

Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma

Agustín Adúriz-Bravo y Mercè Izquierdo Aymerich

Universitat Autònoma de Barcelona. E-mail: agustin.aduriz@campus.uab.cat

Resumen: los análisis epistemológicos de la didáctica de las ciencias muchas veces retratan esta disciplina como una rama de la pedagogía, la psicología o las propias ciencias naturales, o hablan de ella como de un campo interdisciplinar de estudios que aplica diversas perspectivas teóricas a la educación científica. En este trabajo presentamos otro metamodelo para la didáctica de las ciencias que nos parece más adecuado desde el punto de vista epistemológico, sociológico e histórico. Hablamos de ella como una disciplina autónoma del ámbito de las ciencias sociales.

Palabras clave: didáctica de las ciencias, meta-análisis, autonomía disciplinar, desarrollo histórico, especificidad epistemológica, interdisciplina.

Title: On didactics of science as an autonomous discipline.

Abstract: epistemological analyses of didactics of science (i.e., science education as an academic discipline) often portray it as a branch of pedagogy, psychology or even science, or talk about it as an interdisciplinary field of studies applying different theoretical perspectives to science education. In this paper, we present another meta-model for didactics of science that we think more adequate from the point of view of the philosophy, history, and sociology of science. We talk about didactics of science as an autonomous discipline from the field of social science.

Keywords: didactics of science (science education), meta-analysis, disciplinary autonomy, historical development, epistemological specificity, interdiscipline.

Introducción

En los análisis epistemológicos disponibles, la didáctica de las ciencias es a menudo modelizada como *dependiente* de otras ramas del saber; entre ellas, las propias ciencias naturales, la pedagogía y la psicología educativa. Este modelo *heterónomo* se apoya en argumentos de carácter histórico (las diferentes maneras en que se ha venido configurando la didáctica en los Estados Unidos o en Europa), o político-administrativo (su pertenencia a determinadas unidades académicas dentro de las universidades). Otra tendencia teórica muy común es caracterizar la investigación didáctica como un campo interdisciplinar, en el que trabajan profesionales que pertenecen a distintas disciplinas, aplicando sus saberes especializados al área de la educación científica. Estas dos visiones metateóricas nos resultan insuficientes porque desconocen la particular naturaleza epistemológica del conocimiento didáctico.

En este trabajo mostramos algunos rasgos que creemos que caracterizan la configuración actual de la didáctica de las ciencias; con ellos argumentamos en favor de un modelo de disciplina autónoma. En la primera sección realizamos un breve recorrido histórico a través de las distintas etapas de evolución de la disciplina. La segunda sección revisa algunas consideraciones epistemológicas. La tercera sección cierra este artículo con unos comentarios finales con los que adherimos al carácter autónomo de la didáctica de las ciencias.

Nuestro trabajo se inscribe en una larga tradición de reflexiones *metateóricas* (o de segundo orden) acerca de la naturaleza epistémica de la didáctica de las ciencias (Izquierdo, 1990; Gil-Pérez, 1996; Peme-Aranega, 1997; Porlán, 1998). Hemos venido haciendo varias aportaciones a esta tradición (Adúriz-Bravo, 1999, 1999/2000, 2000; Adúriz-Bravo e Izquierdo, 2001).

Un recorrido histórico a través de la didáctica de las ciencias

Algunos trabajos recientes revisan la evolución histórica de la didáctica de las ciencias en sus cincuenta años de existencia más o menos formal (entre otros: Cleminson, 1990; Astolfi, 1993; Porlán, 1998 y Espinet, 1999). La existencia de tales estudios, es decir, la posibilidad de trazar una *genealogía* del campo de la didáctica de las ciencias en los distintos países, se apoya necesariamente en cierto grado de consolidación de nuestra disciplina; esto permite a los didactas separarse de la práctica y tomarla como objeto de reflexión. Podemos explicar con ello que estos análisis sean abundantes sólo en la última década. En general, estos estudios históricos coinciden en distinguir varias etapas de desarrollo de la didáctica a nivel mundial, aunque desde luego es posible reconocer algunas diferencias importantes entre los distintos países. El lector interesado puede consultar periodizaciones históricas de la didáctica de las ciencias en Peme-Aranega (1997) y Porlán (1998), para el panorama europeo, y en Fensham (1988) y Duschl (1990), para el caso anglosajón.

