

OPINIÓN

LA FORMACIÓN DE LOS PROFESORES DE CIENCIAS EN ARGENTINA.

UN REPLANTEAMIENTO NECESARIO⁽¹⁾.

ALBERTO MAIZTEGUI⁽ⁱ⁾; EDUARDO GONZÁLEZ⁽ⁱⁱ⁾;
HUGO TRICÁRICO⁽ⁱⁱⁱ⁾; JULIA SALINAS⁽ⁱⁱⁱⁱ⁾;
ANA PESSOA DE CARVALHO^(v); DANIEL GIL PÉREZ^(vi)

⁽ⁱ⁾Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina.

⁽ⁱⁱ⁾Escuela de Humanidades, Universidad Nacional de General San Martín. Buenos Aires, Argentina.

⁽ⁱⁱⁱ⁾Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán, Argentina.

^(iv)Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil.

^(v)Departamento de Didáctica de las Cs. Experimentales y Sociales, Universitat de Valencia. España.

INTRODUCCIÓN.

Argentina está viviendo una transformación global del sistema educativo semejante a la que ha tenido lugar, o está teniendo lugar, en muchos otros países de nuestro entorno cultural, en respuesta, entre otras cuestiones, a las necesidades del desarrollo socioeconómico.

Tras casi una década desde el inicio de la reforma en Argentina, pueden destacarse algunos avances -como, p.e., la ampliación del periodo de escolarización obligatoria o una nueva concepción del currículo, más abierto, flexible y fundamentado (Coll 1989)-acompañados de dificultades que merecen análisis y rectificaciones fundamentadas. En esa perspectiva, nuestro trabajo se centra en un aspecto, la formación de los docentes, considerado central en los procesos de reforma curricular (Anderson y Mitchener 1994; Mumby y Russell 1998).

Nuestro propósito, más concretamente, es tomar en consideración las contribuciones de la investigación educativa para analizar la situación de la formación del profesorado de ciencias para la educación básica y secundaria en Argentina y fundamentar propuestas que permitan impulsar su necesaria mejora como elemento clave en la renovación curricular en curso.

Como indica el título de este trabajo -"La formación de los profesores *de ciencias* en Argentina"- nuestras aportaciones se centran en un dominio específico, el de la educación científica, que es el de nuestra formación y campo de trabajo. Somos conscientes, no obstante, de que muchas de las cuestiones que vamos a debatir en torno a la formación de los profesores de ciencias afectan a los docentes de cualquier área.

⁽¹⁾ Este trabajo fue presentado en el II Congreso Iberoamericano de Educación en Ciencias Experimentales. Llevado a cabo entre el 5 y el 8 de Septiembre de 2000, en Córdoba, Argentina.

El título del trabajo no expresa, pues, un intento de compartimentalizar una problemática -la formación del profesorado- que entendemos debe abordarse, en bastantes aspectos (estructurales, organizativos...), desde una perspectiva general, sino reconocer que nuestros análisis, propuestas y fundamentaciones se derivan, en general, como reflejan las referencias bibliográficas, de trabajos realizados en el campo de la didáctica de las ciencias. Estamos convencidos, sin embargo, **de que** al analizar la formación de los docentes de otras áreas, pueden obtenerse conclusiones similares a las que aquí se avanzan.

1. EL PORQUÉ DE LAS ACTUALES REFORMAS DE LOS SISTEMAS EDUCATIVOS.

La tradicional importancia concedida a las inversiones en educación para hacer posible el desarrollo *futuro* de un país, ha dejado paso al convencimiento de que la formación general -y, en su contexto, la alfabetización *científica* de todos los ciudadanos y ciudadanas- ha pasado a constituir una exigencia *urgente*, un requisito para el desarrollo inmediato.

Así lo ha entendido, p.e., la Administración USA, que ha convertido el esfuerzo en educación en su primera prioridad, y así se afirma, desde la primera página, en los National Science Education Standards, auspiciados por el National Research Council (1996): "*En un mundo repleto de productos de la indagación científica, la alfabetización científica se ha convertido en una necesidad para todos*". No es extraño, por ello, que se haya llegado a establecer la analogía entre la alfabetización básica iniciada el siglo pasado y el actual movimiento de alfabetización científica y tecnológica (Fourez 1997).

Junto a esta creciente importancia concedida a la educación científica, nos encontramos, sin embargo, con un grave fracaso escolar, acompañado de un creciente rechazo de los estudios científicos y de actitudes negativas hacia la ciencia (Simpson et al 1994; Giordan 1997). Estos decepcionantes resultados, que afectan tanto a la enseñanza secundaria como a la universitaria -por no mencionar a la primaria (Merino 1998)- se han convertido en un motivo de seria preocupación que no puede despacharse con explicaciones simplistas (basadas, p.e., en una supuesta "incapacidad" de la mayoría de los estudiantes) sino que ponen en evidencia graves deficiencias de la enseñanza que vienen siendo

señaladas desde hace tiempo (Yager y Penick 1983; Porlán y Martín 1994).

El reconocimiento de la importancia de la educación científica y las dificultades encontradas para su extensión a la generalidad de los futuros ciudadanos y ciudadanas (Simpson et al 1994; Giordan 1997) ha impulsado la investigación en torno a la educación científica y tecnológica, que se ha convertido, según ha valorado la American Association for the Advancement of Science, en una de las áreas estratégicas de la investigación científica. De hecho, los logros de esta investigación en apenas dos décadas han sido realmente impresionantes, como evidencian, p.e., los dos Handbooks ya publicados (Gabel 1994; Fraser y Tobin 1998). Como ha afirmado Hodson (1992) "*Hoy ya es posible construir un cuerpo de conocimientos en el que se integren coherentemente los distintos aspectos relativos a la enseñanza de las ciencias*".

La comunidad de educadores en ciencias dispone, pues, de un cuerpo de conocimientos con el que pueden abordarse eficazmente los problemas que plantea el proceso de enseñanza / aprendizaje de las ciencias. Ahora bien, ¿en qué medida toda esta investigación ha sido aprovechada por los profesores y ha dado lugar a una mejor educación?

Hemos de reconocer que comienza a detectarse un sentimiento de frustración entre los investigadores, los diseñadores y responsables de las reformas curriculares inspiradas en los hallazgos de la investigación y entre aquellos profesores que confiaban en dichas transformaciones para hacer frente a las crecientes dificultades de su tarea (Gil, Furió y Gavidia 1998). Ello refuerza, además, el rechazo de quienes, por diversas razones se han venido oponiendo a las reformas.

