



I Congreso Latinoamericano de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales

## DESAFÍOS DE LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA HOY

Formar sujetos competentes para un mundo en permanente transformación

*Comunicaciones Orales - Grupo 1*

*Epistemología, propuesta historia de la ciencia y prácticas pedagógicas.*

### **UNA PROPUESTA DESDE LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS PARA INDAGAR ACERCA LA NATURALEZA DE LA CIENCIA: AFIRMACIONES CON ALTA CARGA TEÓRICA EPISTEMOLÓGICA.**

Rafael Rodríguez y Agustín Adúriz-Bravo  
Universidad de Buenos Aires, Argentina

#### **RESUMEN**

La idea que sostenemos en este trabajo, y que deriva de un trabajo de tesis doctoral en proceso, es que las afirmaciones que, por ejemplo, se muestran en los instrumentos que se utilizan para indagar sobre concepciones de la NOS (Acevedo-Díaz et al., 2007) regularmente no se refieren a posturas epistemológicas que se dieron en los últimos treinta años del siglo pasado. Pensamos que esto genera serios problemas en la investigación en NOS. Proponemos acudir a una periodización de la epistemología constituida por cinco épocas: positivismo lógico y concepción heredada; racionalismo crítico; nueva filosofía de la ciencia; postmodernismo; y visiones contemporáneas. Pensamos que al recurrir a dichas épocas epistemológicas se pueden generar afirmaciones con alta carga teórica (ACTs), correspondientes a tópicos epistemológicos específicos como: correspondencia, racionalidad, representación, lenguajes, intervención, método, contextos, valores, evolución o juicio. El acudir a una periodización y a unos tópicos epistemológicos nos permitiría indagar con mayor riqueza teórica y metodológica acerca de la NOS en profesores en ejercicio y en formación, en estudiantes de educación primaria y secundaria, en currículos de ciencias, en textos, etc., por la especificidad de cada ACT.

**PALABRAS CLAVES:** Naturaleza de la ciencia, epistemología, didáctica de las ciencias y afirmaciones con alta carga teórica epistemológica.

#### **ABSTRACT**

The idea that we present in this paper, which derives from a doctoral thesis, is that the statements that appear for instance in the instruments used to investigate NOS conceptions (Acevedo-Díaz et al. 2007) usually do not refer to epistemological positions produced in the last thirty years of the 20th century. We think that this raises serious problems in research on NOS. We propose using a periodisation of the philosophy of science consisting of five periods: logical positivism and received view; critical rationalism; new philosophy of science; postmodernism; and contemporary views. Recurring to these periods we can generate claims with high theoretical load (or ACTs, by their Spanish acronym), corresponding to epistemological topics such as: correspondence, rationality, representation, languages, intervention, method, contexts, values, evolution, and judgement. Recurring to a periodisation and to epistemological topics allow us to investigate with more robust theory and methodology the NOS in pre- and in-service teachers, primary or secondary students, science curricula, textbooks, etc., thanks to the specificity of each ACT.

**KEYWORDS:** Nature of science, philosophy of science, didactics of science, claims with high theoretical load.

## **INTRODUCCIÓN**

La naturaleza de la ciencia (NOS, por sus siglas correspondientes en inglés) es un metadiscurso que combina elementos teóricos de la epistemología, la historia de la ciencia y la sociología de la ciencia principalmente (Adúriz-Bravo, 2005a); las reflexiones que se realizan desde dichas metaciencias poseen un valor para la didáctica de las ciencias naturales (Amador-Rodríguez y Adúriz-Bravo, 2009).

En este trabajo partimos de la idea de que, a la hora de proyectar una genuina educación científica de calidad para todos y todas, es necesario hacer ingresar a la enseñanza de las ciencias naturales algunos contenidos de la epistemología y de otras metaciencias (historia o sociología de la ciencia, principalmente) de los que hoy en día se nutren los investigadores/as del campo de la didáctica de las ciencias naturales, contenidos estos que forman parte de lo que los especialistas vienen denominando naturaleza de la ciencia (McComas, 1998; Flick y Lederman, 2004; Acevedo et al., 2005; Adúriz-Bravo, 2005a y b). Uno de los aspectos que han recalcado los especialistas en didáctica de las ciencias para la formación de los/as ciudadanos/as, es que ellos han de elaborar un discurso de la ciencia desde dos aspectos importantes –saber de ciencia y saber sobre ciencia–, conocimiento que les permitirá tomar decisiones responsables en el mundo actual.