Nosotros hemos hecho una propuesta de síntesis de todas estas periodizaciones (Adúriz-Bravo, 1999; retomada por Espinet, 1999), que aquí resumimos. Hemos hablado de cinco etapas en el desarrollo histórico de la didáctica de las ciencias, caracterizadas por sus referentes teóricos. Queremos aclarar que nuestras etapas se refieren principalmente a la *science education* estadounidense, aunque en muchos aspectos pueden aplicarse sin dificultades a la didáctica de las ciencias europea, en la que se reconoce una evolución similar.

Las cinco etapas que hemos propuesto son (Adúriz-Bravo, 1999/2000):

1. *Etapa adisciplinar*. Desde fines del siglo XIX hasta mediados de la década del '50 del siglo XX, las producciones en el campo que hoy llamamos didáctica de las ciencias son escasas y heterogéneas. La disparidad de estas producciones y la falta de conexión entre sus autores no permiten suponer la existencia de la didáctica de las ciencias, ya como campo de problemas claramente delimitado, ya como cuerpo internacional de investigadores, ya como conjunto consensuado de marcos conceptuales.

Es posible formarse una idea de la fragmentación de la didáctica de las ciencias en esta etapa examinando la publicación estadounidense *Science Education*, que precedió a la disciplina que tomará ese mismo nombre en por lo menos cincuenta años (ya que dicha revista comienza a aparecer en 1916). En esta revista se ilustra el hecho de que diversos pensadores (en su mayoría científicos, pero también filósofos, psicólogos y educadores) hacen recomendaciones generales o proponen herramientas metodológicas puntuales, sin desarrollar un marco conceptual propiamente didáctico.

Arrieta-Gallástegui (1989), hablando de la didáctica de la matemática, atribuye la falta de consolidación de esta disciplina en sus primeras épocas a la inexistencia de *clientes* que demandaran el conocimiento científico y tecnológico específico que le daría más tarde identidad. Esta explicación puede ser trasladada a la didáctica de las ciencias, considerando que la paulatina aparición de la clientela surge con la preocupación que supuso, para los Estados Unidos, la percepción de un "retraso" científico respecto de la Unión Soviética, adscrito al descuido de la preparación científica de la población general (es el episodio del lanzamiento del Sputnik como punto de inflexión para la educación científica: Aliberas, 1989).

2. *Etapa tecnológica.* Esta etapa tiene su inicio en la voluntad de cambio de los currículos de ciencias que se extiende rápidamente por el mundo anglosajón durante las décadas del '50 y '60, como respuesta institucional a la preocupación antes mencionada. Se ponen en marcha una serie de programas a gran escala, que toman como orientación teórica diversas investigaciones de la psicología del aprendizaje que son *inespecíficas* de los contenidos de ciencias; los programas son luego evaluados con un aparato metodológico fuertemente cuantitativo (Fensham, 1988; Gutiérrez, 1985).

Las reformas curriculares generadas en esta etapa se apoyan en la autoridad de nombres científicos muy reconocidos, como los de Jerome Bruner, Robert Gagné y Robert Karplus. Autores como Bybee (1977) destacan esta peculiar característica de las propuestas innovadoras de la enseñanza de las ciencias que se formulan tempranamente en los Estados Unidos.

La didáctica de las ciencias eficientista de esta etapa pretende apoyarse en el conocimiento científico generado en áreas disciplinares *externas*; genera una base de recomendaciones, recursos y técnicas de corte metodológico. Es por su voluntad de intervenir en el aula sin ocuparse del desarrollo de conocimiento básico, que podemos caracterizarla como *tecnológica*. Es interesante destacar que esta concepción tecnológica de la didáctica aún permanece arraigada en muchos países, particularmente en aquellos donde la investigación didáctica de base científica no está todavía muy desarrollada.

Según Aliberas (1989), la didáctica de las ciencias, en su surgimiento como área de conocimiento, estuvo caracterizada por una precisa delimitación de sus objetivos y metas. El posterior cuestionamiento de estas metas a causa del fracaso de las acciones tecnológicas destinadas a mejorar el nivel de la educación científica de la población general, desembocó en la necesidad de reformular el incipiente campo de estudios (Izquierdo, 1990). Este campo resurge con identidad propia, basado en un nuevo enfoque autónomo que pretende estar cada vez menos ligado a las fuentes teóricas

externas. Además, está a partir de entonces más preocupado por la aculturación científica del ciudadano que por la formación de élites científicas.