Es preciso señalar que esta decepción revela la persistencia de una visión bastante simplista de los cambios curriculares... que quizás muchos compartíamos: la idea de que bastaría presentar a los profesores y profesoras las nuevas propuestas, fundamentadas en investigaciones rigurosas, para que dichas propuestas fueran aceptadas y aplicadas (Briscoe 1991; Bell 1998). La reciente investigación sobre formación de los profesores ha cuestionado ésta y otras optimistas (pero ingenuas) expectativas, obligando a replantear a fondo las estrategias de innovación curricular y de la formación docente.

2. DIFICULTADES DEL CAMBIO CURRICULAR Y FORMACIÓN DE LOS DOCENTES.

Para comprender las dificultades del proceso de reforma en Argentina y otros países con procesos similares, en lo que se refiere a la apropiación por los profesores de las nuevas propuestas curriculares y orientaciones educativas, es preciso remitirse a las aportaciones de la investigación en este campo.

Una de las críticas fundamentales que se ha hecho a los procesos de renovación curricular ha sido la escasa atención prestada, hasta prácticamente los años 90, al papel jugado por los docentes en dicho proceso. Ello podría explicar, como sostienen Anderson y Mitchener (1994), la escasa efectividad de los esfuerzos de renovación curricular que se han venido realizando durante las últimas décadas.

Podemos referirnos, a ese respecto, a la repetida constatación de marcadas diferencias entre lo perseguido por los diseñadores de currículos y lo que realmente los profesores llevan a la práctica (Cronin-Jones 1991). Han sido estas diferencias las que han llamado la atención sobre la influencia que los profesores ejercen en el proceso de implementación curricular y sobre la necesidad de un mejor conocimiento de dicho proceso. Porque no se trata simplemente de elaborar cuidadosamente los nuevos materiales y de organizar cursos para difundir las nuevas propuestas: ambas cosas se han hecho en el caso de las actuales reformas -también en Argentina-, dando lugar a una abundante literatura, ampliamente difundida, y a un gran número de cursos, por los que han pasado miles de profesores... con resultados que muchos han considerado decepcionantes.

Nos apresuramos a señalar que esta decepción no se ha producido únicamente en el caso argentino. Como ya señalaba Briscoe (1991), refiriéndose a la experiencia norteamericana, cada año son muchos los profesores que participan en seminarios o asisten a cursos con la intención de perfeccionarse profesionalmente y que cuando reanudan sus clases están dispuestos a utilizar las nuevas técnicas, los nuevos materiales curriculares, las nuevas formas de favorecer la creatividad y el aprendizaje de sus alumnos. Sin embargo, muchos de estos docentes se encuentran, antes de que puedan darse cuenta, enseñando de la misma forma como lo habían hecho siempre, adaptando los nuevos materiales o técnicas a los patrones tradicionales. Se genera así una lógica

frustración y decepción al percibir que las cosas no han funcionado mejor que los años precedentes a pesar de las nuevas y prometedoras ideas.

¿Cuáles pueden ser los motivos de esta falta general de efectividad? De forma muy sucinta, nos referiremos a tres causas señaladas por los investigadores:

- Las serias limitaciones de los esfuerzos de innovación puntuales.

La falta de efectividad que ha afectado a la generalidad de los actuales procesos de renovación no es necesariamente debida a que las innovaciones contempladas carezcan de interés, sino que pone en evidencia que un modelo de enseñanza es algo más que un conjunto de elementos yuxtapuestos e intercambiables: constituye una estructura dotada de una cierta coherencia y cada uno de sus elementos viene apoyado por los restantes (Viennot 1989; Gil 1991; Gil et al 1999). Se ha empezado así a comprender que los esfuerzos de innovación en la enseñanza de las ciencias realizados estas últimas décadas pierden gran parte de su capacidad transformadora si quedan en aportaciones puntuales, desligadas, como las que se contemplan, a menudo, en los cursos de "perfeccionamiento" docente. Así, por ejemplo, los investigadores han llamado la atención sobre la necesidad de acompañar las innovaciones curriculares con cambios similares en la evaluación (Linn 1987). Si la evaluación sigue consistiendo en ejercicios para constatar el grado de retención de algunos conocimientos "conceptuales", éste será para los alumnos el verdadero objetivo del aprendizaje y poco importarán las innovaciones introducidas o los objetivos enunciados.

Señalemos, a este respecto, que buena parte de los cursos de formación para docentes en activo realizados en Argentina, Brasil, España, etc., en el marco de las reformas, ha incurrido en ese defecto de los tratamientos puntuales; pero es cierto, también, que se han hecho muchos esfuerzos para ofrecer programas de formación más globales, que han intentado recoger las principales aportaciones de la investigación educativa. Dichos cursos han producido resultados de indudable interés, pero han resultado insuficientes, en términos generales, para lograr la incorporación de los profesores a las nuevas orientaciones (Jiménez-Aleixandre y Sanmartí, 1995). Ello nos remite a la segunda causa, señalada en la literatura, del fracaso de muchos esfuerzos de renovación curricular, que

ha afectado también, pensamos, al proceso de reforma argentino.

- La incidencia de las concepciones del profesorado.

Como ha mostrado, entre otros, Cronin-Jones (1991), los diseñadores de currículos no suelen tener en cuenta la fuerte influencia de las concepciones de los profesores en el proceso de implementación curricular. Dicho en forma positiva, para emprender un replanteamiento global de la enseñanza de las ciencias se precisa cuestionar concepciones docentes cuya importancia en la actividad docente puede ser tan relevante o más que las preconcepciones de los alumnos en el aprendizaje de las ciencias (Hewson y Hewson 1987). En efecto, comienza hoy a comprenderse que los profesores tenemos ideas, actitudes y comportamientos sobre la enseñanza debidos a una larga formación "ambiental" (en particular durante el periodo en que fuimos alumnos) que responde a experiencias reiteradas y se adquiere de forma no reflexiva, como algo natural, obvio, "de sentido común", escapando así a la crítica y ejerciendo una notable incidencia sobre nuestra labor docente (Gil 1991; Gil et al 1991; González 1999).

