

EL CARÁCTER EPISTEMOLÓGICO INTERDISCIPLINARIO DE LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

ORIGEN, EVOLUCIÓN Y TENDENCIAS ACTUALES

Carmen Peme - Aranega

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
Departamento de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología

1 ORIGEN DE LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS. LA NUEVA GENERACIÓN DE PROYECTOS DE LAS DÉCADAS DE LOS 50 Y 60

El origen de la didáctica de las ciencias (DC) está ligado con los proyectos para la enseñanza de las ciencias (para nivel primario y secundario) que se produjeron en la década de los 50. La forma en que se llevaron a la práctica, las dificultades, evaluaciones y críticas posteriores que recibieron, fueron conformando un conjunto de situaciones que requirieron estudio y búsqueda de soluciones. Así se fue esbozando y consolidando una comunidad de investigación en esta nueva área de estudio. Si hubiera que centrar su nacimiento en algún campo, podríamos decir, como veremos, que fue el del *diseño curricular*.

El propósito de este artículo es analizar las condiciones de contexto en las cuales se gestó y se desarrolló la DC. Su comprensión permite entender su origen, evolución y la problemática que hoy puede considerarse como el núcleo central de los programas de investigación.

1.1 La situación en la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (U.R.S.S.)

Las reformas curriculares, que hicieron que la enseñanza de las ciencias en ese país se constituyese en uno de los pilares básicos de la formación de los ciudadanos, se remontan a los años inmediatos posteriores a la Revolución de Octubre, y estuvieron ligadas a la necesidad de fomentar la educación popular para despegar la economía desde el nivel agrario en el que se encontraba (Fernández Uría, 1979). Esto implicó una marcada selectividad de alumnos con capacidades específicas para las carreras científicas y técnicas (por exámenes externos, casi

desde el comienzo de su escolaridad).

Desde entonces y hasta la disolución de la U.R.S.S., las decisiones, reformas e innovaciones curriculares se relacionaron con, y se revisaron a la luz de, las políticas económico-productivas y de la competitividad internacional (según los postulados del materialismo histórico y dialéctico). Un indicador del éxito del movimiento de reforma (que se extendió posteriormente a otros países) lo constituyó el lanzamiento del «Sputnik» en 1957.

1.2 La nueva generación de proyectos en los Estados Unidos de Norteamérica (EE.UU.)

La reacción generada por el lanzamiento del satélite soviético y la toma de conciencia acerca de la importancia de la educación científica en niveles anteriores al universitario, se inició casi simultáneamente en los EE.UU. y en el Reino Unido (R.U.) apoyada por el propósito explícito de desarrollar tecnológicamente los sectores militares e industriales (Allberas, Gullérrez e Izquierdo, 1989).

Si bien la cultura humanístico-científica se había valorado en los EE.UU. ya antes del «Sputnik», la incidencia de aquel fenómeno se sintió, inmediatamente, en las decisiones políticas. Un hecho importante fue la promulgación de la National Defense Education Act en 1958.

Desde 1956 distintos organismos (como la Fundación Nacional para la Ciencia -NSF- y la Asociación Americana para el Progreso de la Ciencia -AAAS-) habían comenzado a dedicar fondos al desarrollo de nuevos Proyectos de Ciencia. Se constituyeron grupos (como el «Physical Science Study Committee», 1956) para elaborar nuevos currículos científicos; se convocó a la Conferencia de Woods Hole, —origen del nuevo movimiento de reforma— y, aparecieron los Proyectos de Física, Química, Biología, conocidos como: PSSC, CBA y BSCS.

Aunque se indicaba en los prólogos y en los materiales que esta nueva generación de proyectos (NGP) estaba destinada a todo tipo de estudiantes, su carácter fue «prevocacional» y «preespecializador» (Fernández Uría, 1979), tendiendo a orientar hacia estudios científicos o tecnológicos a los alumnos más motivados o capaces. Una explicación posible de esta actitud pudo haber sido el descenso observado desde el comienzo del siglo en la proporción de estudiantes que elegían asignaturas científicas (en un sistema de optatividad curricular desde los 14 años).

El «modelo de innovación educativa» seguido para la elaboración e implementación de esta NGP fue el modelo «central-periférico» (Becher, 1980) o «de investigación-desarrollo, I - D» (Gimeno Sacristán, 1983). Dicho modelo, entonces, se caracteriza porque los cambios parten de «expertos» que orientan su implementación y el desarrollo profesional de los docentes. Además, ese proceso «innovador» implica una serie de fases:

«Investigación», estudio de problemas teóricos y generación de ideas, sin intereses de aplicación inmediatos.