3. *Etapa protodisciplinar.* A mediados de la década del '70 crece el consenso acerca de la existencia de un nuevo campo de estudios académicos; los investigadores en didáctica de las ciencias comienzan a considerarse miembros de una misma comunidad, que se independiza crecientemente de las antes mencionadas, y que acepta la necesidad de formular problemas propios y distintos. Comienza a aparecer entonces la llamada *facultad invisible (invisible college)* (Gutiérrez, 1985).

Los problemas de investigación de la didáctica estarán ligados inicialmente al aprendizaje de contenidos específicos de ciencias; a partir de aquí se verificará una progresiva separación teórica de los tradicionales modelos de tendencia más psicológica (esto es, más centrada en el aprendizaje) y los nuevos modelos didácticos en sentido amplio. Como Laurence Viennot (citada en Gil-Pérez, 1994) marcará más tarde, el extraordinario empuje que recibió esta temprana línea de las *concepciones alternativas* puede deberse a la necesidad de mostrar desde la naciente didáctica de las ciencias resultados académicos rápidos y contundentes.

Los estudios en didáctica de las ciencias, por otra parte, ganan su reconocimiento en el ámbito universitario (por lo menos en los países líderes de este proceso), aunque generalmente se formulan como postgrados de los tradicionales estudios científicos naturales.

Sin embargo, la percepción de un cuerpo creciente de personas guiadas por los mismos fines es anterior a la identificación de un cuerpo consensuado de modelos teóricos que respondan a estos fines. Es por ello que podemos hablar de una etapa *protodisciplinar*, en la que varias escuelas no suficientemente estructuradas compiten para establecerse como base teórica de la comunidad. Cada una de estas escuelas trabaja aislada de las demás, desconociendo incluso la existencia de las otras. A través de estas escuelas se perfilan las diferentes líneas que conformarán más tarde la didáctica de las ciencias, así como las variadas vertientes teóricas externas que convergerán en ella para darle entidad. La competencia epistemológica de estas distintas líneas rivales se evidencia en los numerosos debates que tienen lugar por esos años (uno de los más importantes es el que involucra a Jim Novak y Anton Lawson representando las facciones ausubeliana y piagetiana respectivamente).

4. *Disciplina emergente.* En la década del '80, los didactas de las ciencias de los países punteros comienzan a preocuparse por la coherencia teórica del cuerpo de conocimiento acumulado. Se reconoce la existencia de un conjunto de personas guiadas por la misma problemática, y se considera necesario un análisis más riguroso de los marcos conceptuales y metodológicos para conducir la exploración sistematizada de esta problemática.

La autorrevisión conceptual que así se inicia, caracterizada por la *apertura interdisciplinar* (Astolfi y Develay, 1989), desemboca sobre el fin de la década en el consenso acerca de que el *constructivismo*, en su versión didáctica, es la base teórica común para la mayor parte de los estudios del

campo (Izquierdo, 1990; Moreira y Calvo, 1993). El enrolamiento masivo de los investigadores y profesores, a menudo a nivel de discurso superficial (Carretero y Limón, 1997), en las filas de este constructivismo, está dando paso ahora a la discusión acerca de las posibilidades que tiene este marco de convertirse en un modelo teórico sólido, y de guiar a modo de paradigma a la didáctica de las ciencias.

5. *Disciplina consolidada*. Durante los últimos años, a pesar de la escasez de estudios sobre la disciplina (paralela a la explosión de la cantidad de estudios en la disciplina), existe una opinión más o menos generalizada acerca de la creciente consolidación de la didáctica de las ciencias como cuerpo teórico y como comunidad académica (Gil-Pérez et al., 2000).

Joshua y Dupin (1993), autores del primer manual universitario de didáctica de las ciencias, se basan para afirmar esta situación de consolidación en la premisa de que la disciplina ha madurado lo suficiente como para poder ser enseñada a su vez. La *enseñabilidad* es entonces vista como un argumento central para sostener la disciplinariedad de la didáctica, pues tiene como condición necesaria la existencia de una estructura de coherencia propia, transponible y difundible. Podemos conceptualizar esta enseñabilidad como un conjunto de reglas implícitas que tiene la comunidad académica para hacer públicos sus saberes (GECE, en prensa). Signos de la enseñabilidad, que muestran la existencia de un discurso comunicable, son la producción de manuales, compilaciones y diccionarios de didáctica, y la sanción de planes de estudio de postgrado.