## **MARCO TEÓRICO**

El académico estadounidense William McComas (1998) plantea la NOS como un campo de conocimiento “híbrido”, que mezcla aspectos de varias metaciencias (esto es, ciencias que “metadiscursan” sobre las ciencias); él propone que las principales contribuciones provendrían de la epistemología, la historia de la ciencia y la sociología de la ciencia. Así, se podría entender la NOS como una línea de trabajo que emerge a partir de las necesidades curriculares que se establecen en los distintos niveles educativos (desde el inicial hasta el universitario).

En este trabajo partimos conceptualizando la NOS como un conjunto de contenidos metacientíficos con valor para la educación científica (Adúriz-Bravo, 2009a y 2009b); proponemos que en la NOS, se privilegiaría la transposición de modelos que se generan en la epistemología erudita con el objetivo de que los ciudadanos y ciudadanas puedan generar respuestas informadas a las preguntas de qué es la ciencia, cómo se transforma a lo largo de la historia, y cuáles son sus relaciones con el contexto que la enmarca (Adúriz-Bravo, 2005b).

## **UNA PERIODIZACIÓN DE LA EPISTEMOLOGÍA**

A continuación se presenta una periodización de la epistemología formulada por Adúriz-Bravo (2001), a la cual se acude para el desarrollo de la presente investigación, en la cual se enuncian algunas de las ideas principales de las escuelas epistemológicas más representativas a nuestro parecer para la didáctica de las ciencias naturales.

### **- El positivismo lógico y la concepción heredada**

Es ya tradicional situar el comienzo de la epistemología institucionalizada y profesionalizada en la constitución del Círculo de Viena en la década del 20 del siglo pasado, y “seguirle la pista” a la primera escuela de la disciplina como tal, el positivismo lógico, a lo largo de las sucesivas versiones que asumió en su devenir histórico. Se podría aceptar que la hegemonía de esta “manera de hacer” epistemológica termina con la decadencia de la llamada “concepción heredada” en los años 70.

En el positivismo lógico se puede reconocer una primera formalización de la imagen popular o folk de la ciencia (Adúriz-Bravo, 2001; Adúriz-Bravo et al., 2006); los epistemólogos/as que trabajan bajo sus presupuestos teóricos ponen énfasis en el aspecto metodológico de la actividad científica, privilegiando un enfoque investigativo “sintáctico” (es decir, lógico-lingüístico), con la intención de generar un análisis riguroso de la estructura y validez del conocimiento científico.

Se puede afirmar que una característica esencial del positivismo “elaborado” propio del siglo XX es la de asumirse como una orgánica filosofía de las ciencias empíricas, y no simplemente como una teoría del conocimiento ordinario de corte empirista clásico (cf. Moulines, 1979). Ahora bien, esta primera postura epistemológica profesionalizada, más allá de tener un alto valor histórico, no mostraría tanto poder teórico a la hora de comprender la enseñanza desde los planteamientos de la nueva didáctica de las ciencias. Una epistemología “heredada”, por ejemplo, pone un énfasis exagerado en la formalización del lenguaje científico, en desmedro de su valor semántico (para dar sentido al mundo), pragmático (adecuado a un contexto valórico) y retórico (buscando el convencimiento de la audiencia).

#### - El racionalismo crítico y la nueva filosofía de la ciencia

Los representantes de estas dos grandes escuelas epistemológicas se pueden agrupar en su “propósito” de rebatir o modificar los fundamentos teóricos del positivismo lógico. El racionalismo crítico está bien representado en los escritos de Sir Karl Popper. Por otra parte, a la escuela conocida como nueva filosofía de la ciencia (que de “nueva” no tiene ya hoy nada) se la sitúa, bastante inexactamente, a partir de la aparición del opus magnum de Thomas Kuhn (1971) en 1962, en el que aparece claramente caracterizada la tendencia teórica denominada “externalismo”.