«Desarrollo», los resultados de la «investigación» se aplican a un producto tecnológico: el currículo escolar.

«Difusión» de esos productos: su uso, posibilidades y definición de la formación de los docentes.

«Implantación - adopción»: La innovación se integra a todo el sistema.

La estrategia de implementación de reformas se caracterizó porque: los proyectos fueron elaborados por equipos centrales (especialmente por científicos); incluían todos los materiales (libros, equipos, etc.) y contenían instrucciones (guías o manuales) para los docentes. Se los empleó en «escuelas piloto» durante varios años, hasta alcanzar un nivel de excelencia. Posteriormente, se los extendió al resto del sistema, sin evaluar sus resultados durante años.

Esta «estrategia burocrática» o «administrativa centralista» (Klafki, 1986) implicó una toma de decisiones políticas de parte de los organismos centrales, quienes, posteriormente, elaboraron directrices, reglamentos, y recomendaciones para su utilización. Estos «modelos» y «estrategias» conciben al docente como un «técnico - ejecutor» de los proyectos elaborados por expertos (alejados de los problemas concretos de los docentes). Tales concepciones se apoyan en el «paradigma» vigente en ese momento histórico en la comunidad internacional: el «empírico-analítico» o «positivista» (Aranega, 1993 y 1994).

1.3 La nueva generación de proyectos en el Reino Unido

En el R.U. los nuevos proyectos se basaron en el análisis realizado por la Asociación de Profesores de Ciencia en 1957. Desde 1961, con el apoyo económico de la Fundación Nuffield, se elaboraron Proyectos de Ciencias («Nuffield Science Teaching Projects») para los niveles primario y secundario y para los tres tipos de escuelas: «grammar schools», «technical grammar schools» y «modern schools» (implementadas a partir de la Ley de Educación de 1944 que estableció la escolaridad obligatoria hasta los 15 años).

Respecto al secundario, se prepararon proyectos para el nivel «O» (ordinario), para alumnos de 11 a 16 años, y el «A» (avanzado), para los de 16 a 18-19 años, que cubrieron las diferentes ciencias por separado. Hubo otros que combinaban o integraban áreas, tales como el «Proyecto de Ciencia Combinada» para alumnos de 11 a 13 años,

el «Curso Integrado» del *Schools Council* para 13 a 16 años y el de «Ciencia Secundaria».

El sistema educativo inglés se asemejaba al norteamericano en la opción curricular, pero se diferenciaba por su estricta selectividad (realizada por evaluaciones externas, antes del acceso a niveles superiores).

La influencia norteamericana en estos proyectos ingleses se observó en la forma de implementar las innovaciones y reformas. Se adoptaron el mismo «modelo de innovación» e igual «estrategia de reforma». La extensión al sistema se realizó a través de una red rigurosamente controlada, en donde las empresas editoras fueron sus principales difusores (West, 1984). Del mismo modo el «modelo docente» también era coincidente con el de los proyectos de EEUU.

Sin embargo, la NGP del R.U. fue más experimental e inductiva que la norteamericana; ello implicó fuertes erogaciones en infraestructura y en recursos humanos (ayudantes de laboratorio, por ejemplo). Las revisiones periódicas y las versiones sucesivas fueron la característica de esta NGP (Fernández Uría, 1979) y este carácter evolutivo y dinámico permitió detectar inconvenientes en su implementación. Además, se puso énfasis en la formación permanente del profesorado —en ello incidieron los Centros de Profesores Ingleses y la Asociación para la Educación Científica (ASE). Así surgió una comunidad interdisciplinaria preocupada por los diseños curriculares científicos (Cañal, 1990).

1.4 La incidencia de la nueva generación de proyectos de EE. UU. y del R.U. en otros países occidentales desarrollados

Posteriormente, otros países occidentales adaptaron la NGP a sus propias realidades. Se plantearon innovaciones curriculares en el nivel secundario en: Alemania (Biología, Física y Química), Australia (en las mismas disciplinas más Tecnología, un Curso de Ciencia General y otro de Integración de Ciencias), Canadá (Física y Ciencia General), Holanda (Química), Japón (Biología, Física, Química, un Curso de Ciencia General y otro de Integración de Ciencias), y los Países Escandinavos (Física y Química) (Fernández Uría, 1979).

En España, Francia e Italia, las innovaciones no provinieron de decisiones nacionales sino de los «movimientos de renovación pedagógica de los profesores» que elaboraron propuestas con raíces empíricas, metodológicas e ideológicas, en todos los casos posteriores a la NGP.