El consenso casi unánime mantenido con respecto a la consolidación parece apoyarse, aunque muchas veces no explícitamente, en una serie de indicadores empíricos que avalan la madurez de la didáctica de las ciencias. Algunos de estos indicadores son:

1. La cantidad de producciones anuales, que ha crecido exponencialmente (Gil-Pérez, 1996);
2. La consolidación de redes de difusión de resultados a nivel mundial, tales como los importantes congresos en diferentes subespecialidades (Sanmartí, 1995);
3. El reconocimiento de la didáctica de las ciencias como área de conocimiento específica y como titulación de postgrado (Gil-Pérez et al., 2000); y
4. La complejidad y potencia heurística de varios de los modelos didácticos formulados. Estos comienzan a poseer una estructura ampliamente reconocida como científica, y se están unificando cada vez más en familias teóricas generales.

Otro cambio notable de los últimos años proviene de la instalación creciente de las titulaciones superiores en el área. En toda Europa, cada vez más egresados inician sus tareas de investigación en la didáctica de las ciencias sin pasar previamente por la investigación en la propia ciencia de origen. Además se da la aceptación por parte de los campos profesionales periféricos (epistemólogos, psicólogos, pedagogos) de la autonomía y científicidad de la didáctica de las ciencias (Pozo, 1993). Un último punto es el acercamiento sostenido, en los últimos diez años, entre las comunidades

de didactas de Norteamérica, Gran Bretaña, Australia, Europa continental y Latinoamérica.

Consideramos que la evolución general de la didáctica de las ciencias en todo el mundo está marcada por grados crecientes de integración de sus llamados *registros* teóricos (epistemológico, psicológico y pedagógico; Martinand, 1987; Adúriz-Bravo, 1999/2000). De ellos surge una genuina perspectiva didáctica independiente, cada vez menos deudora de las fuentes externas. Esta alta *especificidad epistemológica* es la que permite a la didáctica de las ciencias constituirse como comunidad académica y ser reconocida desde el exterior.

Los referentes epistemológicos de la didáctica de las ciencias han ido tomando creciente distancia de la *visión heredada*, instalándose primero en la llamada nueva filosofía de la ciencia (Kuhn, Lakatos, Toulmin, Chalmers), que aún hoy es muy citada, y moviéndose en los últimos años hacia las visiones más actuales (modelos cognitivos de ciencia; Izquierdo y Adúriz-Bravo, en prensa). En este sentido, la referencia a las herramientas conceptuales de la filosofía, la historia y la sociología de la ciencia ocupa actualmente un lugar central dentro de la didáctica y genera una cantidad importante de líneas de investigación (Seroglou y Koumaras, 2001).

Por otra parte, las relaciones de la didáctica de las ciencias con la psicología del aprendizaje también marcan sucesivas etapas de consolidación de la disciplina. Actualmente, el aprendizaje es visto como objeto de estudio en tanto que es una actividad entre otras de gestión de saberes científicos en el aula. Los modelos didácticos y los psicológicos son distinguibles entre sí por sus intereses teóricos y prácticos, y por la atención que prestan a los contenidos específicos. Además, la atención al aprendizaje ha permitido a la didáctica de las ciencias conectarse a, y en muchos casos fundirse con, los estudios de naturaleza *cognitiva* (neurociencia, inteligencia artificial, teoría de sistemas expertos).

Algunas consideraciones epistemológicas sobre la didáctica de las ciencias

Desde el punto de vista epistemológico, creemos que es posible afirmar que la didáctica de las ciencias no constituye actualmente una rama de la didáctica general; ni siquiera se inscribe en el ámbito de las disciplinas pedagógicas (Joshua y Dupin, 1993), aunque podamos identificarla temáticamente con *estudios educativos* en sentido amplio.