Se ha dicho a menudo que el “parecido de familia” que unifica a los representantes de esta escuela epistemológica (el propio Kuhn, junto con Imre Lakatos, Steven Toulmin y otros) se ocupan de los hechos “sociales” de la ciencia, poniendo el foco en constructos tales como los de comunidad científica, progreso o contexto social y cultural. La nueva filosofía de la ciencia, al menos en esta versión destacada, generara sus propuestas teóricas con el apoyo de la historia de la ciencia, fuente que le provee los insumos empíricos con los cuales pueden interpretar la “dinámica” científica.

La anterior escuela epistemológica ha tenido gran predicamento en la didáctica de las ciencias, sobre todo en sus primeras dos décadas de trabajo (años 70 y 80). Sin embargo, ya se elevan voces señalando que el soporte teórico que ofrece ya no es el más adecuado para nuestra disciplina, por el énfasis un tanto exagerado en los elementos relativistas o irracionalistas. Por ejemplo, Mercè Izquierdo-Aymerich (1996) señala que, cuando los profesores/as de ciencias generamos actividades de enseñanza apoyados desde presupuestos epistemológicos de esta escuela, a menudo no alcanzamos a presentar los hechos o fenómenos naturales estrechamente vinculados a teorías o modelos científicos que los subsumen, fortaleciendo una imagen de ciencia en la que la formulación de esas teorías o

modelos no tendría una relación tan directa con el contexto de intervención sobre la realidad. Al exagerarse el externalismo y el contextualismo en el relato se podría caer en situaciones de enseñanza en las que se generan proposiciones sin ningún tipo de relación con la naturaleza, como si ella no fuera la que propiciara la formulación de las ideas teóricas.

#### - El postmodernismo y las visiones contemporáneas

Cabe señalar que algunos investigadores/as en didáctica de las ciencias, al recurrir a la epistemología, acotan la potencia explicativa de los presupuestos tanto del positivismo como del constructivismo (entendiéndolos como epistemologías “simplistas”), en cuanto que ellos se enfocan demasiado restrictivamente en las interacciones sujeto-objeto (en el primer caso) o en las correlaciones contextuales con la sociedad (en el segundo caso) a la hora de entender la edificación del conocimiento científico (cf. Amador-Rodríguez et al., 2008).

Desde este señalamiento importante, tendría sentido entonces recurrir a posiciones epistemológicas más recientes, moderadas o de “tercera vía”, que pasarían a ser valiosas para la didáctica de las ciencias.

La tercera época de la epistemología, sobre todo en sus últimas tres décadas, se caracteriza justamente por las críticas que se realizan a los presupuestos del racionalismo y del relativismo “puros”. Es decir, actualmente se impugna tanto la creencia de que solo serán científicas aquellas teorías que puedan ser valoradas en términos universales y que sobrevivan a la prueba de la experimentación, como la creencia de que las teorías son siempre juzgadas relativamente a los sistemas de valores a los individuos o comunidades que las sostienen (cf. Armero, 1999).

Ahora bien, esta oposición frontal a los relatos anteriores se resuelve en una pluralidad de escuelas dentro de la epistemología, que conviven con muy diferente grado de armonía entre ellas y diferente grado de tolerancia de una por la otra. Para los fines de este escrito, desarrollaremos solo una de las propuestas actualmente vigentes. Se podría afirmar, sin ser demasiado arriesgados, que esta propuesta (la “semantista”) tiene alta acogida en la comunidad de epistemólogos/as y suscita la atención de didactas de las ciencias.

Los epistemólogos/as que trabajan bajo la concepción semántica se concentran en el significado y uso de las teorías científicas y no tanto en su forma, estructura o construcción. Dentro de la “familia semantista”, y excluyendo el estructuralismo metateórico, del cual no nos ocuparemos en este artículo, se puede decir que destacan tres autores que han generado propuestas teóricas organizadas en lo tocante a la categoría de modelo científico: Fred Suppe, Bas van Fraassen y Ronald Giere.

