

 <p>Ciclo de Formación de Capacitadores en Áreas Curriculares</p>	<p>Módulo 2 Fundamentos para el desarrollo profesional docente en el área de Ciencias Naturales</p>	<p>Clase 3 Constitución de la didáctica de las ciencias naturales como campo de conocimiento</p>
<p>Clase virtual N°3 Constitución de la didáctica de las ciencias naturales como campo de conocimiento Autores: Nora Bahamonde, Marta Bulwik, miembros del equipo del área de Ciencias Naturales del Ministerio de Educación, y Agustín Adúriz-Bravo</p>		

Presentación del Módulo 2

Nora Bahamonde y Marta Bulwik

Cualquier modelo de desarrollo profesional docente lleva implícito un conjunto de fundamentos teóricos que lo orientan. Por ejemplo, qué concepción de didáctica de las ciencias naturales suscribe o a qué modelos de ciencia y de ciencia escolar responde. En este sentido, consideramos que la inclusión, al inicio de este recorrido, de algunos elementos que permitan comprender la evolución de la *didáctica de las ciencias naturales* (DC) desde sus comienzos hasta la actualidad constituye un necesario punto de partida para quienes se plantean pensar la capacitación en un área específica. La revisión que estamos proponiendo implica analizar críticamente las distintas etapas que estructuraron este campo de conocimiento, con las problemáticas definidas y las concepciones asociadas en cada momento histórico, y situar las diferencias con la visión actual. Esto es importante, porque permite reconocer los propios puntos de vista acerca de la ciencia, su enseñanza y su aprendizaje (objetos de estudio de la DC) y, de ser necesario, reconstruirlos críticamente.

La DC es reconocida hoy como un campo de investigación consolidado, por lo que los modelos teóricos construidos deberían convertirse en insumos que ayuden a resolver los problemas concretos de la enseñanza de las ciencias que surgen en el día a día de las aulas. Según Neus Sanmartí (2002),

«los *conocimientos científicos* generados a partir de la investigación en didáctica de las ciencias son cada vez mayores, y no tiene sentido enseñar solo basándose en la experiencia o el sentido común. De la misma forma que para ejercer la medicina nadie cuestiona que se tengan que conocer las teorías aceptadas por la comunidad de médicos, ya que sería absurdo dejarse guiar solo por la intuición o las prácticas profesionales, para ejercer la enseñanza también es necesario conocer las teorías generales a partir de la investigación, aunque evidentemente estas no explican totalmente los problemas que se generan ahora, ni los del futuro».

Así, desde las visiones actuales, se considera que la DC promueve una intervención práctica, basada en modelos teóricos, comprometida con la transformación de la realidad para la mejora de la educación científica.

Clase 3: Constitución de la didáctica de las ciencias naturales

Agustín Adúriz-Bravo

Introducción

En esta clase examinaremos la didáctica de las ciencias naturales¹ (de aquí en más, DC) como disciplina, atendiendo a tres cuestiones complementarias que tienen incidencia directa en la profesionalidad docente. En primer lugar, intentaremos situar el origen temporal y recorreremos la breve historia de la DC, que debería constituir hoy en día el «saber de referencia» para los maestros cuando enseñan ciencias. Luego, nos preguntaremos qué clase de disciplina es la DC, es decir, cómo se vinculan sus enunciados teóricos con la práctica concreta en las aulas de ciencias. Por último, revisaremos brevemente el estado actual de desarrollo de la DC, entendiéndolo como consecuencia de su devenir histórico y de su particular naturaleza epistemológica, y ligándolo a los abordajes y estrategias de enseñanza de las ciencias que hoy se consideran «renovadoras».

A lo largo de esta clase iremos comentando algunas implicaciones de este análisis histórico y epistemológico para la cuestión de la formación y práctica de los maestros de ciencias. Sostendremos que tal análisis, que podría parecer solo de interés para los didactas, también tiene, como adelantamos en la presentación, connotaciones específicas para quienes se ocupan del desarrollo profesional docente. En este sentido, intentaremos entender aquí la DC como una «teoría» sobre la *buena enseñanza de las ciencias*, teoría que nos permite la preparación de los maestros de ciencias como auténticos *profesionales* de la enseñanza de sus disciplinas, al equiparlos con unas herramientas intelectuales potentes que los asisten en la reflexión *en y sobre* la acción docente.

El desarrollo profesional docente se puede vincular de manera sustantiva con la historia y la epistemología de la DC, dado que estas dos últimas miradas nos sirven para «echar luz» sobre la sostenida evolución –a lo largo de los últimos sesenta años– de la práctica de enseñar ciencias en las aulas, identificando en ella «modos de hacer» que fueron gestándose en determinados momentos y lugares, desde posicionamientos ideológicos específicos y con sustentos teóricos reconocibles. Vamos a dar un ejemplo muy concreto: el extendido requerimiento de «conocer las ideas previas de los estudiantes» mediante cuestionarios diagnósticos, que casi se convirtió en una «moda» en las aulas de ciencias de primaria de los noventa, tuvo su origen en el campo de la incipiente investigación didáctica de los años setenta y de allí pasó a las prácticas innovadoras en la enseñanza.

¹ También llamada enseñanza de las ciencias, educación en ciencias, educación científica, didactología de las ciencias. Muchas veces la llamamos «didáctica de las ciencias» para abreviar, aunque de ningún modo reducimos la categoría de ciencias a las ciencias naturales (astronomía, física, química, biología, geología, etc.). También reconocemos la existencia de las ciencias formales y las ciencias sociales.