A partir de su conformación como disciplina científica (hacia 1970), la didáctica de las ciencias se ha alejado crecientemente de la tradicional didáctica *metodológica* presente en la formación del profesorado en ciencias, que estaba estrechamente vinculada a la pedagogía en muchos países de Europa y Latinoamérica. La didáctica de las ciencias actual surge más de una confluencia de la actividad en Europa continental con la investigación anglosajona en *science education*, de naturaleza inicialmente curricular y psicologista, que como una heredera directa de las llamadas *didácticas especiales* de las distintas ciencias (de las cuales pueden verse ejemplos en Bregazzi, 1966; Sandin, 1967 y Spencer y Giúdice, 1968).

Este desarrollo histórico puede entenderse usando modelos epistemológicos: la disciplina se ha constituido *a partir de las propias ciencias naturales*, saliendo de su ámbito metatécnico propio (Adúriz-Bravo, 1999) y enriqueciéndose con aportes epistemológicos y psicológicos más que pedagógicos.

Nuestra visión de la didáctica de las ciencias es entonces la de una disciplina por el momento *autónoma*, centrada en los contenidos de las ciencias desde el punto de vista de su enseñanza y aprendizaje (esto es, una disciplina de basamento mayormente *epistemológico*), y nutrida por los hallazgos de otras disciplinas ocupadas de la cognición y el aprendizaje (la psicología y las del área de la ciencia cognitiva).

Sin embargo, este metamodelo no comporta suponer que el estudio de la enseñanza de las ciencias puede derivarse *únicamente* de las propias ciencias. Análogamente, consideramos que la didáctica de las ciencias no se deduce del conocimiento psicológico, aunque la perspectiva cognitiva sea central en la disciplina. Como afirma Juan Ignacio Pozo (1993):

Interesa resaltar que ambos acercamientos -el psicológico y el didáctico- son divergentes no sólo en su tradición histórica, sino también en sus objetivos y enfoques dominantes en el presente. (p. 190)

Tampoco el conocimiento didáctico de las ciencias puede ser derivado del didáctico general; la didáctica no es una competencia *formal* que se aplica a todos los contenidos desconociendo su especificidad (de Bartolomeis, 1986). Y por último, nuestra disciplina no surge de la confluencia de una didáctica general y una psicología educacional *con* las ciencias mismas, a modo de campo interdisciplinar de enlace (Fernández-Huerta, 1990).

Es más bien una disciplina con carácter propio, dotada de una perspectiva teórica autónoma (Izquierdo, 1990), que está conectada con otras, pero que no se limita a constituir un conglomerado de saberes ni una aplicación de modelos teóricos externos a situaciones de aula particulares. Desde sus orígenes, la didáctica de las ciencias ha apoyado su autonomía en un abordaje sistemático y científico de la educación en ciencias (Joshua y Dupin, 1993); para ello se ha sustentado en un enfoque curricular que combina los abordajes epistemológico y psicológico (Cleminson, 1990). Más recientemente ha sumado a ellos la perspectiva pedagógica, para completar así los tres *registros* de la disciplina (Martinand, 1987; Sanmartí, 1995). Esta íntima integración de modelos está clara en la investigación didáctica europea continental (alemana, francesa, italiana, española), pero comienza a verse también en el ámbito anglosajón, en el cual la influencia de la psicología en los estudios didácticos ha sido siempre mayor.

Si examinamos las conexiones teóricas de la didáctica con otras disciplinas, acordamos que la epistemología, la historia de la ciencia y la psicología de la educación han provisto sus fundamentos teóricos. En este sentido, mucha de la investigación didáctica actual se puede situar en el campo interdisciplinar llamado *ciencia cognitiva*, que aúna aportes de la neurociencia, la inteligencia artificial, la teoría de sistemas y la psicolingüística. La relación con otras disciplinas sociales (especialmente la lingüística, la sociología y la antropología), aunque es más tenue, va en rápido aumento en los últimos años (Sanmartí, 1995).

También se ve un acercamiento creciente hacia la pedagogía y los estudios educativos en general, dentro de los cuales la didáctica de las ciencias es crecientemente incluida, y mantiene con ellos una relación de intercambio bidireccional. Finalmente, podemos hablar de relaciones cada vez más profundas con las otras didácticas específicas, especialmente con la didáctica de la matemática (Arsac, 1995) y la de las ciencias sociales (Eder, 2001).