Los planteamientos generados por Suppe, Giere y van Fraassen apuntan a que no existe una relación tan directa entre aquello que decimos y los fenómenos en sí, sino que esa relación está mediada por los modelos en tanto que representaciones abstractas del mundo, representaciones que no son reducibles completamente ni a enunciados ni a realidad (Adúriz-Bravo e Izquierdo, 2009b).

Algunas coincidencias teóricas que se pueden establecer entre los planteamientos de Suppe, Giere y van Fraassen serían (Adúriz-Bravo e Izquierdo, 2009b):

1. Una “reinterpretación” de las teorías científicas como conjuntos o clases de modelos, lo que proporciona una imagen más satisfactoria de la relación entre las teorías científicas y el mundo real, a causa del fuerte papel de mediador cumplido por los modelos.
2. La consideración de las teorías como algo más que “tinglados” formales de enunciados teóricos deductivamente engarzados, con la inclusión fuerte de los hechos intencionadamente interpretados por esos enunciados.

Así, una teoría es –al menos en parte– una familia de modelos, los cuales presentan relaciones lógicas y experimentales que aseguran cierta coherencia al conjunto. Esta familia puede ser descrita de varios modos, mediante enunciados diferentes, en lenguajes diversos, y ninguna formulación lingüística tiene ningún estatuto privilegiado. Específicamente, no se atribuye ninguna importancia a la axiomatización como tal, e incluso la teoría puede no ser axiomatizable en sentido no trivial (Díez, 1997). Podemos entonces, siguiendo a Pablo Lorenzano (2001), afirmar que los autores semanticistas comparten el espíritu formalista del período clásico, aunque no la “letra” de las herramientas abstractas utilizadas para cumplir sus objetivos.

Algunos investigadores/as en didáctica acuden a los planteamientos de Giere (1992) porque les encuentran potencia teórica para iluminar la construcción del conocimiento científico escolar (cf. Izquierdo-Aymerich y Adúriz-Bravo, 2003; Develaki, 2007; Koponen, 2007; Adúriz-Bravo e Izquierdo-Aymerich, 2009a). Giere pone en el foco de su meta-análisis de la ciencia su naturaleza profundamente cognitiva: lo que se busca es la generación o construcción de conocimiento que dé sentido y sirva para intervenir. Giere propone que un “modelo teórico” es el medio representacional privilegiado con el que los científicos/as capturan el mundo tanto para sí mismos como para los demás; afirma también que en la construcción y reconstrucción de modelos científicos juegan un papel importantísimo las hipótesis teóricas, que, a diferencia de los modelos, sí son entidades lingüísticas. Ellas afirman un cierto tipo y grado de relación entre el modelo y un sistema real dado y de ellas cabe predicar verdad y falsedad.

Adúriz-Bravo e Izquierdo-Aymerich (2009b) acuden a los planteamientos de Giere, recuperando la idea de que la categoría de modelo teórico se relaciona sustantivamente con dos elementos: 1. el conjunto –amplio y heterogéneo– de recursos simbólicos (expresivos) que se utiliza para definirlo; y 2. el sistema real al cual viene a modelizar, con el cual mantiene la relación de parecido antes expuesta, que técnicamente se llama “similaridad”. Entonces, y según esta analogía, en la ciencia escolar las teorías también estarían compuestas de varios elementos: una población de modelos ligados entre sí, diversos sistemas semióticos para describirlos con profundidad, y varias hipótesis conectando esos modelos con sistemas en el mundo real.

En la transposición del semanticismo de Giere a la didáctica de las ciencias se propondría que una teoría determina una clase de modelos científicos escolares para algo, para dar cuenta de ciertos datos, fenómenos o experiencias correspondientes a determinado ámbito de la realidad sobre el cual el estudiantado se pregunta y tiene interés en intervenir. Buena parte de la identificación de una teoría en la ciencia escolar consistiría entonces en la identificación de esos fenómenos empíricos, socialmente relevantes, de los que pretende predicar.