De hecho, el estudio de las "preconcepciones docentes" se ha convertido en una línea de investigación prioritaria, tanto en el campo de la enseñanza de las ciencias (Hewson y Hewson 1987; Porlán 1989 y 1993; Gil et al 1999; Bell y Pearson 1992; Désautels et al 1993; Guilbert y Meloche 1993; Hodson 1993; Mellado 1998; Fernández 2000) como en el de la educación en general. Pero aunque la consideración funcional de las ideas de los docentes constituye un requisito esencial para incorporar a los profesores al proceso de renovación curricular (Bell 1998), no es suficiente para lograrlo, debido, como ha mostrado la investigación, a una tercera causa del fracaso de las reformas educativas:

- La escasa efectividad de transmitir a los docentes las propuestas de los expertos para su aplicación.

Como ha indicado Briscoe (1991), es necesario que los profesores *participemos en la construcción* de los nuevos conocimientos educativos, abordando los problemas que la enseñanza nos plantea. Sin esa participación, no sólo resulta difícil que los profesores y profesoras hagamos nuestros y llevemos eficazmente

adelante los cambios curriculares, sino que *cabe esperar una actitud de rechazo o de malestar* que se apoya en problemas organizativos y sindicales o en ciertas preconcepciones docentes, como el temor al "descenso del nivel" que puede suponer la prolongación de la escolaridad obligatoria para nuevos sectores de la población. El resultado se traduce en un clima de resistencia (explícita o implícita) a las innovaciones.

Efectivamente, muchas veces los docentes se enfrentan ante un sistema de presiones (Garrett 1998) excesivas y contradictorias: entre otras, demandas permanentes de perfeccionamiento y mejora de la calidad, en condiciones laborales e institucionales lamentables. Los docentes se sienten agredidos por una falta de reconocimiento y por cierta culpabilización social por sus carencias (Sánchez Jiménez 1988), que son, en buena medida, el fruto de la formación que han recibido. Es quizás por eso que muchos de estos docentes se cierran ante las propuestas de reforma.

No se trata, sin embargo, de plegarse acríticamente a ese malestar, por más fundado que esté en algunos casos. Las propuestas de reformas responden a demandas culturales y políticas de gran importancia que las sociedades no pueden dejar de abordar sin riesgo de quedar al margen del proceso de cambios en marcha. Las dificultades que presenta esta expansión educativa y, muy concretamente, la desigualdad de su reparto social no deben ser un freno para la misma sino, al contrario, un motivo más para impulsarla (Pozo et al 1998).

En tal sentido, un requisito indispensable para el éxito de las transformaciones es, repetimos, favorecer el protagonismo efectivo de los docentes; ninguna reforma tendrá éxito, siquiera parcialmente, si es vista como algo impuesto, externo a la comunidad educativa que debe desarrollarla: es necesario contar con "la voluntad de cambiar" del docente (Ryan 1998). Muchas de las quejas o rechazos de los docentes, por encima de los legítimos reclamos salariales e institucionales, provienen de un sentimiento de no haber sido tenidos suficientemente en cuenta en el diseño del proceso.

Los resultados de la investigación apuntan también a la necesidad de que los planes de incorporación de los profesores a los cambios curriculares vayan más allá de su participación en algún curso, aunque se trate de un curso extenso y adecuadamente diseñado. En efecto,

aunque estos cursos son necesarios para lograr un cuestionamiento *inicial* de las prácticas habituales (es decir, de "lo que siempre se ha hecho"), convertir en connatural la práctica de las nuevas orientaciones exige un trabajo continuado para el que cada profesor ha de contar con el seguimiento y apoyo necesarios (Carnicer 1998). Eso es lo que ocurre en cualquier actividad con una mínima aspiración científica, y sólo la idea simplista –tan extendida socialmente– de que enseñar es algo esencialmente fácil, "para lo que basta poseer los conocimientos científicos y algo de experiencia", permite esperar que los cambios curriculares puedan lograrse con la elaboración de unos buenos materiales y la ayuda de algunos cursos para su difusión.

El problema, es preciso reconocerlo, es mucho más complejo y son necesarias acciones que incorporen a los docentes en tareas prolongadas de investigación e innovación (Gil Pérez y Pessoa de Carvalho 2000). Ello es algo que supera, sin duda, a lo realizado en el marco de reformas como la española, brasileña, argentina, etc., y ésta puede ser una razón de sus insuficiencias. Pero quisiéramos insistir en algo que nos parece fundamental: las reformas iniciadas en nuestros países, más allá de sus limitaciones y defectos, pueden convertirse en auténtica ocasión de progreso si dejan de contemplarse como acciones aisladas y puntuales, más o menos extensas pero cerradas, y pasan a ser consideradas como etapas de un proceso colectivo y global que, apoyándose en los resultados obtenidos y en los hallazgos de la investigación e innovación, precisará retoques y remodelaciones que exigen el compromiso –debidamente apoyado– de los docentes en el análisis de los problemas y en la elaboración y ensayo de propuestas alternativas.

3. ¿QUÉ FORMACIÓN DOCENTE SE PRECISA?

La necesidad de asociar las innovaciones educativas a una correcta formación docente aparece, según hemos visto, como la primera lección a extraer de las dificultades aparecidas en los procesos de reforma curricular. Podría pensarse que ello constituye un lugar común que, aparentemente, ha sido siempre tenido en cuenta. Así, como señalan Anderson y Mitchener (1994), en su revisión de la investigación acerca de la formación de los docentes de ciencias –publicada en el *Handbook of Research on Science Teaching and Learning* (Gabel 1994)–, "En la pasada década, cuando los promotores de la reforma educativa voceaban sus

llamamientos en pro de la mejora de la educación científica, habitualmente señalaban a la formación docente como el necesario punto de partida para la corrección y los cambios. Como resultado, la retórica acerca de la renovación de la formación docente ha ido creciendo en intensidad". Y Anderson y Mitchener se preguntan: "¿Qué clase de pensamiento y comprensión de la formación docente de ciencias ha producido tan abundante retórica? (...) Lamentablemente, mucho de lo dicho se ha basado en simples opiniones y creencias y se ha oído poco acerca de los resultados de investigaciones rigurosas en el campo de la enseñanza de las ciencias y de la formación docente de ciencias".