2 CARACTERÍSTICAS DE LA «NUEVA GENERACION DE PROYECTOS»

Algunos autores (Hurd, 1969; Fernández Uría, 1979; Gutiérrez, 1987) llevaron a cabo análisis de las diferencias entre las tendencias de la NGP («corriente científica» o «conceptual empirista») y los enfoques anteriores («co-

riente humanista» o «tradicional»).

Además de otros aspectos que juzgamos importantes, los cambios tuvieron las siguientes características:

- Sus «modelos» fueron «centrales - periféricos», con responsabilidad nacional.
- Las «estrategias de reforma», fueron «centralizadas» y «burocráticas».
- El modelo de «profesionalismo docente», fue el de «técnico - ejecutor».
- La educación se orientó hacia el futuro y el cambio.
- La visión de la ciencia fue interpretativa; teórica y experimental.
- El diseño curricular se basó en las disciplinas científicas (su estructura conceptual y metodológica) y la selección y organización de los contenidos, en su estructura lógica (se tomaron las ideas - ejes fundamentales de una ciencia y su secuencia).
- Los contenidos se diseñaron jerárquicamente (acorde a niveles de complejidad creciente: de los simples, de orden inferior (prerrequisitos lógicos y psicológicos) a los complejos, de orden superior.
- Los objetivos se definieron en términos de competencias intelectuales.
- La selección y organización de las actividades se basó en los procesos de las ciencias (el método, los procedimientos y las técnicas experimentales).
- La finalidad del trabajo de laboratorio fue el redescubrimiento.

3 LAS CRÍTICAS A LA NGP: LOS AÑOS 70 Y 80

3.1 Algunas críticas sociales

En la década de los 70, la sociedad norteamericana había olvidado los éxitos científico-tecnológicos (como la llegada a la Luna), y estaba sensibilizada por una frustración internacional (la Guerra de Vietnam) e influida por otros acontecimientos negativos tales como la situación económica interna (elevada inflación y consecuencias sobre el desarrollo industrial) y los temores a una guerra nuclear.

Esto condujo al ciudadano promedio a cuestionar, por un lado, el papel y objetivos de la escuela, respecto de los cuales se inició una corriente de «vuelta a lo básico» y, por otro, las grandes inversiones estatales relacionadas con la NGP -particularmente los destinados a una élite intelectual-. Se hizo hincapié, además, en la necesidad de eva-

luar esos proyectos. El gobierno respondió con una restricción presupuestaria al sector educativo, e incluso, suspendió fondos para la formación docente durante el bienio 1975-1976 (Gutiérrez, 1987).

3.2 Algunas críticas filosófico - políticas a la NGP y su posterior evolución

Como dijimos, la NGP en los EE.UU. y en el R.U. pretendió capitalizar jóvenes con aptitudes científico - tecnológicas especiales. En los EE.UU. la existencia de una masa crítica de recursos humanos preparados y los resultados de los proyectos -juzgados como inferiores a los esperados- condujeron a sectores sociales a pensar en la necesidad de rever las políticas educativas enfocadas desde marcos ideológicos diferentes.

En el R.U. el «modelo central - periférico», la «reforma centralizada», la «metáfora docente de técnico - ejecutor» originaron problemas. Surgieron críticas de quienes consideraban a las escuelas con funciones más igualitarias y menos selectivas e intentaban utilizarlas en el marco de objetivos educacionales más generales, esto es, desarrollar en los educandos otras habilidades, además de las relacionadas con la educación científica. En consecuencia el Consejo de Escuelas y la Asociación para la Enseñanza de las Ciencias implementaron, durante los años 70, «modelos periféricos - centrales» (Becher, 1980); y «estrategias de reforma descentralizadas», (Klafki, 1986) respondiendo a necesidades regionales que requieran una mayor participación de los docentes. Surgieron, así, algunos proyectos como el «Science Work», en West Sussex y el «Open Science», en Birmingham. Se hablaba ahora (Marco, 1987) de una «formación científica de amplia base». En 1985 la Royal Society emitió un documento -*La comprensión pública de la ciencia*- basado en encuestas y en la prédica del movimiento «Ciencia para Todos», base de nuevas propuestas que remarcaban el aprendizaje científico dirigido a todos y planteaban currículos (obligatorio hasta los 16 años) que brindaban una visión amplia y coordinada de la ciencia en relación con la sociedad.

A comienzos de los años 80, dos asociaciones docentes, la Asociación Nacional de Profesores de Ciencias (NSTA) en EE.UU. y la Asociación para la Educación Científica (ASE) en el R.U., comenzaron a cuestionar las orientaciones filosófico - políticas de la NGP, y produjeron documentos que, revisaban sus propósitos y señalaban la necesidad de nuevos desarrollos (Marco, 1987). La concepción ideológica que impulsaba estas críticas correspondió a lo que se dio en llamar estudios de «*Ciencia - Tecnología y Sociedad*» (C-T-S).