Antes de continuar

¿Qué preguntas se hace usted sobre la DC como cuerpo de conocimiento «reconocible» y «reconocido»? ¿Cree que la DC puede aportar herramientas concretas para la profesionalización docente? En caso afirmativo, ¿en qué aspectos específicos? En caso negativo, ¿por qué? ¿Cómo llevaría el saber «acumulado» en la DC al campo de la formación de maestros?

Origen e historia de la DC

Podemos considerar que, hoy en día, la DC está suficientemente madura como para ser capaz de echar la mirada atrás e identificar sus propios orígenes, así como construirse una «historia» de sus alrededores de sesenta años de existencia más o menos formal. En efecto, ya existen algunos estudios (por ejemplo: Fensham, 1988; Porlán, 1998; Gil-Pérez *et al.*, 2000; Estany e Izquierdo-Aymerich, 2001; Adúriz-Bravo e Izquierdo-Aymerich, 2002; Gallego Torres y Gallego Badillo, 2006) que trazan la *genealogía* del campo de la DC en los distintos países; este tipo de estudios se apoya en un cierto grado de *consolidación* de la disciplina, lo que permite a los didactas separarse de su propia actividad y tomarla como objeto de reflexión.

Así, la comunidad de didactas sitúa el origen «mítico» de la DC en una fecha muy precisa: el 4 de octubre de 1957, día en que la Unión Soviética lanzó el satélite artificial Sputnik I. Según el relato «estándar», la sensación de retraso científico y tecnológico de los Estados Unidos frente al régimen soviético disparó una serie de gigantescas y costosísimas reformas curriculares,² diseñadas con la intención de mejorar la calidad de la educación científica en Occidente. Sin embargo, los estudiosos de la evolución histórica de la DC coinciden en que la verdadera aparición de la disciplina como tal es posterior a estas primeras macrorreformas de la enseñanza de las ciencias, y se produjeron más bien a mediados de la década del setenta, como discutiremos más abajo.


Actividad opcional

Considere el doble origen (mítico y real) de la DC, y también el lógico desfase temporal que existió entre la producción en los países que iniciaron el camino y la producción más tardía en la Argentina. Comente algún ejemplo concreto del impacto que tuvieron en nuestro medio estas «nuevas» formas de encarar la enseñanza de

² Los proyectos BSCS (biología) y PSSC (física) de la National Science Foundation y CBA (química), todos de Estados Unidos, y el de la Fundación Nuffield, en el Reino Unido, se cuentan entre los más famosos. Estos proyectos se conocieron en la Argentina en la década del sesenta e influyeron notablemente sobre algunas prácticas locales (ver Merino, 1984).

las ciencias que se estaban gestando a nivel mundial. Para ello, puede apoyarse en documentación nacional e internacional en torno a los «grandes proyectos» de educación científica (hay mucha información disponible en la web) o en testimonios de profesores de ciencias que enseñaron en esas épocas.

Llegados a este punto, usted probablemente se esté preguntando acerca de la relación entre la DC y las «didácticas especiales», que ya existían antes de la Segunda Guerra Mundial. En efecto, aunque se puede afirmar que la DC es un campo relativamente joven, su nombre no lo es: ya se venía aplicando a unos estudios de raigambre pedagógica (en la «tradición europea continental») al menos desde el siglo XIX, como se puede ver en muchos manuales utilizados clásicamente en la formación inicial del profesorado de ciencias.³

En general, los trabajos que historizan la DC distinguen varias etapas de desarrollo comunes a nivel mundial, aunque desde luego reconocen algunas diferencias importantes entre distintos países. Para profundizar el recorrido que aquí hacemos, puede consultar periodizaciones de la DC en Peme-Aranega (1997) y Porlán (1998) para el panorama europeo continental, y en Fensham (1988) y Duschl (1997) para el caso anglosajón. En Latinoamérica todavía no contamos con «historias» organizadas de la DC.⁴

La periodización que aquí usamos habla de cinco etapas en el desarrollo de la DC hasta constituirse en la disciplina consolidada que es actualmente.

1º. Etapa adisciplinar. Desde fines del siglo XIX hasta inicios de la década del cincuenta del siglo XX, las producciones en lo que ahora llamamos DC son escasas y heterogéneas. La disparidad de estas producciones y la falta de conexión entre sus autores permiten suponer que aún no existe la DC tal como la entendemos hoy: un campo de problemas claramente delimitado, un conjunto consensuado de marcos conceptuales y metodológicos, y un cuerpo internacional de investigadores que la llevan adelante. Se trata más bien de estudios que se ocupaban de la problemática de los malos resultados obtenidos por la educación científica «tradicional».

Para formarse una idea de la fragmentación de la DC en esta primera etapa, puede examinar la revista estadounidense *Science Education*, que precedió en por lo menos cincuenta años a la disciplina que tomará, en los países anglosajones, ese mismo nombre.⁵ Allí encontrará que, entre 1916 y 1970, en *Science*

³ Las llamadas didácticas especiales de las distintas ciencias eran estudios en torno a la «metodología» (tecnicista) de enseñanza, vinculados a la formación del profesorado en escuelas normales, institutos superiores y universidades pedagógicas. Se pueden ver ejemplos clásicos en Bregazzi (1966) y Sandin (1967).

⁴ Una interesante aproximación a la breve historia del campo en Brasil puede verse en Villani y colaboradores (2010).

⁵ En inglés, la didáctica de las ciencias se conoce como «science education», es decir, educación en ciencias o educación científica.