No basta, pues, con afirmar la importancia de la formación docente en los procesos de reforma. Para muchos, ello significa simplemente insistir en la preparación científica habitual, añadiendo unos cursos de Educación desligados de los contenidos científicos. Esta separación de los contenidos científicos y educativos se ha mostrado, sin embargo, muy poco eficaz. Como señala McDermott (1990), "El uso efectivo de una estrategia de enseñanza viene a menudo determinada por el contenido. Si los métodos de enseñanza no son estudiados en el contexto en el que han de ser implementados, los profesores pueden no saber identificar los aspectos esenciales ni adaptar las estrategias instruccionales –que les han sido presentadas en términos abstractos– a su materia específica o a nuevas situaciones". McDermott concluye, en consecuencia, con un rechazo de esta suma de formación científica y preparación docente independientes entre sí. Una crítica semejante ha sido realizada por numerosos autores (Pessoa 1988; Furió y Gil 1989; Villani y Pacca 1992; Salinas y Cudmani 1994; Viennot 1997...). Se hace necesario, pues, salir al paso de orientaciones como éstas que han mostrado ya sus limitaciones, pero que se han vuelto a utilizar en Argentina para la capacitación de los profesores de secundaria y de los mismos profesores de los Institutos de Formación Docente (IFD), encargados de la formación inicial de los docentes.

Feiman-Nemser (1990) ha intentado categorizar las distintas orientaciones sobre formación docente, con objeto de facilitar su análisis crítico y la toma de decisiones al respecto. Dichas orientaciones responden, en opinión de este autor, por una parte, a una cierta visión del proceso de enseñanza / aprendizaje y, por otra, a una concepción de cómo se aprende a enseñar. Distingue, así, cinco orientaciones básicas:

- La orientación *académica*, centrada en la adquisición de los conocimientos científicos a impartir.

- La orientación *práctica*, que presta atención a las destrezas de enseñanza y resalta la importancia de la experiencia en el aula como fuente principal de formación.

- La orientación *tecnológica*, cuyo objetivo fundamental es preparar profesores que puedan desarrollar las tareas de la docencia con eficacia, teniendo en cuenta los principios y prácticas que se derivan de un estudio científico de la enseñanza.

- La orientación *personal*, que concibe la formación docente, y todo acto de aprendizaje, como un proceso de aprender a comprender, acrecentar y utilizar el propio desarrollo personal.

- La orientación *crítica*, que concibe al educador como alguien que trabaja para vencer las desigualdades sociales, promover los valores democráticos en el aula y potenciar en los estudiantes el tratamiento grupal de problemas de interés.

Naturalmente, Feiman-Nemser caracteriza con mucho más detalle y fundamentación estas distintas orientaciones y se refiere, además, a los desarrollos experimentados por cada una de ellas. Así, p.e., menciona la revitalización de la orientación académica que tuvo lugar a partir de los trabajos de Shulman (1987), quien, de forma autocrítica, reconoce que los pedagogos parecen haber estudiado todos los factores que influyen en el acto educativo... a excepción del contenido a enseñar (j).

No podemos detenernos aquí en analizar las aportaciones y carencias de estas orientaciones y nos limitaremos a señalar que, en nuestra opinión, cada una de ellas resalta algunos aspectos básicos para la formación docente. ¿Cómo ignorar, p.e., la importancia de un buen conocimiento de la materia a impartir? La investigación ha mostrado que la falta de dicho conocimiento constituye, quizás, la principal dificultad para que los profesores afectados se impliquen en actividades innovadoras (Tobin y Espinet 1989). Pero, además, conocer la materia no se reduce a conocer los hechos, leyes y teorías que conforman el cuerpo de conocimientos científicos que suele impartirse en una facultad (Salinas 1999). Un buen conocimiento de la materia para un docente supone también, entre otros (Gil 1991):

- Conocer los problemas que originaron la construcción de dichos

conocimientos y cómo llegaron a articularse en cuerpos coherentes, evitando así visiones estáticas y dogmáticas que deforman la naturaleza del conocimiento científico. Se trata, en definitiva, de conocer la historia de las ciencias, no sólo como un aspecto básico de la cultura científica general, sino, primordialmente, como una forma de asociar los conocimientos científicos con los problemas que originaron su construcción, sin lo cual dichos conocimientos aparecen como construcciones arbitrarias. Se puede así, además, conocer cuáles fueron las dificultades, los obstáculos epistemológicos que hubo que superar, lo que constituye una ayuda imprescindible para comprender las dificultades de los estudiantes.

- Conocer las estrategias empleadas en la construcción de los conocimientos, es decir, conocer la forma en que los científicos se plantean y tratan los problemas, las características más notables de su actividad, los criterios de validación y aceptación de las teorías científicas...

- Conocer las interacciones Ciencia, Tecnología y Sociedad asociadas a la construcción de conocimientos, sin ignorar el carácter a menudo conflictivo del papel social de las ciencias y la necesidad de la toma de decisiones.

- Tener algún conocimiento de los desarrollos científicos recientes y sus perspectivas, para poder transmitir una visión dinámica, no cerrada, de la ciencia.

- Adquirir conocimientos de otras disciplinas relacionadas, para poder abordar problemas "puente", las interacciones entre distintos campos y los procesos de unificación.

Por otra parte, como ha señalado Viennot (1997), esta preparación científica no puede contraponerse a la preparación "pedagógica", sino que es preciso superar dicha dicotomía y reconocer la necesaria imbricación entre la reflexión educativa y la reflexión sobre el contenido disciplinar. No hay ninguna justificación, en definitiva, para desvalorizar ese contenido disciplinar, calificándolo de "academicista". Por el contrario, lo que debe denunciarse son aquellas visiones que reducen el conocimiento científico a formalismos abstractos, aproblemáticos y ahistóricos, atribuyéndole un carácter exclusivamente analítico, desligado de las implicaciones sociales, etc., etc. (Gil 1993; Salinas et al. 1995; Fernández 2000).

Nos hemos detenido en comentar lo que supone el conocimiento de la materia, para mostrar, a título de ejemplo, la importancia de lo que destaca la orientación "académica" de la formación docente. Ello obliga a un análisis detenido de la formación inicial de los profesores argentinos que abordaremos en el siguiente apartado. Aquí señalaremos, para terminar, que de una forma similar a como hemos hecho con la importancia del conocimiento de la materia, se puede poner en valor cada uno de los aspectos incluidos en las orientaciones a las que se refiere Feinman-Nemser. No se trata, pues, de elegir entre las mismas. Lo esencial, pensamos, es romper con cualquier visión simplista de la actividad docente a la hora de establecer las necesidades formativas de los profesores y la orientación a dar a dicha formación.