En el R.U. se desarrolló un proyecto nacional de enseñanza de las ciencias: el Secondary Science Curriculum Review (SSCR) obligatorio para todos los alumnos de 11 a 16 años. El proyecto reflejó la política educativa del gobierno nacional y el consenso político acerca de la necesidad de que todos los jóvenes estudiaran ciencia

(West, 1984). Con el propósito de obtener una aceptación masiva de sus objetivos se consultó a entidades y organizaciones externas al sistema educativo y se involucró, en su elaboración, a los profesores con el objeto principal de adaptarlos a la dinámica de trabajo.

3.3 Algunas críticas desde la Filosofía y la Sociología de las Ciencias a la NGP

Muchos autores (Ausubel, 1968, Trad. Cast. 1976; Yager Y Penick, 1983; Hodson, 1986; Trad. Cast. 1988) reconocieron virtudes en la NGP, pero señalaron también algunas falencias. Sus críticas fueron fecundas no sólo por su valor intrínseco sino porque a la vez coincidían con las nuevas Filosofías y Sociologías de las Ciencias (Kuhn, 1962, Trad. Cast. 1986; Lakatos, 1978, Trad. Cast. 1983; Feyerabend 1975, Trad. Cast. 1981; Toulmin, 1972, Trad. Cast. 1977).

Hodson (1986, Trad. Cast. 1988), por ejemplo, sistematiza las objeciones originadas desde esta perspectiva teórica del siguiente modo:

- Una concepción empírico - inductivista de la metodología científica, basada en la adopción de un único método que omite algunas fases creativas del trabajo de investigación (la de emisión de hipótesis y la del diseño personal de experimentos).
- Una concepción debatible de la ciencia, pensada como un conjunto de verdades absolutas con actividad neutral, y de los científicos, entendidos como personas objetivas, poseedoras de una metodología infalible.
- Credibilidad en el «modelo de aprendizaje por descubrimiento» (con algunos efectos nocivos como las concepciones epistemológicas incorrectas y el desarrollo de actitudes negativas hacia las ciencias).

3.4 Algunas críticas a la nueva generación de proyectos desde la psicología

Los fundamentos psicológicos de la NGP fueron las concepciones **conductistas** de la personalidad y del aprendizaje tomadas de diversos autores (Aranega, 1986); pero fue Skinner quien sintetizó conceptualmente los enfoques epistemológicos **empiristas** del conocimiento y las interpretaciones **asociacionistas** de la conducta. Su obra marcó el inicio de una nueva visión psicológica y educativa.

Sus contribuciones fueron completadas por autores que influyeron más directamente en la NGP y que pusieron énfasis en el aprendizaje de habilidades, destrezas y procesos científicos como cadenas de conductas observables, transferibles a distintas áreas, independientemente de los contenidos. Un ejemplo de ellos es Gagné (1965), cuyos aportes inspiraron, entre otros, el «Science- A Process

Approach», para el nivel primario.

La psicología fue una disciplina que, a partir de su desarrollo, se convirtió en fuente de críticas y dio origen a nuevos enfoques curriculares y líneas de investigación en la DC. Así es que en materia de fundamentos psicológicos del aprendizaje, la concepción **conductista** fue reemplazada por la **cognitiva** —con aportes realizados desde distintos países:

- En la U.R.S.S., la teoría pavloviana (que incidió en el **conductismo**) empezó a ser discutida por quienes estudian los procesos mentales. Los trabajos de Vygotskii (1934 Trad. Cast. 1979; 1939, Trad. Cast. 1979), inicialmente rechazados por el gobierno y conocidos muy posteriormente en Occidente, dieron origen a las posiciones cognitivas (Escuela Rusa).
- En Francia se realizaron aportes desde la psicología evolutiva. Cabe señalar la influencia de Piaget, cuyos primeros estudios datan de la década del 20, a los que se suman investigaciones posteriores (Escuela de Ginebra).
- En E.E.UU., la concepción **cognitiva** fue muy resistida y cualquier modificación al **conductismo**, era ridiculizada (Novak, 1988 a). Recién con algunos estudios sobre el aprendizaje, especialmente los de Bruner (1966, Trad. Cast. 1972.) y Ausubel (1968) se inició el cuestionamiento a esta concepción.