Education diversos pensadores (en su mayoría científicos y profesores de ciencias, pero también filósofos, psicólogos y educadores) hacen recomendaciones generales o proponen herramientas metodológicas puntuales, sin desarrollar todavía un marco conceptual propiamente didáctico.

Arrieta-Gallástegui (1989), didacta de la matemática, atribuye la falta de consolidación de su disciplina, por esas mismas 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, si consideramos que la paulatina aparición de esta «clientela» (*audiencia*) surgió con la preocupación de los países centrales frente a la baja calidad de la preparación científica de sus jóvenes (de allí la identificación del mencionado «episodio Sputnik» como el punto de inflexión para la educación científica; ver Aliberas, 1989).

2º. *Etapas tecnológicas*. 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 cincuenta y sesenta como respuesta institucional a la preocupación que mencionábamos más arriba. 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* respecto de los contenidos de ciencias; los programas son luego evaluados con un aparato metodológico fuertemente cuantitativo (Gutiérrez, 1985; Fensham, 1988). 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 Karplus⁶ y, en general, se estructuran en torno a la bien conocida idea del «aprendizaje por descubrimiento», es decir, utilizan una analogía ingenua del «niño como científico» según la cual los alumnos, enfrentados directamente con los fenómenos a estudiar «redescubrirían» los principios teóricos que hay «detrás» de ellos.

La DC eficientista de esta etapa pretende apoyarse en el conocimiento producido en áreas disciplinares *externas*; genera una base de recomendaciones, recursos y técnicas de corte metodológico para guiar la enseñanza de las ciencias en las aulas. Es por su voluntad de intervenir transformadoramente, sin ocuparse del desarrollo de un corpus de conocimiento básico, que podemos caracterizarla como una didáctica *tecnológica*.

Es interesante destacar que esta concepción «tecnicista» de la DC (ver Camilloni, 2007) aún permanece muy arraigada. Por ello, resulta importante remarcar que tal concepción constituye una idea previa o concepción alternativa de muchos docentes en ejercicio, que «hace ruido» fuertemente en el desarrollo profesional.

⁶ Roger Bybee (1977) es uno de los autores que destacan este «apoyo en la autoridad y el prestigio» que tienen las propuestas innovadoras de la enseñanza de las ciencias que se formulan tempranamente en los Estados Unidos.



Actividad obligatoria

¿Qué prácticas docentes reconoce usted en la Argentina que le permitan hablar de resabios de una didáctica tecnicista? A modo de ejemplo, considere el diseño «tradicional» de las prácticas de laboratorio, basado en un «método científico» algorítmico y lineal.

Según Joan Aliberas (1989), esta primera etapa de la DC estuvo caracterizada por una precisa delimitación de sus objetivos y metas: investigar mejores formas de producir buenos aprendizajes en grandes capas de la población y aumentar la cantidad y calidad de ingresantes en carreras científico-tecnológicas. El cuestionamiento posterior a estas metas –a causa del fracaso de las acciones tecnológicas destinadas a mejorar el nivel general de la educación científica– desembocó en la necesidad de reformular el incipiente campo de la DC. Esta resurge entonces con identidad propia, basada en un nuevo enfoque que busca independizarla: pretende estar cada vez menos ligada a las fuentes teóricas externas y además está, a partir de entonces, más enfocada a iniciar a la ciudadanía en la cultura científica que en la formación de élites científicas.

En suma, se puede pensar en esta «primera» DC como en un intento de llevar «más y mejor ciencia» a la ciudadanía en los países occidentales, pero basando las prácticas de enseñanza en las aulas ya en «lineamientos» de corte técnico directamente derivados de principios de la psicología del aprendizaje y la teoría instruccional, ya en «transposiciones» simplistas (de clara impronta empirista y positivista) de la naturaleza profunda de la práctica científica.



Para avanzar en el tema

- 1) Lea el siguiente texto de Aguilar Peris, incluido en su artículo «Las ciencias físico-químicas y su enseñanza», donde hace una valoración del «Curso de Física» del Proyecto PSSC (Physical Science Study Committee).

«[El Curso] pretendía ser un ejemplo actualizado de la didáctica de esta disciplina, en el que habían intervenido centenares de [...] profesores de física de enseñanza media y universitaria, durante un periodo superior a cuatro años. En la década 1960-1970 fue un libro revolucionario que introdujo un espíritu nuevo en la enseñanza de la física. Las viejas agrupaciones estancas de la física [...] desaparecían para ser sustituidas, no como un conglomerado de fenómenos, sino como un proceso continuo, subrayándose la universalidad de sus

leyes y la unidad de la física en todos sus aspectos. Los temas tratados estaban ordenados y relacionados, desde los más simples a los más complejos, incluyendo datos sobre el desarrollo histórico de las ideas básicas, la lucha en el pasado y los pasos que tuvieron que dar algunos científicos para enunciar los principios fundamentales de la física.

El texto se complementaba con un libro de prácticas de laboratorio y un equipo de aparatos modernos y económicos, un gran número de películas científicas, una serie de publicaciones escritas por especialistas sobre temas de divulgación y una guía para el profesor. Existían dos niveles del texto [enseñanza media y física general universitaria]. El curso PSSC costó de 8 a 10 millones de dólares [,] era acertado y tuvo una gran difusión, tanto en España como en Sudamérica. Se tradujo a múltiples idiomas [...]. Sólo tenía un defecto [:] no se ajustaba a los programas académicos de física de los años sesenta y, como muchos de los proyectos ambiciosos de este estilo, era un libro excelente para completar la formación de los profesores de física media y universitaria, pero que estos no podían impartir a sus alumnos, especialmente porque carecían en sus horarios oficiales del tiempo necesario para su desarrollo. Las películas didácticas y los libros de prácticas y demás complementos se ensayaron en algunos centros piloto [...]. Se hicieron varias ediciones sucesivas del PSSC y finalmente desapareció de los catálogos editoriales y fue sustituido por otros proyectos de la misma índole.»