## **AFIRMACIONES CON ALTA CARGA TEÓRICA EPISTEMOLÓGICA Y TÓPICOS EPISTEMOLÓGICOS**

Definimos a las afirmaciones con alta carga teórica (ACTs) como aquellas proposiciones semánticamente potentes que describen o refieren a tópicos epistemológicos, en el que cada tópico representa algunos aspectos de la actividad científica permitiendo abrir una dimensión para estudiar dicha actividad. En cuanto a los tópicos epistemológicos (Adúriz-Bravo, 2001) se definen como aquellas ideas estructurantes que permiten organizar contenidos de la epistemología con el propósito de analizar y evaluar la actividad científica desde distintas épocas epistemológicas y que para nosotros son lo que tienen una vinculación sustancial con la didáctica de las ciencias naturales.

A continuación presentamos los tópicos epistemológicos que en principio han sido propuestos por Adúriz-Bravo (2001) y que hemos acudido para llevar a cabo la investigación, estos son:

- **Correspondencia:** Describe la forma en que las entidades teóricas o términos teóricos (Teorías, leyes, modelos, hipótesis, etc.) se relacionan con la realidad. Remite a la naturaleza y alcance de la relación que existe entre el conocimiento que él representa y la realidad.

- Racionalidad: Alude a las elecciones que realizan los integrantes de una comunidad científica para evaluar las teorías o los modelos científicos decisiones que se llevan a cabo comunitariamente para aceptar una teoría o modelo científico.
- Representación: Describe la forma en que los científicos representan o modelizan los fenómenos.
- Lenguajes: Refiere a la forma en que los/as científicos/as representan el mundo.
- Intervención: Describe lo que hacen los/as científicos sobre el mundo y la aplicación del conocimiento científico, su utilidad, su beneficio o perjuicio para la comunidad o la especie humana.
- Método: Refiere a la existencia o no de un método o de unos métodos como reglas prescriptivas para comprender la actividad científica.
- Contexto: Refiere a la existencia o no de unos contextos o ámbitos definidos en el que se propician actividades científicas.
- Valores: Refiere a las acciones que guían a los científicos/as en la actividad científica.
- Evolución: Refiere al modelo de cambio científico que han formulado los especialistas para la actividad científica.
- Juicio: Referencia a decisión que realiza el/la científico o la comunidad científica por una teoría o modelo científico.

## METODOLOGÍA

La metodología que se está utilizando para generar la ACTs es recurriendo al método comparativo constante, el cual nos permite rastrear las ACTs que poseen un mayor grado de ejemplaridad con respecto a cada tópico epistemológico que aquí hemos definido.

Para efectos de detectar las ACTs y como se mencionó anteriormente, se presenta a continuación la matriz que nos permite incorporar las ACTs correspondientes a una época y a un tópico específico.

Tópicos epistemológicos	Épocas epistemológicas				
	Concepción heredada y positivismo	Racionalismo Crítico	Nueva Filosofía de la ciencia	Postmodernismo	Visiones Contemporáneas



	o lógico				
Correspondencia					
Racionalidad					
Representación					
Lenguajes					
Intervención					
Método					
Contexto					
Valores					
Evolución					
Juicio					

Para la selección de las ACTs se toman como textos referentes los siguientes libros:

- a) Echevarría, J. (1998). Filosofía de la Ciencia, Ediciones Akal S.A. Madrid-España.
- b) Díez, J. A. y Moulines, C. U. (1999). Fundamentos de la filosofía de la ciencia. Editorial Ariel. Barcelona-España.
- c) Diéguez Lucena, A. (2005). Filosofía de la ciencia. Biblioteca nueva. Universidad de Málaga.

La selección de los anteriores libros se realizó porque se considera que estos textos presentan un desarrollo histórico abarcador en cuanto a la epistemología, generando así, insumos para la investigación en lo relativo a la identificación de las ACTs, dicha elección fue consultada a los miembros del grupo GEHyD, quienes estuvieron de acuerdo con la elección de los textos para el desarrollo de la investigación.