Respecto de la noción de "cognitivism", Rivière (1987, pp. 21) señala que "...lo más general y común que podemos decir de la Psicología Cognitiva es que refiere la explicación de la conducta a entidades mentales, a estados, procesos y disposiciones de naturaleza mental, para los que reclama un nivel de 'discurso propio'".

Estos enfoques generaron un nuevo concepto de la personalidad y la construcción del conocimiento humano y científico. Así, plantearon que las conductas observables no son las relevantes para la comprensión de los procesos cognitivos y que éstos no se desligan de los conceptos. Estos planteos ayudaron, sin duda, a comprender algunos fracasos de la NGP.

4 ALGUNAS EVALUACIONES DE LA NGP EN LOS EEUU

Desde 1965, y en el marco de la «Guerra contra la Pobreza», se diseñaron y adjudicaron fondos apoyados por todo el país a Programas Sociales de salud y educación para los más necesitados, orientados a desarrollar la «Gran Sociedad» (Stufflebeam y Shinkfield, 1985, Trad. Cast. 1987).

Estos hechos, junto con la necesidad de evaluar los resultados de la NGP, condujeron a la creación del Comité Nacional de Evaluación y al nacimiento de la «Investigación Evaluativa» (evaluación de programas o proyectos

sociales y educativos).

La NSF, presionada por el Congreso comenzó a estudiar el impacto e implementación de la NGP entre 1955 y 1975. En esta línea se realizaron tres evaluaciones (Gutiérrez, 1987). Dos con «metodologías cuantitativas» y otra, con «cualitativas» (Peme - Aranega, 1996).

La primera analizó el impacto a partir de la literatura científica producida —unos 6.000 documentos— y concluyó que el impacto, respecto de la metodología y las interacciones investigadores - docentes, había sido positivo (Hegelson, Blosser y Rowe, 1977).

La segunda estudió datos aportados por personas involucradas en la enseñanza de las ciencias (más de 8.000, de 400 escuelas públicas) y concluyó, también, que la metodología y su implantación en las escuelas había sido positiva (Weiss, 1978).

La tercera utilizó el «estudio de casos», en donde analizó 11 escuelas secundarias seleccionadas y las equivalentes primarias. Las conclusiones a las que arribó acerca del impacto de la NGP fueron menos positivas, lo que remarcó la distancia entre sus diseños y la concreción áulica (Stake y Easley, 1978).

La diferencia en las evaluaciones puso en duda los efectos de la NGP y preocupó a la comunidad científica acerca de que metodología a emplear en la «Investigación Evaluativa».

5 EVOLUCIÓN DE NUEVOS PROBLEMAS: ESTADO ACTUAL DE LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

Dentro de los nuevos problemas que enfrenta la DC podemos diferenciar: a) los temas - lo que Gowin llama «dominio conceptual» (Gowin, 1970)-, desde el *desarrollo* -o *innovación*- y desde la *investigación*; y b) las metodologías -«dominio metodológico»- utilizadas para estudiar dichos problemas de *desarrollos* -o *innovaciones*- y de *investigaciones*.

Consideramos que el *desarrollo* se diferencia de la *investigación*. Pero, en un área nueva como la DC, con un campo disciplinar aún por delimitar y un origen tan ligado al *desarrollo curricular*, la interrelación entre ambos es muy estrecha. Las discusiones acerca de los límites son, en cierta forma, traslaciones de lo que pasa en otros campos. Por eso mismo creemos que distinguir temas y metodologías es suficiente para reconocer si la DC es una disciplina con un objeto de estudio y una metodología de abordaje, cualquiera sea su fuente de origen.

En la investigación en DC, se tiende a romper la brecha entre investigadores y docentes, esto es, la separación entre *teoría* y *práctica* (Aranega, 1995). Se producen nuevas situaciones que requieren estudio, a saber: a) la que hace a la interacción entre ambas comunidades, que, inicialmente separadas, posteriormente se relacionan en actividades de *desarrollo*, y finalmente tienden a confluir

en tareas de *investigación*, y b) la situación relacionada con la formación de ambas comunidades en los aspectos necesarios para enfocar problemas que, al principio y desde funciones diferentes -la investigación y la docencia- parecían tener de común sólo el tema. Posteriormente cada comunidad requirió una formación metodológica en aspectos complementarios, relacionados con la forma de interpretar la práctica, desde la *investigación* y la de estudiar los problemas, desde la *práctica*.