Aguilar Peris, 2002: 153-154.

2) Responda: ¿cuáles de las características de lo que llamamos la etapa tecnológica de la DC encuentra aquí reflejadas?

3°. *Etapa protodisciplinar*. A mediados de la década del setenta crece el consenso acerca de la existencia de un nuevo campo de estudios académicos; los investigadores en DC comienzan a considerarse miembros de una misma comunidad, que se independiza 3°. *Etapa 3°. Etapa protodisciplinar*. A mediados de la década del setenta crece el consenso acerca de la existencia de un nuevo campo de estudios académicos; los investigadores en DC comienzan a considerarse miembros de una misma comunidad, que se independiza crecientemente de las que mencionábamos más arriba, y que acepta la necesidad de formular *problemas* y *soluciones* propios y distintos. Comienza a aparecer entonces lo que, siguiendo a Thomas Kuhn, la didacta de las ciencias Rufina Gutiérrez (1985) llama nuestra «facultad invisible». En correlato con estos movimientos, aparecen en nuestro país, a inicios de los años ochenta, unas primeras investigaciones en DC, sobre todo vinculadas a la Asociación de Profesores de Física de Argentina (APFA).

Los problemas inspeccionados por la DC estarán ligados inicialmente al *aprendizaje* de los contenidos específicos de ciencias, con la invención del constructo clásico de las *ideas previas* o *concepciones alternativas*; esta incipiente disciplina es, por tanto, lo que podemos llamar una *didáctica centrada en el agente*, es decir, que atiende a los procesos cognitivos de los alumnos para, con base en ello, diseñar la enseñanza.

Como la didacta de las ciencias Laurence Viennot (citada por Gil-Pérez, 1994) marcará más tarde, el extraordinario empuje que recibió la temprana línea de las concepciones alternativas pudo deberse a la necesidad de mostrar, desde la naciente DC, resultados académicos rápidos y contundentes. Sin embargo, en esta etapa inicial de cientificación se verificará una progresiva separación teórica desde esos tradicionales modelos de tendencia más psicológica (esto es, más centrada en el aprendiz) hacia nuevos modelos didácticos en sentido amplio (más centrados en la enseñanza y el profesorado). Es entonces que se pasa de las ideas previas al «cambio conceptual» como una estrategia específica de enseñanza.



Antes de continuar

Desde su experiencia, ¿qué impacto concreto ha tenido en los programas de capacitación docente la línea de investigación asociada a las ideas previas/concepciones alternativas? ¿Y la del cambio conceptual?

Los estudios en DC, por otra parte, ganan su reconocimiento en el ámbito universitario (por lo menos en los países líderes de este proceso), generalmente formulándose como posgrados de los tradicionales estudios en ciencias naturales y de la formación inicial docente. 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 líneas de trabajo no suficientemente estructuradas compiten para establecerse como base teórica de la comunidad. Cada una de esas líneas trabaja aislada de las demás, desconociendo incluso la existencia de las otras. Por medio de tales líneas y sus debates se perfila el futuro de la DC como disciplina con personalidad propia, que unifica las variadas vertientes teóricas externas que convergen en ella. Por ejemplo, los didactas de las ciencias comienzan a echar mano de ideas de la epistemología (Kuhn, Lakatos), la psicología (Piaget, Ausubel), o los estudios sobre el lenguaje y la comunicación (Edwards y Mercer).⁷

⁷ A esta tendencia de la DC a importar y adaptar marcos teóricos de otras disciplinas se la conoce como apertura interdisciplinar (Astolfi y Develay, 1989).

4°. *Etapa de disciplina emergente.* En la década del ochenta, los investigadores de los países con más desarrollo en DC comienzan a preocuparse por la coherencia teórica del creciente cuerpo de conocimiento sistematizado. Se reconoce la existencia de un conjunto de personas guiadas por la misma «mirada» sobre la problemática de enseñar ciencias, mirada que de a poco comienza a caracterizarse como «constructivista», y se considera necesario un análisis más riguroso de los marcos conceptuales y metodológicos para conducir la exploración sistematizada de aquella problemática.

La autorrevisión conceptual que así se inicia desemboca, a principios de los noventa, en el consenso acerca de que este *constructivismo didáctico* constituye la base teórica común para los estudios del campo (Moreira y Calvo, 1993; Izquierdo-Aymerich, 2001). El enrolamiento masivo de los investigadores y profesores, a menudo a nivel de discurso superficial (ver Carretero y Limón, 1997), en las filas de este naciente constructivismo dio paso a la discusión acerca de las posibilidades de tal marco de convertirse en un modelo teórico sólido y de guiar a modo de genuino «paradigma» el ulterior desarrollo de la DC.



Antes de continuar

Si un maestro se presenta a sí mismo como constructivista, ¿qué tipo de prácticas docentes espera usted encontrar en sus clases? Y, recíprocamente, ¿cuáles cree usted que son las concepciones que activarán los maestros si usted habla de constructivismo durante una instancia de capacitación?