Por nuestra parte, centrándonos en nuestra área, hemos intentado establecer, a la luz de las aportaciones de la investigación educativa, cuáles son esas necesidades formativas de los profesores de ciencias (Gil 1991; Pessoa y Gil 1995; Cudmani et al. 1998). No podemos detenernos aquí en la consideración de dichas necesidades, que van desde un conocimiento *profundo* de la materia, a saber diseñar programas de actividades y todo lo que supone dirigir la actividad de los estudiantes. Tan sólo resaltaremos el papel esencial que juegan en dicha formación el conocimiento y análisis crítico del pensamiento docente espontáneo y la familiarización con el cuerpo de conocimientos teóricos que la investigación educativa ofrece hoy en torno a los problemas que plantea el proceso de enseñanza/aprendizaje de las ciencias.

Resulta esencial, en particular, salir al paso de visiones conductistas que contemplan cada "saber" o "saber hacer" como algo que puede adquirirse con un entrenamiento puntual, específico (Gimeno 1990), proporcionado desde fuera por los expertos, e insistir en el papel central que en el proceso de adquisición de los conocimientos -y, en definitiva, en toda la actividad docente- ha de jugar la actividad innovadora e investigadora de los profesores, es decir, su participación en la construcción de dichos conocimientos. Ello constituye, pensamos, el verdadero núcleo de una preparación docente adecuada -en el área de las ciencias o en cualquier otro campo-, en particular con vistas a su incorporación a las reformas educativas. Nos detendremos, para terminar, en algunas características que habría de poseer esta formación como piedra angular de los procesos de reforma. Comenzaremos refiriéndonos a la formación ini-

cial, que en Argentina posee unas características muy específicas.

4. LA FORMACIÓN INICIAL DE LOS PROFESORES ARGENTINOS.

El sistema de formación docente en la Argentina es, junto al de Uruguay, uno de los muy escasos en los que esa formación no compete, en general, a la Universidad. Efectivamente, dicha formación se realiza mayoritariamente en establecimientos específicos de nivel terciario, los institutos de Formación Docente (IFD), conocidos habitualmente como "Profesorados" (Tricárico, 1996).

Sin ignorar el papel jugado históricamente por estas instituciones (Maiztegui 1997), su definición de nivel terciario excluye, en la práctica, la vinculación de los responsables de la formación de los docentes al trabajo de investigación característico de una auténtica universidad. Pero esa vinculación aparece hoy como algo absolutamente necesario para dar respuesta a la importancia y complejidad que se le reconoce a la actividad docente, hasta el punto de que es difícil encontrar ejemplos de países en donde los profesores -incluidos los de nivel primario- no se formen en instituciones de carácter universitario.

Ello ha exigido, en ocasiones, procesos de transformación (como el experimentado en los años 70 por las Escuelas Normales españolas, para maestros de primaria) con períodos de adaptación más o menos largos, que han respetado los legítimos derechos de los profesores de dichas instituciones, hasta lograr el necesario nivel universitario de la formación docente.

Ahora bien, ¿cuáles son las propuestas para la formación docente contempladas en el actual proceso de transformaciones educativas en la Argentina? Básicamente son dos las modalidades contempladas: la posibilidad de formación en las Universidades y la articulación entre las instituciones formadoras de docentes y las universidades. En tal sentido las propuestas establecidas en los marcos legales y las normativas quedan sintetizadas en los siguientes apartados, extraídos de los Documentos para la concertación, Resolución 52/96 Consejo Federal de Cultura y Educación, Serie A-11, Bases para la organización de la formación docente:

- 2.3. La formación de los docentes para todos los niveles y regímenes especiales,

corresponderá al nivel superior no universitario y universitario.

- 2.4. Un primer criterio de organización académica diferencia la formación de los docentes del nivel inicial y del primero y segundo ciclo de la EGB, de la formación de los docentes de tercer ciclo de la EGB y de la educación polimodal.

- 2.5. La formación docente para el nivel inicial y para el primero y el segundo ciclo de la EGB tendrá lugar en instituciones de nivel superior no universitario y en universidades... La formación de docentes para el tercer ciclo de la EGB y para la educación polimodal...tendrá lugar en instituciones de nivel superior universitario o en instituciones no universitarias que acuerden convenios con universidades o que sean acreditadas específicamente ...

- 2.6. Con el fin de garantizar la calidad de la formación docente, todas las instituciones deberán cumplimentar los criterios establecidos en el Acuerdo A - 9, es decir:

- 2.6.3 la producción científica y académica del establecimiento y/o de sus directivos y docentes (desarrollos curriculares, de textos y materiales para la enseñanza, etc.), tomando en cuenta las posibilidades del contexto socioeconómico y cultural de la zona/región.

- 2.6.4. la producción pedagógica y didáctica de los directivos y docentes del establecimiento (desarrollos curriculares, de textos y materiales para la enseñanza, etc.), tomando en cuenta las posibilidades del contexto socioeconómico y cultural de la zona/región.

- 2.7.2. los contenidos disciplinares serán progresivamente compatibles a los de las carreras universitarias a los efectos de facilitar la articulación con los estudios universitarios correspondientes.

- 2.8. La formación docente para el tercer ciclo de la EGB y para la educación polimodal podrá articularse con los estudios de grado de las Universidades; para ello, el sistema universitario promoverá las medidas tendientes para que dicha articulación se concrete. Se dará cumplimiento, de esta forma, al art. 8 de la ley 24195 ("La etapa profesional de grado no universitario se cumplirá en los institutos de formación docente o equivalentes y...estará articulada horizontal y verticalmente con la Universidad").

También puede leerse en el Documento A - 14. Res. 63/97 CFCyE. Transformación gradual y progresiva de la Formación Docente Continua: La función promoción e investigación y desarrollo asociada a las formación y de actualización y perfeccionamiento, tiene el propósito de introducir la perspectiva y las herramientas de la investigación en el análisis de las situaciones cotidianas de las escuelas, como así también en el diseño, la implementación y la evaluación de estrategias superadoras.