5.1 Los temas de la nueva problemática de la didáctica de las ciencias

Hasta mediados de la década de los años 70, la comunidad de trabajo en DC se había caracterizado por detectar necesidades, careciendo de una política de investigación, con lo cual resultaba conveniente determinar temas prioritarios. En consecuencia, el Instituto Nacional de Educación (NIE) solicitó a la Asociación Nacional para la Investigación en Enseñanza de las Ciencias (NARST) que estableciera esas líneas. En el congreso anual de la asociación, en 1975, la comisión presentó un informe donde priorizó los temas relacionados con las *características del profesor y las del alumno*. Ellas fueron consideradas por los miembros de la NARST, en 1976, y finalmente, en el Congreso de 1977, se priorizaron: a) *la aplicación de las concepciones cognitivas del aprendizaje y del desarrollo al proceso instructivo del aula* y b) *la conducta facilitadora del docente en cuanto al aprendizaje de las Ciencias*. La Asociación para la Educación de los Profesores de Ciencias (AETS) respaldó las propuestas de la NARST, adhiriendo al cognitivismo, en el Anuario (Yearbook) de 1980. (Gutiérrez, 1987).

La Tesis Doctoral de Viennot de 1976, su publicación en 1979, así como los trabajos de Driver y Easley (1978) fueron trazando líneas referidas al tema de las *preconcepciones de los alumnos* -*conceptos previos, esquemas conceptuales alternativos, teorías ingenuas, "schemata", ciencia de los niños, representaciones* (que nosotros llamamos *marcos o concepciones alternativas*)-. Así es que se escribieron numerosos artículos, se presentaron trabajos a congresos, se realizaron simposios (por ejemplo, el Simposio Internacional sobre preconcepciones en Matemáticas y en las Ciencias Fáticas, Cornell, 1983) acerca de esta temática estudiada en el área de Física (Hierrezuelo y Montero, 1989), y en menor medida en las de Química y Biología.

Este tema se extendió al estudio de las *concepciones alternativas de los docentes*. Es posible ver en representantes de las nuevas concepciones epistemológicas derivadas de la Filosofía y Sociología de la Ciencia fuentes inspiradoras de las investigaciones sobre esta temática.

Otro tema (más teórico, simultáneo primero y con un pico a mediados del 80) se relaciona con los *modelos explicativos de esas concepciones* y sus cambios en relación con el constructivismo. (Moreira, 1994). Este enfoque, fundamentado en enfoques psicológicos y epistemológicos

estudia la forma en que se construyen ideas acerca del funcionamiento del mundo. Estas formas varían en las personas, en los grupos y en el tiempo. Epistemológicamente hablando, dicho enfoque es opuesto al positivismo, sustentador de un realismo filosófico que ve una correspondencia unívoca entre el funcionamiento del mundo real y su conocimiento. Por ello es que Novak (1988 a, y b) señala que se requiere una «nueva síntesis» que integre los enfoques educativos.

Algunos *modelos explicativos* se limitaron a una caracterización de las *concepciones* (El "constructivismo" de Driver y Easley, 1978; el "aprendizaje generativo" de Osborne y Wittrock, 1983, 1985). Otros, se extendieron más allá: «*teoría del cambio conceptual*» (Posner, Strike, Hewson y Gertzog, 1982); «*del cambio conceptual y metodológico*» (Gil Pérez y Carrascosa, 1985) y «*del cambio conceptual, metodológico y actitudinal*» (Gil Pérez, 1986; Gil Pérez, Carrascosa, Furió y Martínez Torregrosa, 1991). La discusión acerca de los *modelos explicativos* (Criscuolo, 1987; Cubero, 1988, 1994) es otra *temática* importante de investigación.

El *tema* del pensamiento del profesor incluye: a) sus *creencias y teorías personales* (Porlán, 1986, 1987 y 1989); y b) sus *estrategias, procedimientos y actividades didácticas* (Porlán, 1989; Gil Pérez, 1994). En relación con él apareció el *tema* de las *concepciones de los docentes*, ya fueran de orden *didáctico* (Whelung y Charters, 1969; Pérez Gómez y Gimeno Sacristán, 1992), *epistemológico* (el primero de Cotham y Smith, 1981; entre los últimos, Gil Pérez, Colombo y Salinas (1993); Thomas, Cruz, Martins y Cachapuz, 1996) o *de ambos tipos* (el pionero: Pope y Scott, 1983 -trad. cast. 1988-; otros posteriores: Calatayud y Gil Pérez, 1993; Mellado Jiménez, 1996; Porlán, 1989). -Un estudio más detallado acerca de estos puntos se planteó en Peme-Aranega, Gerbaudo, Ferreyra de Rubio y Echevarrieta, 1997. La autora del presente trabajo dirige, además un Proyecto de Investigación sobre este *tema*.