Comentarios finales acerca de la didáctica de las ciencias

La cuestión de la pertenencia académica de la didáctica de las ciencias puede parecer un problema abstracto, pero hoy en día suscita acalorados debates en la comunidad de investigadores (Galagovsky et al., 1998). En ellos se solapan las consideraciones metateóricas propiamente dichas con otras de naturaleza institucional, política y económica. Sin embargo, muchas veces se dan respuestas normativas y terminantes, influenciadas por las convicciones ideológicas de los participantes en los debates, más que basadas en un análisis riguroso de la disciplina con los modelos teóricos de la epistemología.

Los datos empíricos y marcos conceptuales disponibles actualmente (Gil-Pérez et al., 2000) hacen que resulte poco plausible sostener que la didáctica de las ciencias se encuentra en relación de dependencia con cualquier otra disciplina académica, dada la alta especificidad epistémica de los modelos que nuestra disciplina formula, la formación peculiar de sus investigadores y las singulares características metodológicas de la investigación que se lleva a cabo en el campo.

La cuestión de la dependencia se soslaya muchas veces hablando de la didáctica de las ciencias como un campo interdisciplinar. Esta tampoco resulta una solución satisfactoria desde el punto de vista epistemológico. Actualmente existe un cuerpo específico de investigadores que se reconoce como tal, que lleva adelante investigaciones de naturaleza disciplinar y que posee sus instancias de difusión propias (congresos y revistas). En todo caso, la *educación científica* es el campo de problemas estudiado de forma interdisciplinar por didactas de las ciencias, pedagogos, psicólogos, epistemólogos, lingüistas y otros profesionales. Lo mismo vale para el caso de la llamada ciencia cognitiva, de la cual la didáctica de las ciencias participa activamente, y cuya configuración actual es suficientemente difusa como para hacer difícil marcar límites claros entre las disciplinas que concurren en ella.

Otra aclaración pertinente es acerca de la complementariedad de los análisis que hemos llamado histórico y epistemológico. Las consideraciones de tipo *sociológico* que hemos presentado para apoyar la autonomía de la didáctica de las ciencias necesariamente han de estar sustentadas en la naturaleza epistemológica interna de la disciplina; esto se puede mostrar con un análisis específico de diversos modelos didácticos, que hemos realizado en otra parte (Adúriz-Bravo, 2001) utilizando aportaciones estructuralistas y semánticas.

Para el lector que desee profundizar en las cuestiones aquí expuestas, en otros trabajos (Adúriz-Bravo, 1999, 2000, 2001; Eder y Adúriz-Bravo,

2000) hemos presentado varios modelos epistemológicos formales para dar cuenta de las características de la didáctica de las ciencias que hemos esbozado en este artículo. Los modelos que hemos usado provienen de la llamada *concepción basada en modelos* de la epistemología actual (Izquierdo y Adúriz-Bravo, en prensa).

Referencias bibliográficas

Adúriz-Bravo, A. (1999). *Elementos de teoría y de campo para la construcción de un análisis epistemológico de la didáctica de las ciencias*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.

Adúriz-Bravo, A. (1999/2000). La didáctica de las ciencias como disciplina. *Enseñanza*, 17-18, 61-74.

Adúriz-Bravo, A. (2000). Consideraciones acerca del estatuto epistemológico de la didáctica específica de las ciencias naturales. *Revista del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Educación*, 9(17), 49-52.

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

Adúriz-Bravo, A. e Izquierdo, M. (2001). La didáctica de las ciencias experimentales como disciplina tecnocientífica autónoma. En F.J. Perales et al. (Eds.), *Las didácticas de las áreas curriculares en el siglo XXI* (Volumen I, 291-302). Granada: Grupo Editorial Universitario.

Aliberas, J. (1989). *Didàctica de les ciències. Perspectives actuals*. Vic: Eumo.

Arsac, G. (1995). La didactique des mathématiques est-elle spécifique de la discipline? *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 15(2), 7-8.

Arrieta-Gallástegui, J. (1989). Investigación y docencia en didáctica de las matemáticas: Hacia la constitución de una disciplina. *Studia Paedagogica*, 21, 7-17.

Astolfi, J. P. (1993). Trois paradigmes pour les recherches en didactique. *Revue Française de Pédagogie*, 103, 5-18.

Astolfi, J. P. y Develay, M. (1989). *La didactique des sciences*. París: PUF.

Bregazzi, V. (1966). *Didáctica especial*. Buenos Aires: Librería del Colegio. (13ª edición)

Bybee, R. (1977). The new transformations of science education. *Science Education*, 61, 85-97.