Sin desconocer, naturalmente, el avance que dicha normativa supone en el proceso de transformación, nos atrevemos a opinar que las resoluciones incluidas proponen alternativas ambiguas e insuficientes. Es verdad que estos documentos incluyen criterios de calidad en diversos sentidos, demandando, por ejemplo, la producción didáctica y la investigación como exigencias para los Institutos de Formación Docente. Más aún, relacionan estas actividades con una interacción de los IFD con las universidades, pero, finalmente reducen dicha interacción a un formato de articulación. Pero dudamos seriamente que la simple *articulación* de los IFD con las universidades, por mejor impulsada que esté, llegue a permitir un cambio en la formación docente de la profundidad que la investigación educativa y la experiencia internacional han señalado como conveniente. No compartimos, pues, la opinión de que "a la universidad le corresponde ser un organismo académico y no 'meterse' en el sistema educativo" (Zona Educativa, junio de 1998). Naturalmente, tampoco propiciamos que sea la Universidad actual, tal como está conformada, la que se haga cargo de una tarea para la que no tiene medios ni está preparada. Los caminos sin duda serán múltiples, pero el criterio no puede ser otro, en nuestra opinión, que la *transformación* de los Institutos de Formación Docente en centros de características universitarias, de forma que los encargados de la formación docente puedan desarrollar su tarea vinculándola a la investigación en las condiciones de trabajo que posibilita una auténtica universidad.

No nos corresponde entrar aquí a especificar las medidas adecuadas para lograr esta transformación de los IFD; esa cuestión depende, sin duda, de razones complejas que las autoridades habrán de atender y resolver. Sí debemos insistir en que dicha transformación, para la que se requiere sin duda modificar algunas normativas y crear las condiciones materiales necesarias, a todos los efectos constituye un requisito imprescindible para una correcta preparación de

los futuros docentes, que ha de ser concebida —como hemos intentado fundamentar en el apartado 3— en íntima conexión con los aportes de la investigación e innovación en la didáctica de la propia disciplina.

Más aún: la formación de, p.e., los profesores de física habría de tener carácter de licenciatura, de nivel, exigencias y duración equivalente a la de cualquier otro físico. Enseñar una ciencia no es una actividad menos importante o menos exigente que trabajar en algún otro campo concreto, como estado sólido, física nuclear, etc. Ésta es, de nuevo, la tendencia general en los países de nuestro entorno cultural para la formación de los profesores de cualquier área.

Por otra parte, cabe pronunciarse contra la idea de profesor de área —introducida en reformas como la argentina o la española—, si por tal entendemos que un profesor ha de poder dar una pluralidad de materias (física, química, biología...) en las que es imposible adquirir una formación suficiente (Ver, a este respecto, Solbes y Hernández 1995 y los debates recogidos en la revista *Infancia y Aprendizaje*, Nº 65, de 1994, e *Investigación en la Escuela*, Nº 32, de 1997). Sin embargo es necesario también evitar transmitir una visión de las disciplinas como compartimentos estancos, por lo que cabe apoyar la idea de área, si por tal entendemos reconocer el interés y la posibilidad de un trabajo común de los profesores de Biología, de Física, de Química... para que cada cual pueda enseñar mejor sus propias materias y hacer posible el tratamiento de los problemas puente (Gil 1994).

Éstas son algunas ideas básicas, pensamos, para orientar la formación inicial de los profesores de ciencias. No basta, sin embargo, con la reforma de la formación inicial, sino que se precisa vincular la renovación curricular a un proceso de formación continuada. Abordaremos esta cuestión en el próximo apartado.

5. ESTRATEGIAS PARA LA INNOVACIÓN EDUCATIVA Y LA FORMACIÓN DOCENTE CONTINUA.

De acuerdo con los resultados proporcionados por la investigación en torno a ese indisoluble binomio que constituye el cambio curricular y la formación docente continua, la estrategia que parece potencialmente más fructífera consistiría en *implicar a los profesores en tareas de investigación/innovación para dar respuesta a los problemas de enseñanza y de aprendizaje de*

las ciencias que les plantea su actividad docente.

No se trata, claro está, de que cada profesor o grupo de profesores tenga que construir aisladamente, por sí mismo, todos los conocimientos elaborados por la comunidad científica, sino de proporcionarle la ayuda necesaria para que participe en la reconstrucción /apropiación de dichos conocimientos. Esta propuesta formativa puede describirse, más bien, con la metáfora de "los investigadores noveles" que, como es bien conocido, son capaces de realizar notables progresos en la medida en que investigan e innovan contando con el apoyo de expertos, es decir, de investigadores que conocen bien la problemática que han de abordar los "noveles" y que pueden darles la retroalimentación adecuada (sin recurrir a una inefectiva transmisión de los conocimientos, sino, al contrario, permitiéndoles replicar trabajos cuyos resultados, en buena medida, ya conocen los expertos).

Esta orientación de la formación docente exige contar con un número creciente de profesores capaces de favorecer la implicación de otros colegas en el tratamiento de los problemas que el proceso de enseñanza/aprendizaje de las ciencias plantea, es decir, capaces de dirigir la actividad de grupos de "investigadores noveles", al tiempo que ellos mismos siguen afianzando su formación y enriqueciendo su bagaje científico como miembros de una comunidad de investigadores / innovadores en didáctica de las ciencias, en la que se apoyan y a cuyo cuerpo de conocimientos contribuyen a su vez.

Más precisamente, dicha estrategia habría de poseer, entre otras, las siguientes características:

A) Ser concebida *en íntima conexión con la propia práctica docente*, como tratamiento de los problemas que dicha práctica plantea.

B) Favorecer la *vivencia* de propuestas innovadoras y la reflexión crítica explícita, cuestionando el pensamiento y comportamiento docente "espontáneos", es decir, cuestionando el carácter "natural" de "lo que siempre se ha hecho".

C) Aproximar a los profesores a la investigación e innovación en torno a los problemas de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias y, de este modo,

D) Facilitar su familiarización con el cuerpo de conocimientos específico de Didáctica de las Ciencias elaborado por la comunidad científica en este campo.

Esta estrategia de *formación colectiva con-*

tinua constituye, hemos de reconocer, un desideratum difícil de implementar. Lo ideal sería que existiera ya una tradición de trabajo docente colectivo, con equipos capaces de incorporar a las nuevas generaciones docentes y de facilitarles, a través del trabajo común, la formación necesaria (como ocurre en cualquier tarea con aspiración científica). Pero es obvio que hoy apenas existen tales equipos y que no pueden improvisarse ni constituirse "por decreto", cuando falta la tradición del trabajo científico (Porlán 1998). Por otra parte, las condiciones laborales vigentes de los docentes, no tienen en cuenta esta necesidad de trabajo colectivo como parte esencial de la tarea docente: los horarios lectivos recargados, p.e., constituyen una muy seria dificultad. Por ello, el establecimiento de una estructura plenamente efectiva de formación docente continuada ha de contemplarse como un objetivo a largo plazo (lo que no significa, ni mucho menos, posponer las acciones necesarias para lograrlo). Y por la misma razón no puede esperarse, a corto plazo, la plena efectividad de unas reformas educativas, cuya necesidad nadie discute hoy.