También surgieron investigaciones que analizaban su *incidencia en la forma de planificar y orientar el proceso de enseñanza*, en general, y *de las Ciencias*, en particular (Hewson y Hewson., 1987, Porlán, 1994, Gil Pérez, Navarro y González, 1993).

Otra esfera de *temas* de la nueva problemática (Moreira, 1994) se relacionó con la *transferencia* —de los resultados del estudio de las *problemáticas* anteriores— a la *solución de situaciones concretas*, como:

a) el *diseño curricular* (Driver, 1988, Driver y Oldham, 1988).

b) la *elaboración de estrategias didácticas o de instrucción*, como por ejemplo la "enseñanza por investigación dirigida, a partir de problemas" interesantes para los alumnos (García y García, 1989; Gil Pérez, 1993; Gil Pérez, Carrascosa, Furió y Martínez Torregrosa, 1991; Porlán, 1993, por citar sólo algunos). Estas *estrategias* se emplean, en sentido amplio, en la construcción de todo el conocimiento científico (Gil Pérez, esp. 1994) y en sentido más

limitado, en la construcción de ese conocimiento en contextos específicos: el laboratorio (Gil Pérez y González, 1993; Gil Pérez, Navarro y González, 1994), los trabajos prácticos (Hodson, 1986 -trad. cast. 1988-).

c) el *diseño de recursos y materiales* -mapas conceptuales y la V de Gowin (Novak y Gowin, 1984 -trad. cast. 1988-). No trataremos aquí estas aplicaciones.

La Filosofía de las Ciencias, por su parte, incidió en el estudio histórico de los conocimientos. Ello, sumado a las investigaciones sobre las *concepciones alternativas* y sus *teorías explicativas*, condujo un *tema* que implica la introducción de la *Historia y la Filosofía de la Ciencia*, en los currículos (Moreira, 1994). La *temática*, fue tratada por muchos autores, incluso como instrumento útil para el «*cambio conceptual, metodológico y actitudinal*» (Gagliardi, 1986, 1988; Gagliardi y Giordan, 1986; Matthews, 1990, 1994).

Algunos Proyectos de la NGP en el R.U. fueron de *Ciencia Integrada*. Ello originó, al inicio una tendencia favorable a la integración que culminó en publicaciones (UNESCO, 1971-1974) que incluyeran innovaciones curriculares con dicho enfoque. Posteriormente, sin embargo, se produjeron divergencias respecto a la conveniencia de elaborar diseños curriculares en torno a ejes integradores o diseños curriculares de disciplinas científicas separadas. Desde cada posición se esgrimieron fundamentos importantes. No obstante ello, las concepciones intermedias originaron Diseños Curriculares de Ciencia Combinada, de Coordinación, de Interdisciplinariedad, de Globalización, etc. Prueba de la vigencia del *tema* son reuniones organizadas para debatirlo en el marco de reformas educativas (*Infancia y aprendizaje*, 1994, 65)

La *Educación Ambiental* es un eje integrador (Aranega, Randazzo y De Longhi, 1984; De Longhi y Aranega, 1990; Aranega y De Longhi, 1990, 1993); otro, también considerado actualmente, es la *Educación para la Salud*. Relacionado con esta última, se encuentra la *temática* (considerada de investigación por Gil Pérez, 1994, Moreira, 1994) que busca relacionar la DC con otros aspectos sociales, históricos y políticos, esto es, el movimiento *Ciencia, Tecnología y Sociedad*.

Otro *tema* (Gil Pérez, 1994; Moreira, 1994), transferido de la Psicología a la DC es el estudio de las *actitudes de alumnos y docentes hacia la Ciencia y su aprendizaje* (Las raíces pueden encontrarse en Yáger y Penick, 1986; se continúa estudiando desde distintas concepciones psicológicas y en relación con distintas disciplinas, por ejemplo, Schibece, 1984; Serrano, 1987, 1988; Solbes, 1990).

Finalmente, la *temática* del *discurso en el aula* recién se inicia. Algunas *investigaciones* relacionan discurso - contenido - significado y estudian el "proceso discursivo de construcción del conocimiento áulico" (Contreras, 1989; De Longhi, 1994).

5.2 Las metodologías de abordaje a las nuevas problemáticas de la DC

Una *problemática metodológica* que surgió en la DC -y en la *Investigación Evaluativa*- se relaciona con la discusión acerca de cuáles son las metodologías más adecuadas para investigar distintos problemas: las apoyadas en el paradigma **empírico - analítico**, o las que recurren al **simbólico - interpretativo o crítico**.