5°. *Etapa de disciplina consolidada.* Durante los últimos quince años podemos constatar una genuina «explosión» de la cantidad de estudios en la DC. Existe una opinión más o menos generalizada acerca de la creciente consolidación de la disciplina como cuerpo teórico y como comunidad académica (White, 1997; Gil-Pérez et al., 2000; Dahncke et al., 2001; Adúriz-Bravo e Izquierdo-Aymerich, 2002; Gallego Torres y Gallego Badillo, 2006; Mohd Zaki, 2008). Samuel Joshua y Jean-Jacques Dupin (1993), autores del primer manual universitario de DC, afirman esta consolidación basándose en la premisa de que la disciplina ha madurado lo suficiente como para poder ser *enseñada* a su vez. La «enseñabilidad» de la DC es entonces vista como un argumento central para sostener su disciplinariedad, pues tiene como condición necesaria la existencia de una estructura de saberes propia, transponible y difundible. Signos de la enseñabilidad, que muestran la existencia de un discurso comunicable, son la producción de manuales, compilaciones y diccionarios de DC, y el desarrollo de planes de estudio de posgrado.

En efecto, en los últimos años se puede constatar la instalación creciente de titulaciones superiores en el área de la DC. En Europa y América del Norte, cada vez más egresados de licenciaturas y profesorados inician sus tareas

de investigación en la DC sin pasar antes por la investigación en la propia ciencia de origen. En nuestra región empieza a apuntarse tímidamente esta misma tendencia, con la aparición de los primeros programas de posgrado en DC. En particular, en la Argentina existen también carreras de posgrado en DC en varias universidades públicas, entre otras: Nacional de Catamarca, Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Nacional de Rosario, Nacional del Litoral, Nacional de General San Martín y Nacional del Comahue. Estas carreras apuntan a menudo a un doble objetivo: el perfeccionamiento de los docentes en ejercicio y su iniciación en prácticas investigativas.

Ahora bien, si la actual DC es un saber genuinamente «enseñable», debería ser tomada en cuenta seriamente en el diseño, la puesta en marcha y la evaluación de acciones de capacitación docente. En tales acciones, la DC podría, según lo que dijimos más arriba, resultar un instrumento muy potente para permitir que los maestros vertebren significativamente *reflexiones con acciones*. También la DC podría contribuir al desarrollo curricular en ciencias para la educación primaria, al dar respuestas fundamentadas a las preguntas de para qué enseñar ciencias, qué enseñar y cómo enseñarlo.

En este sentido, la DC sería un insumo para que usted encare tareas de desarrollo profesional docente y de diseño del currículo, al menos en los siguientes aspectos:

1. Al apoyar una reflexión teórica potente sobre qué es el conocimiento científico escolar y cómo se elabora, reflexión que permitiría entender mejor el papel de las ciencias en la educación de la ciudadanía.
2. Al ayudar a los maestros a superar en el aula los *obstáculos* que presentan sus alumnos en el aprendizaje de los contenidos, métodos y valores científicos.
3. Al generar ideas, materiales, recursos, enfoques y textos para apoyar la enseñanza de las ciencias.
4. Al facilitar la estructuración de los planes y programas del área de ciencias mediante la identificación de los modelos científicos fundamentales que deberían enseñarse.

En el siguiente cuadro presentamos una visión sinóptica de la breve historia de la DC esbozada en esta clase. El cuadro puede transformarse en un material para el desarrollo profesional docente si se hace el ejercicio de añadir una quinta columna que vincule la evolución de la DC con la transformación de la enseñanza de las ciencias en las aulas.

Etapa	Referentes teóricos desde la epistemología	Referentes teóricos desde la psicopedagogía	Metodología de investigación
Adisciplinar 1880-1950	Cientificismo	Variados (por ejemplo, pedagogía activa)	No hay investigación empírica
Tecnológica 1950-1970	Positivismo lógico: primacía del "método científico"	Neoconductismo y modelo de Bruner	Investigación evaluativa (cuantitativa)
Protodisciplinar 1970-1980	Racionalismo crítico: Popper	Piaget y Ausubel	Cuantitativa y cualitativa (enfocada en el aprendizaje)
Emergente 1980-1995	Nueva filosofía de la ciencia: modelos de evolución científica (Kuhn, Lakatos)	Constructivismo	Mayormente cualitativa (enfocada en enseñanza, aprendizaje y contenidos)
Consolidada 1995 a hoy	Visiones recientes y actuales	Modelos cognitivos	Cualitativa, crítica, etnográfica, investigación acción, análisis del discurso, etc.



Para avanzar en el tema

1. De acuerdo con su experiencia, ¿cuándo conoció la existencia de investigación sobre la enseñanza de las ciencias en primaria?, ¿cuándo esta investigación comenzó a ser comentada por los maestros? Busque ejemplos concretos.
2. ¿Cuál es el texto más antiguo que recuerda sobre DC para la escuela primaria? ¿Cuál el más actual? Trate de conseguirlos y busque las diferencias más notorias entre el enfoque sustentado por cada uno de ellos.

Algunas consideraciones epistemológicas sobre la DC

A partir de su conformación como disciplina científica (como vimos antes, después de 1970), la DC se ha venido alejando crecientemente de la tradicional didáctica metodológica presente en la formación del profesorado, que estaba estrechamente vinculada a la pedagogía en muchos países de Europa y Latinoamérica, incluido nuestro país. La DC actual surge más por una confluencia de los estudios que sobre la enseñanza de las ciencias se hicieron en Europa continental con la investigación anglosajona en *science education* –de naturaleza inicialmente curricular y psicologista– que como una heredera directa de las didácticas especiales de las ciencias, de corte tecnicista.