Lo que puede hacerse hoy día dista bastante, sin duda, de esta estrategia ideal de formación continua y de participación docente en la construcción de las nuevas orientaciones curriculares. Es preciso ser conscientes de ello, pero también es preciso tener claro cuál es el objetivo y plantear las acciones hoy posibles en esa perspectiva de creación de equipos docentes, integrados en la comunidad de investigadores e innovadores en didáctica de las ciencias.

Una cuestión clave, pues, es ver qué se puede hacer hoy y cómo optimizar los recursos disponibles para avanzar en la perspectiva correcta. En ese sentido son posibles muchas acciones, siempre que se planteen, insistimos, en una perspectiva de implicación de los profesores en el tratamiento de los problemas de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias relacionados con su actividad docente.

No podemos pasar aquí a analizar -ni siquiera a presentar resumidamente- estas distintas iniciativas posibles, pero creemos que merece la pena referirse brevemente a una de las acciones que consideramos potencialmente más fructíferas para optimizar los recursos humanos disponibles en nuestros países: la constitución de una *comunidad de "coordinadores de equipos docentes"* que incorpore a aquellos profesores y profesoras que, por su labor innovadora, sus investigaciones, etc., puedan realizar aporta-

ciones valiosas en la formación continuada de sus colegas y, fundamentalmente, servir de dinamizadores en la fase inicial.

El punto de partida de esta propuesta es el reconocimiento de que, independientemente de los impulsos oficiales, en todos los países se producen iniciativas de autoformación, de implicación en tareas innovadoras, etc., con las que una serie de profesores y profesoras adquieren una preparación y, sobre todo, una disposición para la renovación de la enseñanza, que puede ser de gran utilidad en un plan institucional de formación docente continua.

Se trataría, pues, en una primera fase, de involucrar a la comunidad científica en la organización y desarrollo de cursos (o, más propiamente, talleres) para aquellos profesores que disponen ya de una cierta base, con objeto de proporcionarles la ocasión de un trabajo colectivo de una cierta profundidad en torno a la renovación de la enseñanza y en torno a la formación docente continua.

Estos talleres habrían de diseñarse muy cuidadosamente, con un claro hilo conductor y con la duración suficiente para permitir a los asistentes:

- apropiarse colectivamente de las aportaciones de la innovación e investigación educativa de la propia área,
- poner en común sus experiencias y
- llegar a conformar una comunidad cohesionada, capaz de cooperar eficazmente en los procesos de renovación curricular y en las tareas de formación docente continua.

Esta propuesta se inspira en las experiencias de "formación de formadores" llevadas a cabo en algunos países, con resultados, en general, positivos, tanto en lo que se refiere a la preparación adquirida por los asistentes a dichos cursos como, sobre todo, al papel que han desempeñado después en los programas de formación docente permanente. Es preciso llamar la atención, sin embargo, contra una interpretación de este proyecto como una simple transmisión de propuestas "en cascada" o como la creación de una nueva figura burocrática. Insistimos en que el objetivo es potenciar la formación de equipos docentes interconectados (es decir, que formen parte de una auténtica comunidad científica) capaces de abordar colectivamente los problemas que plantea el proceso de enseñanza/aprendizaje de su área. Se trata de favorecer la preparación de coordinadores voluntarios en torno a los cuales puedan

cohesionarse equipos docentes y que, además, puedan contribuir a la preparación de nuevos coordinadores.

Ésta es, en resumen, la idea esencial de la propuesta que la investigación realizada hasta aquí parece apoyar: comenzar potenciando a profesores que posean ya una cierta preparación y, sobre todo, una buena disposición, poniéndoles en situación de apropiarse activamente —como investigadores noveles— del cuerpo de conocimientos disponible hoy en el campo de la didáctica de las ciencias (o del área de que se trate) preparándoles al propio tiempo para jugar el papel de orientadores de futuros "investigadores noveles".

Para concluir, sería conveniente insistir en que cualquier proceso de capacitación de calidad requiere de unos contextos apropiados: la tarea docente no consiste exclusivamente en estar ante los estudiantes. Es imprescindible la facilitación del tiempo y las condiciones materiales para realizar actividades de capacitación, generar condiciones económicas favorables, proveer materiales de apoyo, facilitar la colaboración de los profesores con las instituciones de formación universitarias, etc. (Oñorbe et al 1999). Es preciso, en particular, terminar con el régimen de designación o contratación de profesores de secundaria que rige en Argentina —basado en la contratación "por hora frente a alumnos"— que no contempla la vinculación del profesor a una escuela, lo que se traduce en la mera impartición de clases en una multiplicidad de centros (de ahí la expresión "profesor taxi") haciendo prácticamente imposible la formación de equipos docentes, etc. Es preciso reemplazar este régimen de designación o contratación por un sistema de dedicación similar al que rige en la mayoría de los países.

Todo ello conlleva un cambio en la concepción social de la enseñanza (Gil, Furió y Gavidia 1998; Pozo et al 1998) y nuevos modelos de carrera docente, que permitan recuperar y acreditar las experiencias por las que atraviesa un docente, comenzar a superar la fragmentación existente entre la formación inicial y los sucesivos "circuitos" de capacitación y dotar de coherencia e integración a los saberes adquiridos (Pesa y Cudmani 1998).

RECOMENDACIONES.

A lo largo de este trabajo hemos intentado fundamentar propuestas orientadas a la mejora

de la formación de los docentes argentinos, como requisito esencial para el logro de la renovación curricular en curso.

A modo de conclusión recapitularemos ahora dichas propuestas, que enunciaremos en forma de proposiciones relativas a distintos aspectos de la formación inicial y continuada:

Características de la formación inicial.

- La formación de los profesores de ciencias y de cualquier otra disciplina ha de tener carácter de licenciatura, de nivel, exigencias, duración y *título de grado* equivalente a la de, p.e., cualquier otro físico, químico, etc., que trabaje en estado sólido, física nuclear, etc. Enseñar una ciencia no es una actividad menos importante o menos exigente que su aplicación práctica en algún campo concreto.