Esta polémica surgió durante la evaluación de la NGP en EE.UU y condujo a la comunidad científica internacional que trabajaba en la DC -esencialmente integrada por especialistas provenientes de las facultades de ciencias puras: Física, Química, Biología y Geología, como así también Matemáticas, en las que el **paradigma empírico - analítico** constituía el soporte de toda la investigación- a llevar a cabo una «apertura» llamada «*epistemológica - metodológica*» (Gutiérrez, 1987).

En la actualidad se utilizan **metodologías** también **cualitativas**, algunas de ellas apoyadas en un nuevo **paradigma** emergente, el **crítico**, con sus supuestos y fundamentos (Peme- Aranega, 1996). Bajo éste se desarrollan distintos «*modelos*» de investigación, el más conocido de los cuales es la «*investigación - acción*», que abre una nueva perspectiva en los aspectos metodológicos, filosóficos y políticos.

6 HACIA LA CONSOLIDACIÓN DEL CARÁCTER EPISTEMOLÓGICO DE LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

Como se ha intentado demostrar, la DC tuvo su origen en la NGP. En sus comienzos tomó sus fundamentos teóricos directamente de otras disciplinas humanísticas afines, por lo cual la evolución de ellas (especialmente la Psicología, la Filosofía y la Sociología de las Ciencias) incidieron en su desarrollo.

Las disciplinas (Física, Química, Biología, etc.) a las que pertenecían los investigadores que estudiaban problemas de enseñanza de contenidos científicos constituyeron otra fuente, así como la evolución de los **paradigmas** en que aquellos se asentaban para investigar los problemas.

La búsqueda de acercamiento entre especialistas de distintas áreas del conocimiento se volvió en una necesidad. Así es como la «*apertura interdisciplinaria*» y «*metodológica*» (Gutiérrez, 1987) condujo a la comunidad heterogénea que trabajaba en DC a plantear *problemáticas* reconocidas por el conjunto de miembros respecto a **temas** y a **metodologías**.

La DC se fue perfilando como «disciplina posible» (Aliberas, Gutiérrez e Izquierdo, 1989) y en la última década fue esbozando dos *finalidades* relacionadas con la elaboración de teorías y modelos: unos para comprender la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias, sus problemas y contradicciones; y otros que, a la luz de los proble-

mas detectados, ofreciesen alternativas de solución, esto es, *hipótesis curriculares fundamentadas* sujetas a experimentación y validación posterior.

Ahora bien, pensamos que para que adquiera un mayor status en tanto disciplina, la DC debería cumplir todavía otros requisitos, a saber:

- *Mejorar y superar el actual "cuerpo teórico fragmentado, pero convergente" (Aliberas, Gutiérrez e Izquierdo, 1989).*
- *Sistematizar la información teórica y empírica disponible.*
- *Generar nuevas "aperturas interdisciplinarias", profundizando relaciones existentes con la Sociología, la Comunicación, la Antropología y las Ciencias de la Educación.*
- *Desarrollar hábitos de réplica de metodologías, procedimientos, técnicas e instrumentos de investigación en la comunidad científica que trabaja en el área común pero en contextos diferentes.*
- *Establecer una comunicación más fluida entre los investigadores, cuya función específica es estudiar problemáticas de DC, y los docentes, cuya función es diseñar, implementar y evaluar soluciones para problemas concretos de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias en diversos contextos y niveles educativos.*

Estos requerimientos apuntan a conformar la DC como un área de trabajo interdisciplinar con un **objeto de estudio**: la interacción dialéctica entre el proceso de enseñanza y el de aprendizaje de un determinado objeto de conocimiento -las Ciencias- en un tiempo y espacio determinado -la realidad histórica, social y política-. La DC así constituida presenta diferentes dimensiones:

Teórica, según la cual se estructura sus fundamentos reelaborando conceptos de otras disciplinas y de la experiencia derivada de la práctica.

Normativa, según la cual se orienta y regula, de modo flexible, los procesos de enseñanza en relación con los aprendizajes de un objeto de conocimiento.

Práctica, según la cual se implementa *diseños curriculares* en situaciones concretas contextualizadas.

Investigativa e integradora, según la cual se estudia, analiza y evalúa de forma permanente la práctica concreta y la teoría que fundamentó su normatividad.

BIBLIOGRAFÍA

- Aliberas J., Gutiérrez R. Izquierdo M. (1989). «La Didáctica de las Ciencias: una empresa racional». *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (3), pp. 277-284.
- Aranega, C. P. de (1986). «Un marco teórico referencial para la Didáctica. Teorías psicológicas actuales y contemporáneas del aprendizaje». *Trabajos de Educación en Ciencias*, 7.
- Aranega, C. P. de (1993). «El problema de la comunicación conocimiento