Carretero, M. y Limón, M. (1997). Problemas actuales del constructivismo. De la teoría a la práctica. En M. Rodrigo y J. Arnay (Eds.), *La construcción del conocimiento escolar. Ecos de un debate* (137-153). Barcelona: Paidós.

Cleminson, A. (1990). Establishing an epistemological base for science teaching in the light of contemporary notions of the nature of science and how children learn science. *Journal of Research in Science Teaching*, 27, 429-445.

de Bartolomeis, F. (1986). *La actividad educativa. Organización, instrumentos, métodos*. Barcelona: Laia. (edición original en italiano de 1983)

Duschl, R. (1990). *Restructuring science education: The importance of theories and their development*. Nueva York: Teachers College Press.

Eder, M. L. (2001). Las prácticas de la enseñanza en la universidad: Las ciencias naturales y la construcción del conocimiento. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra VI Congreso, 329-330.

Eder, M. L. y Adúriz-Bravo, A. (2001). Aproximación epistemológica a las relaciones entre la didáctica de las ciencias naturales y la didáctica general. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 9, 2-16.

Espinet, M. (1999). *Memoria del proyecto docente*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.

Fensham, P. (1988). Familiar but different: Some dilemmas and new directions in science education. En P. Fensham (Ed.), *Development and dilemmas in science education*. Londres: Falmer.

Fernández-Huerta, J. (1990). Niveles epistemológicos, epistemagógicos y epistemo-didácticos en las didácticas especiales. *Enseñanza*, 8, 11-29.

Galagovsky, L., Adúriz-Bravo, A. y Bonan, L. (1998). Didáctica especial y práctica de la enseñanza. *Actas de las Jornadas 1998 Desarrollos en Docencia Universitaria con Exprocátedra*, 5.

Grupo de Enseñanza de las Ciencias Experimentales (GECE) (en prensa). La educación en ciencias: Un espacio para la discusión de la pedagogía y la didáctica. *Educación y Pedagogía*.

Gil-Pérez, D. (1994). Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: Realizaciones y perspectivas. *Enseñanza de las Ciencias*, 12, 154-164.

Gil-Pérez, D. (1996). New trends in science education. *International Journal of Science Education*, 18, 889-901.

Gil-Pérez, D., Carrascosa, J. y Martínez-Terrades, S. (2000). Una disciplina emergente y un campo específico de investigación. En F.J. Perales y P. Cañal (Eds.), *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias* (pp. 11-34). Alcoy: Marfil.

Gutiérrez, R. (1985). La investigación didáctica en el área de ciencias: ¿nueva crisis de paradigmas? *Enseñanza de las Ciencias*, número extra I Congreso, 5.

Izquierdo, M. (1990). *Memoria del proyecto docente e investigador*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.

Izquierdo, M. y Adúriz-Bravo, A. (en prensa). Epistemological foundations of science education. *Science & Education*.

Joshua, S. y Dupin, J. J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. París: PUF.

Martinand, J. L. (1987). Quelques remarques sur les didactiques des disciplines. *Les Sciences de l'Éducation*, 1-2, 23-36.

Moreira, M. A. y Calvo, A. (1993). Constructivismo: Significados, concepciones erróneas y una propuesta. *Memorias de la VIII Reunión de Educación en Física*, 237-248.

Peme-Aranega, C. (1997). El carácter epistemológico interdisciplinario de la didáctica de las ciencias. *Educación en Ciencias*, 1, 5-13.

Porlán, R. (1998). Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16, 175-185.

Pozo, J. I. (1993). Psicología y didáctica de las ciencias de la naturaleza, ¿concepciones alternativas? *Infancia y Aprendizaje*, 62-63, 187-204.

Sandin, C. (1967). *Ciencias de la educación. Tomo III: Técnica de la educación*. Alcoy: Marfil.

Sanmartí, N. (1995). *Memoria del proyecto docente e investigador*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.

Seroglou, F. y Koumaras, P. (2001). The contribution of the history of physics in physics education: A review. En F. Bevilacqua, E. Giannetto y M. Matthews (Eds.), *Science education and culture. The contribution of history and philosophy of science* (pp. 327-346). Dordrecht: Kluwer.

Spencer, R. y Giúdice, M. C. (1968). *Nueva didáctica especial*. Buenos Aires: Kapelusz.