¿Cómo hacemos la búsqueda de las ACTs? Una inquietud que surgió al inicio de la investigación fue cómo detectar una ACTs que corresponda a una época específica y a un tópico concreto; para detectar las ACTs se acudieron a algunas preguntas que algunos especialistas ya han formulado para algunos tópicos específicos como el de correspondencia

y el de representación, en cuanto a los otros tópicos, se formularon las preguntas correspondientes a cada tópico, preguntas que fueron avaladas por los integrantes del grupo GEHyD; a continuación se presentan las preguntas que corresponden a cada tópico, estas son:

- Correspondencia: ¿Nos dicen algo las ciencias sobre el mundo? [Pregunta formulada por Izquierdo, tomada de la tesis de Adúriz-Bravo, 2001]
- Racionalidad: ¿Cuál es la naturaleza de las elecciones racionales de los/as científicos para evaluar las teorías o modelos científicos?
- Representación: ¿Cuáles son los mecanismos de representación al cual acuden los/as científicos/as para dar cuenta del mundo? [Adúriz-Bravo, Izquierdo y Estany, 2002]
- Lenguajes: ¿Cuáles son los lenguajes científicos que acuden los/as científicos/as para representar el mundo?
- Intervención: ¿En qué forma y manera la comunidad científica interactúa sobre el mundo?
- Método: ¿A qué conjunto de normas metodológicas recurren los/as científicos/as para realizar la actividad científica?
- Contexto: ¿Qué contexto(s) de la epistemología priorizar para comprender la actividad científica?
- Valores: ¿Cuáles son los valores que influyen en actividad científica?
- Evolución: ¿Qué modelo de cambio científico describe la evolución de la actividad científica?
- Juicio: ¿Qué circunstancias movilizan a la comunidad científica para aceptar o no una teoría o un modelo científico?

## **RESULTADOS PARCIALES**

Como se manifestó anteriormente, las afirmaciones que presentan algunos instrumentos que indagan a favor de las concepciones de NOS en profesores en formación y en ejercicio o en estudiantes, no permiten determinar una escuela epistemológica concreta, por ejemplo en lo que hace referencia a posturas epistemológicas concernientes a escuelas posmodernas o contemporáneas.

En la actualidad un gran número de investigadores en didáctica de las ciencias acuden a lo que se supone es un consenso en las indagaciones acerca de concepciones de NOS y es la de recurrir a ciertas afirmaciones ya validadas dentro de la comunidad que investiga acerca de

NOS, a continuación se presenta un ejemplo de tantos que podríamos encontrar en investigaciones didácticas:

- The scientific method is a fixed step-by-step process (Buaraphan, 2011), el instrumento que presenta el investigador referenciado solicita al encuestado estar de acuerdo o no con la afirmación, siendo el instrumento un cuestionario tipo Likert.

Desde nuestro marco teórico y metodológico el estar de acuerdo (agree) con la afirmación indicaría que la época epistemológica que soportaría teóricamente la afirmación sería la del positivismo lógico y concepción heredada y el tópico sería el de método, lo cual no causaría problemas para su análisis. Lo que realmente presentaría problemas es si la decisión que toma el encuestado es la de no estar de acuerdo (disagree), dado que al no estar de acuerdo la afirmación por si sola no da suficiente información para poderla ubicar dentro de las épocas que proponemos, por ejemplo: Racionalismo Crítico, Nueva Filosofía de la Ciencia, Postmodernismo o Visiones Contemporáneas, que desde dichas épocas hay una conceptualización distinta acerca de la metodología de la ciencia.

Este tipo de instrumentos y afirmaciones, es lo que nos permite desarrollar la presente investigación, dado que pensamos que se podrían formular afirmaciones acerca de la NOS desde cinco épocas epistemológicas y desde diez tópicos epistemológicos, permitiéndonos abracar un mayor panorama acerca de la dinámica científica, y a su vez teniendo una incidencia más significativa en la investigación didáctica.