Actividad opcional

- 1) Lea el siguiente fragmento del artículo «Psicología educativa y didáctica de las ciencias: Los procesos de enseñanza/aprendizaje de las ciencias como lugar de encuentro», de Daniel Gil-Pérez.

«[L]a didáctica de las ciencias se debate entre la voluntad de construir un cuerpo específico de conocimientos –contra, por ejemplo, la tradición de considerar la formación del profesorado como simple suma de preparación científica y psico-socio-pedagógica [...]– y unos orígenes muy recientes y confusos, ligados a la psicología de la educación. En cualquier caso, parece fuera de toda duda la existencia de una comunidad científica que tiene como campo de investigación los problemas de enseñanza/aprendizaje de las ciencias, con numerosas revistas específicas, existencia de departamentos universitarios, realización de congresos internacionales, etc.»

Daniel Gil-Pérez (1993: 175-176)

- 2) Responda: ¿Qué relaciones establece usted con lo discutido hasta el momento en torno a la historia y la epistemología de la DC?

La constatación de la «autonomía» de la DC tiene una incidencia directa en el desarrollo profesional docente en ciencias: ahora, el saber de referencia al cual mirar debería ser la misma DC, una disciplina relativamente autónoma. Por lo tanto, la profundización en cuestiones de carácter pedagógico o educativo general sigue siendo importante, pero no debería ser ya el objeto central de la capacitación docente. La reflexión sobre cómo enseñar ciencias se puede establecer hoy en día desde un corpus de resultados de investigación e innovación construido por didactas de las ciencias, *que son inicialmente profesores de ciencias* y usualmente no provienen del campo de la pedagogía o de la investigación educativa general.

El desarrollo de la DC puede entenderse suponiendo que la disciplina se ha constituido *a partir de las propias ciencias naturales y su enseñanza*, enriqueciéndose con aportes mayormente epistemológicos y psicológicos, y algunos de carácter pedagógico. Esta visión de la DC es entonces la de una disciplina autónoma, que analiza los contenidos de ciencias desde el punto de vista de su enseñanza y aprendizaje, y se nutre de los hallazgos de otras disciplinas ocupadas de la cognición y el aprendizaje (la psicología y otras del área «paraguas» de la ciencia cognitiva). Sin embargo, esta visión epistemológica «autonomista» de la DC no debe llevar a pensar que el estudio de la enseñanza de las ciencias puede derivarse *únicamente* de las propias ciencias; la DC requiere de lo que más arriba llamamos una «apertura interdisciplinar». Análogamente, tenemos que considerar que la DC 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 [a la comprensión del problema de la enseñanza de las ciencias] –el psicológico y el didáctico– son divergentes no solo en su tradición histórica, sino también en sus objetivos y enfoques dominantes en el presente». (Pozo, 1993: 190)

Ahora bien, en la formación docente tradicional nos encontramos con una idea muy instalada: que el conocimiento didáctico de las ciencias puede ser derivado del conocimiento didáctico general «aplicándolo» a los contenidos de ciencia. Pero la DC no es una teoría «formal» sobre el arte de enseñar que se aplica a todos los contenidos desconociendo su especificidad (de Bartolomeis, 1986) ni surge de la confluencia de una didáctica general y una psicología educacional *con* las ciencias mismas, a modo de campo interdisciplinar que «enlaza» o «amalgama». Más bien resulta interesante, para el desarrollo profesional docente, entenderla como una disciplina con carácter propio, dotada de una perspectiva teórica autónoma, que está conectada con otras, pero que no se limita a constituir un conglomerado de saberes ni una aplicación de modelos teóricos externos a las situaciones de aula particulares que los maestros van enfrentando en el día a día.

Desde sus orígenes, la DC ha apoyado su autonomía en un abordaje sistemático y científico de la educación en ciencias (Joshua y Dupin, 1993); es por ello que podemos llamarla la «ciencia de enseñar ciencias». La DC, entonces, está formada por lo que podemos denominar tres *registros* integrados: el epistemológico, el psicológico y el pedagógico (ver Martinand, 1987; Cleminson, 1990; Sanmartí, 2002). Esta íntima integración de modelos está clara en la investigación didáctica europea continental (germánica, escandinava, latina, griega, eslava), y también comienza a verse en el ámbito anglosajón, en el cual la influencia de la psicología del aprendizaje y de la teoría del currículo en los estudios didácticos ha sido siempre mayor.

Si examinamos las conexiones teóricas de la DC con otras disciplinas (por ejemplo, por medio de la bibliografía citada en sus *papers*), veremos que la epistemología, la historia de la ciencia y la psicología educativa han provisto sus fundamentos teóricos; también la investigación didáctica actual se puede situar cercana al campo interdisciplinar llamado *ciencia cognitiva*, como señalaremos más abajo. 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, 2002). También se ve un acercamiento creciente hacia la pedagogía y los estudios educativos en general, dentro de los cuales la DC es crecientemente aceptada, 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 (ver Arsac, 1995) y la de las ciencias sociales (ver Eder y Adúriz-Bravo, 2001).


Antes de continuar

- 1) Lea el siguiente extracto de «La didáctica de las ciencias: Una disciplina emergente y un campo específico de investigación», de Gil-Pérez y otros.

