “Structuralism As Developed Within the Model-Theoretical Approach in the Philosophy of Science”. In: Balzer, W. & Moulines, C.U. (eds.), *Structuralist Theory of Science*. Berlin, New York.

Diez, J.A. & Lorenzano, P. (eds.). (2002). *Desarrollos actuales de la metateoría estructuralista: problemas y discusiones*. Argentina: Universidad Nacional de Quilmes/Universidad Autónoma de Zacatecas/Universitat Rovira i Virgili.

Diez, J.A. & Moulines, U. (1999). *Fundamentos de filosofía de la ciencia*. 2 ed. Barcelona: Ariel.

Duschl, R. (1985). “Science Education and Philosophy of Science: Twenty-Five Years of Mutually Exclusive Development”. *School Science and Mathematics*, 85(7), 541-555.

Flores, F. & Gallegos, L. (1993). “Consideraciones sobre la estructura de las teorías científicas y la enseñanza de las ciencias”. *Perfiles Educativos*, 62, 24-30.

Guerrero Pino, G. (2003). *Enfoque semántico de las teorías estructuralismo y espacio de estados: coincidencias y divergencias*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. España.

Izquierdo-Aymerich, M. & Adúriz-Bravo, A. (2003). “Epistemological Foundations of School Science”. *Science & Education*, 12(1), 27-43.

Justi, R. (2006). "La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos". *Enseñanza de las Ciencias*, 24(2), 173-184.

Koulaidis, V. & Ogborn, J. (1995). "Science Teachers Philosophical Assumptions: How well do we Understand them?". *International Journal of Science Education*, 17(3), 273-283.

Lombardi, O. (1998). "La noción de modelo en ciencias". *Educación en Ciencias*, 2(4), 5-13.

Lorenzano, P. (2003). "¿Debe ser excluida la concepción estructuralista de las teorías de la familia semanticista?: Una crítica a la posición de Frederick Suppe". *Filosofía de la ciencia e Historia de la Ciencia*, 9(9).

Lorenzano, C. (2010). *Los ancestros de Thomas Kuhn (Homenaje a Ludwik Fleck)*. En: Memorias del Tercer Encuentro de Filosofía e Historia de la Ciencia del Cono Sur, p. 92.

Matthews, M.R. (1994). *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*. Routledge, Nueva York.

McComas, W., Almazroa, H. & Clough, M. (1998). The nature of science in science education: An introduction, *Science & Education* 7, 511-532.

Porlán Ariza, R., Rivero García, A. & Martín del Pozo, R. (1998). "Conocimiento profesional y epistemología de los profesores: estudios empíricos y conclusiones". *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 271-28.

Reisch, G. (2003). *How the Cold War Transformed Philosophy of Science: To the Icy Slopes of Logic*. Cambridge: Cambridge University Press. [Versión en castellano de 2010. *Cómo la guerra fría transformó la filosofía de la ciencia hacia las heladas laderas de la lógica*. Argentina: Universidad Nacional de Quilmes].

Suppe, F. (1989). *The Semantic Conception of Theories and Scientific Realism*. Urbana and Chicago: University of Illinois Press.

Van Fraassen, B. (1989). *Symmetries and Laws of Nature*. Clarendon, Oxford.