## **A MODO DE CONCLUSIONES**

Dado que la investigación se encuentra en proceso y a partir de la revisión bibliográfica que hemos realizado inferimos que:

- Las indagaciones que se hacen acerca de las concepciones de NOS en poblaciones como profesores en formación o en ejercicio o en estudiantes de educación secundaria acuden regularmente a afirmaciones epistemológicas de escuelas clásicas.

- Pensamos que acudir a una periodización epistemológica como la que presentamos en este trabajo posee una potencia teórica para la investigación didáctica en NOS, dado que al establecer la distinción de un tópico epistemológico en una periodización compuesta por cinco (5) épocas permite en cierto modo mostrar un mayor panorama de los adelantos que se llevan al interior de una meta-ciencia como es la epistemología.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo Díaz, J. A.; Vázquez, Á.; Martín, M.; Oliva, J. M.; Acevedo Romero, P.; Paixão, M. Y Manassero Mas, M. (2005). Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. una revisión crítica. Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias. 2(2), 121-140.
- Acevedo Díaz, J. A.; Vázquez A.; Manassero Mas, M. Y Acevedo Romero, P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: aspectos epistemológicos. Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias. 4(2): 202-225.
- 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. E Izquierdo-Aymerich, M. (2009a). Towards model based science education research. Revista de educación en ciencias/journal of science education, 10, número especial, 202.
- Adúriz-Bravo, A. E Izquierdo-Aymerich, M. (2009b). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. Revista electrónica de investigación en educación en ciencias, 4, número especial 1, 40-49.
- Adúriz-Bravo, A., Salazar, I., Mena, N. Y Badillo, E. (2006). La epistemología en la formación del profesorado de ciencias naturales: aportes del positivismo lógico. Revista electrónica de investigación en educación en ciencias, 1(1), 6-23.
- Adúriz-Bravo, A. (2005a). ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias? una cuestión actual de la investigación didáctica. Revista Tecné, Episteme Y Didaxis, universidad pedagógica nacional, Bogotá, Colombia. número extra, 23-33.
- Adúriz-Bravo, A. (2005b). Una introducción a la naturaleza de la ciencia. Buenos Aires: fondo de cultura económica.
- Adúriz-Bravo, A.; Izquierdo, M. Y Estany, A. (2002). Una propuesta para estructurar la enseñanza de la filosofía de la ciencia para el profesorado de ciencias en formación. enseñanza de las ciencias, 20(3): 465-476.
- Amador-Rodríguez., R. Y., Gallego Badillo., R. Y Pérez Miranda, R. (2008). Desde qué versiones epistemológicas los profesores en formación inicial construyen modelos

mentales: una investigación didáctica. *Revista Tecne, Episteme Y Didaxis*. 24, 5 – 21. Universidad Pedagógica Nacional.

Amador-Rodríguez., R. Y. y Adúriz-Bravo, A. (2009). Una postura teórica para analizar la interacción entre la naturaleza de la ciencia y la didáctica de las ciencias. *Avances en educación en ciencia y tecnología: enfoques y estrategias*. Universidad Nacional de Catamarca. Catamarca – Argentina.

Armero, J. (1999). *Naturalización y relativismo epistemológicos*. Series Filosóficas. Madrid: Uned.

Buaraphan. K. (2011). Pre-service physics teachers' conceptions of nature of science. *US-China Education Review*. 8(2), 137-148

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

Díez Calzada, J.A. (1997). La concepción semántica de las teorías científicas. *Éndoxa: Series Filosóficas*, Uned, Madrid, 8, 41-91.

Flick, L. & Lederman, N. (eds.) (2004). *Scientific inquiry and nature of science: implications for teaching, learning and teacher education*. Dordrecht: kluwer.

Giere, R.N. (1992). *La explicación de la ciencia. Un acercamiento cognoscitivo*. México: consejo nacional de ciencia y tecnología. (original en inglés de 1988.)

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

Los autores pertenecen a: 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. CeFIEC, 2º Piso, Pabellón 2, Ciudad Universitaria, Avenida Intendente Güiraldes 2160, (C1428EGA) Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.