«En definitiva, pues, llamamos la atención contra una concepción de la didáctica de las ciencias como mera aplicación práctica de la psicología del aprendizaje. Se trata, insistimos, de una seria dificultad para su desarrollo. Pero mayor es, si cabe, la dificultad que representa la creencia –todavía muy extendida– de que enseñar es una actividad simple para la que bastan los conocimientos científicos y algo de práctica. Mientras esta concepción persista –en la sociedad, en las autoridades académicas y en los mismos docentes– la didáctica de las ciencias verá muy limitada su influencia sobre la actividad del aula, lo que, a su vez, se convierte en un serio obstáculo para el desarrollo del nuevo cuerpo de conocimientos.» (Gil Pérez et. al, 2000: p. 21; subrayado en el original)

- 2) Indique –teniendo en cuenta lo discutido en esta sección– a qué concepciones epistemológicas «inadecuadas» de la DC como disciplina podrían estar refiriéndose los autores.
- 3) Mencione y discuta ejemplos concretos de prácticas de enseñanza de maestros de primaria que reflejan una concepción sobre la enseñanza de la ciencia como una tarea «simple».

La DC hoy

Podemos considerar que la evolución general de la DC en todo el mundo está marcada por grados crecientes de integración de lo que llamamos más arriba sus registros teóricos. De ellos surge una genuina perspectiva didáctica independiente, cada vez menos deudora de las fuentes externas. Es esta alta *especificidad epistemológica* la que permite a la DC identificarse con una comunidad académica consolidada y ser reconocida desde el exterior.

Como apareció esbozado en la introducción, un aspecto del análisis de la DC como disciplina que es fundamental para el desarrollo profesional docente está constituido por la caracterización cuidadosa de los modelos de ciencia y de ciencia escolar a los que adscribimos didactas, formadores y docentes. En los sesenta años de historia de la DC, la epistemología usada como fundamentación ha ido tomando creciente distancia de la llamada *concepción heredada* (neopositivista), instalándose primero en la nueva filosofía de la ciencia de los años cincuenta y sesenta (Kuhn, Lakatos, Toulmin...), que aún hoy es muy citada, y se ha ido moviendo, en los últimos años, hacia las visiones más actuales (modelos semánticos y cognitivos de

ciencia como el de Ronald Giere; ver Sanmartí, 2002). En este sentido, la referencia a las herramientas conceptuales de la epistemología, 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.

Por otra parte, también resulta importante para el desarrollo profesional docente entender las sucesivas etapas de la relación entre la DC y la psicología del aprendizaje. Actualmente, el aprendizaje es visto como objeto «indirecto» de estudio en DC, en tanto que es la actividad de apropiación de saberes científicos en el aula: es por ello que podemos seguir hablando de una didáctica de las ciencias centrada en el agente, que atiende a los procesos cognitivos de los niños y niñas, adolescentes y jóvenes. 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; en la DC, la atención al aprendizaje ha permitido acercarse a los estudios de naturaleza *cognitiva* (neurociencia, inteligencia artificial, teoría de sistemas expertos, lingüística, psicología cognitiva, etc.).

Más implicancias para el desarrollo profesional de maestros

La cuestión de la pertenencia académica de la DC puede parecer un problema abstracto, pero hoy en día suscita debates en las comunidades de investigadores, debates con consecuencias directas en la enseñanza y la formación docente. En la discusión en torno a la naturaleza de la DC se solapan las consideraciones teóricas propiamente dichas con otras de naturaleza institucional, política y económica. En el caso muy concreto del desarrollo profesional docente, tenemos que pensar con cuidado, por ejemplo, qué «proporción» de contenidos disciplinares, pedagógicos y didácticos específicos se deberían enseñar en la formación de maestros en servicio, o quiénes deberían ser los responsables de llevarla adelante.

Los datos empíricos y marcos conceptuales de los que disponemos actualmente (ver Gil-Pérez et al., 2000) hacen que resulte poco plausible sostener que la DC se encuentra en relación de dependencia con cualquier otra disciplina académica, dada la alta especificidad epistemológica de los modelos que esta disciplina formula, la formación peculiar de sus investigadores y las singulares características metodológicas de la investigación que se lleva a cabo en el campo. Pero la cuestión de la dependencia-independencia se soslaya muchas veces, y se habla –incorrectamente– de la DC como de un campo «interdisciplinar».

En cambio, resulta más interesante, desde el punto de vista del desarrollo profesional docente, considerar que la *educación científica* es un campo de problemas estudiado de forma multidisciplinar por pedagogos, psicólogos, epistemólogos, lingüistas y otros profesionales *junto con los didactas de las ciencias*. Actualmente, la DC existe como 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). Esa DC autónoma y consolidada nos provee de miradas muy específicas para repensar la práctica de enseñar ciencias, miradas que no pueden faltar hoy en día en el desarrollo profesional docente. En este

sentido, estamos apoyando aquí una tesis fuerte –no exenta de voces críticas– que atribuye a la DC la capacidad de transformar sustantivamente las prácticas de los maestros, con el objetivo de mejorar la educación científica.



Actividad final

1. Lea el siguiente extracto del artículo «La didáctica de las ciencias: una disciplina emergente y un campo específico de investigación», de Gil-Pérez *et al.*

«Se podría replicar que [...] las propuestas curriculares de bastantes países comienzan a fundamentarse en los resultados de la investigación en didáctica de las ciencias. Y lo mismo ocurre con los textos elaborados para orientar el trabajo en el aula. Se están impartiendo, además, numerosos cursos para transmitir al profesorado las nuevas propuestas. Cabría, pues, esperar una amplia difusión de las aportaciones de la investigación didáctica y la superación de las concepciones simplistas acerca de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Sin embargo, las investigaciones realizadas sobre los procesos de reforma curricular han mostrado la escasa efectividad de transmitir al profesorado las propuestas de los expertos para su aplicación [...]» Gil-Pérez *et al.* (2000: 21)

- 2) Caracterice las dos posturas presentadas por los autores en cuanto a la capacidad de la DC como disciplina para transformar la práctica de aula.
- 3) ¿Cuál es su propia opinión respecto de la influencia de la investigación didáctica en la actual enseñanza de las ciencias en primaria en la Argentina? ¿Cree usted que los resultados que van encontrándose influyen en el currículo, los libros de texto, las estrategias de enseñanza, las modalidades de evaluación o los trayectos de formación docente inicial y continua? Justifique su respuesta afirmativa o negativa con ejemplos concretos.

Referencias bibliográficas

- ADÚRIZ-BRAVO, A. y M. Izquierdo-Aymerich (2002). «Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma». *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1 (3), 130-140.
- AGUILAR PERIS, J. (2002). «Las ciencias físico-químicas y su enseñanza». *Arbor*, CLXXIII (681), 153-164.
- ALIBERAS, J. (1989). *Didàctica de les ciències: Perspectives actuals*. Vic: Eumo.
- ARRIETA-GALLÁSTEGUI, J. (1989). «Investigación y docencia en didáctica de las matemáticas: Hacia la constitución de una disciplina». *Studia Paedagogica*, 21, 7-17.
- ARSAC, G. (1995). «La didactique des mathématiques est-elle spécifique de la discipline?». *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 15(2), 7-8.
- ASTOLFI, J.-P. y M. Develay (1989). *La didactique des sciences*. París: PUF.
- BREGAZZI, V. (1966). *Didáctica especial*. Buenos Aires: Librería del Colegio.
- BYBEE, R.W. (1977). «The new transformation of science education». *Science Education*, 61 (1), 85-97.
- CAMILLONI, A. R. W. de (2007). «Los profesores y el saber didáctico». En: A. R. W. de Camilloni, E. Cols, L. Basabe y S. Feeney. *El saber didáctico*. Buenos Aires: Paidós.
- CARRETERO, M. y M. Limón (1997). «Problemas actuales del constructivismo: De la teoría a la práctica». En: M. J. Rodrigo y J. Arnay (eds.), *La construcción del conocimiento escolar: Ecos de un debate*. 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 (5), 429-445.
- DAHNCHE, H., R. Duit, J. Gilbert, L. Östman, D. Psillos y D. Pushkin (2001). «Science education versus science in the academy: Questions, discussions, perspectives». En: H. Behrendt et al. (eds.), *Research in science education: Past, present, and future*. Dordrecht: Kluwer.
- DE BARTOLOMEIS, F. (1986). *La actividad educativa: Organización, instrumentos, métodos*. Barcelona: Laia.
- DUSCHL, R. A. (1997). *Renovar la enseñanza de las ciencias: Importancia de las teorías y su desarrollo*. Madrid: Narcea.
- EDER, M. L. y A. Adúriz-Bravo (2001). «Aproximación epistemológica a las relaciones entre la didáctica de las ciencias naturales y la didáctica general». *Tecné, Episteme y Didaxis*, 9, 2-16.
- ESTANY, A. y M. Izquierdo-Aymerich (2001). «Didactología: Una ciencia de diseño». *Éndoxa*, 14, 13-33.

- FENSHAM, P. (1988). «Familiar but different: Some dilemmas and new directions in science education». En: P. Fensham (ed.), *Development and dilemmas in science education*. Nueva York: Falmer Press.
- GALLEGO TORRES, A. P. y R. Gallego Badillo (2006). *Acerca de la didáctica de las ciencias de la naturaleza: una disciplina conceptual y metodológicamente fundamentada*. Bogotá: Magisterio.
- GIL-PÉREZ, D. (1993). «Psicología educativa y didáctica de las ciencias: Los procesos de enseñanza/aprendizaje de las ciencias como lugar de encuentro». *Infancia y Aprendizaje*, 62-63, 171-185.
- GIL-PÉREZ, D. (1994). «Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: Realizaciones y perspectivas». *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), 154-164.
- GIL-PÉREZ, D., J. Carrascosa y S. Martínez-Terrades (2000). «La didáctica de las ciencias: 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*. Alcoy: Marfil.
- GUTIÉRREZ, R. (1985). «La investigación didáctica en el área de ciencias: ¿Nueva crisis de paradigmas?». *Enseñanza de las Ciencias*, número extra Congreso, 5.
- IZQUIERDO-AYMERICH, M. (2001). «Constructivismo versus socioconstructivismo». *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 9 (3), 239-242.
- JOSHUA, S. y J.-J. Dupin (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 dans l'Ère Nouvelle*, 1-2, 23-36.
- MERINO, G. (1984). *Didáctica de las ciencias naturales: Aportes para una renovada metodología*. Buenos Aires: El Ateneo.
- MOHD ZAKI, I. (2008). *Improving the training of pre-service physics teachers in Malaysia using didaktik analysis*. Tesis doctoral. Waikato: The University of Waikato.
- MOREIRA, M. A. y A. Calvo (1993). «Constructivismo: Significados, concepciones erróneas y una propuesta». En: *Memorias de la VIII Reunión de Educación en Física*. Rosario: APFA.
- 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 (1), 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. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Síntesis.

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

VILLANI, A., V. S. Dias y J. M. Valadares (2010). «The development of science education research in Brazil and contributions from the history and philosophy of science». *International Journal of Science Education*, 32 (7), 907-937.

WHITE, R. (1997). «Trends in research in science education». *Research in Science Education*, 27 (2), 215-221.