- Una correcta preparación de los docentes como la que se propone —estrechamente vinculada a los desarrollos de la investigación e innovación— exige la *transformación* de los Institutos de Formación Docente en centros universitarios, de forma que los encargados de dicha formación puedan desarrollar su tarea vinculándola a la investigación en las condiciones de trabajo que posibilita la universidad, particularmente el régimen de dedicación exclusiva.

Condiciones del trabajo docente.

- Es absolutamente preciso terminar con el régimen de designación o contratación de profesores de secundaria que rige en Argentina —basado en la contratación "por hora frente a alumnos", exclusiva o semiexclusiva.

- Es necesario igualmente evitar un trabajo disciplinar en compartimentos estancos, por lo que cabe apoyar la idea de área —introducida en reformas como la argentina o la española— si por tal entendemos reconocer el interés y la posibilidad de un trabajo común de, p.e., los profesores de Biología, de Física, de Química... para que cada cual pueda enseñar mejor sus propias materias y hacer posible el tratamiento de los problemas puente. Sin embargo, cabe pronunciarse contra la idea de profesor de área, si por tal entendemos que un profesor ha de poder dar una pluralidad de materias (p.e., Física, Química, Biología...) en las que es imposible adquirir una formación suficiente.

Formación continuada y proceso de reforma.

- Es necesario que los planes de incorporación de los profesores a los cambios curriculares vayan más allá de su participación en algún curso, aunque se trate de un curso extenso y adecuadamente diseñado, útil para lograr un cuestionamiento *inicial* de "lo que siempre se ha hecho", pero insuficiente. La estrategia potencialmente más fructífera consistiría en *implicar a los profesores en tareas de investigación e innovación en torno a los problemas de enseñanza/aprendizaje de las ciencias* que les llentea su actividad docente.

- Dicho con otras palabras, es necesario que los profesores participen, en alguna medida, en la construcción de los nuevos conocimientos educativos y en el desarrollo de las reformas. Sin esa participación, no sólo resulta difícil que hagan suyas y lleven eficazmente adelante los cambios curriculares, sino que cabe esperar actitudes de rechazo y malestar. Ninguna reforma puede tener éxito si es vista como algo impuesto, externo a la comunidad educativa que ha de desarrollarla.

- Una de las acciones que consideramos potencialmente más fructíferas para optimizar los recursos humanos disponibles en nuestros países consiste en apoyar la constitución de una *comunidad de "coordinadores de equipos docentes"* voluntarios que incorpore a aquellos profesores y profesoras que, por su labor innovadora, sus investigaciones, etc., puedan realizar aportaciones valiosas en la formación continuada de sus colegas y estén dispuestos a servir de dinamizadores en la fase inicial.

Insistiremos, para terminar, en que el desarrollo socio-económico y cultural de la Argentina exige una decidida y urgente adopción de medidas a favor del sistema educativo como, entre otras, las que aquí se recomiendan preferidas a la formación de los docentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

ANDERSON RD y MITCHENER CP, 1994. Research on science teacher education. En GABEL DL (Ed). *Handbook of Research on Science Teaching Education*. (Macmillan Pub. Co.: New York).

BELL B, 1998. Teacher development in science education. En FRASER BJ y TOBIN K

(Eds). *International Handbook of Science Education*. (Kluber: Dordrecht).

- BELL B y PEARSON J, 1992, Better Learning, *International Journal of Science Education*, 14(3), 349- 361.

- BRISCOE C, 1991. The dynamic interactions among beliefs, role metaphors and teaching practices. A case study of teacher change, *Science Education*, 75(2), 185-199.

- CARNICER J, 1998. El cambio didáctico en el profesorado de ciencias mediante tutorías en equipos cooperativos. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia.

- CRONIN-JONES LL, 1991, Science teaching beliefs and their influence on curriculum implementation: two case studies, *Journal of Research in Science Teaching*, 38(3), 235-250.

- CUDMANI L., FIGUEROA A., PESA M. y SALINAS J., 1998, La integración de investigación educativa y práctica docente en el diseño curricular de un Magister en Enseñanza de la Física, *Educación en Ciencias*, 2(5), 49-54.

- DÉSAUTELS J, LAROCHELLE M, GAGNÉ B y RUEL F, 1993, La formation à l'enseignement des sciences: le visage épistémologique, *Didaskalia*, 1, 49-67.

- FEINMAN-NEMSER S, 1990. Teacher preparation: Structural and conceptual alternatives. En HOUSTON WR (Ed). *Handbook of research on teacher education*. (Macmillan: New York).

- FERNÁNDEZ, I., 2000, Análisis de las concepciones docentes sobre la actividad científica: Una propuesta de transformación. Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Valencia.

- FOUREZ G, 1997. Alfabetización científica y tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. (Colihue: Buenos Aires).

- FRASER B y TOBIN K.G. (Eds), 1998, *International Handbook of Science Education* (Kluber Academic Publishers: London).

- GABEL D.L (Ed), 1994, *Handbook of Research on Science Teaching and Learning* (MacMillan Pub Co: N.Y).

- GARRETT R, 1998. Reflexiones sobre la formación docente continua. En Sánchez Jiménez JM, (Ed). *Educación Científica*, 33-45. (Servicio de publicaciones de la Universidad de Alcalá: Alcalá de Henares).
- GIL D, 1991. ¿Qué han de saber y saber hacer los profesores de ciencias?, *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 69-77.
- GIL D, 1993, Contribución de la Historia y Filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación, *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 197-212.
- GIL D, FURIÓ C y GAVIDIA V, 1988, El profesorado y la reforma educativa en España. *Investigación en la escuela*, nº 36, 49-64.
- GIL D., FURIÓ C., VALDÉS P., SALINAS J., MARTÍNEZ J., GUIASOLA J., GONZÁLEZ E., DUMAS A., GOFFARD M. y PESSOA A., 1999, ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio?, *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 311-320.
- GIL PÉREZ D y PESSOA DE CARVALHO A.M, 2000, Dificultades para la incorporación a la enseñanza de los hallazgos de la investigación e innovación en didáctica de las ciencias, *Educación Química*, 11(2), 244-251.
- GIMENO J, 1990, El perfeccionamiento como desarrollo de la profesionalidad docente. En GIL D, *La formación de formadores en didáctica de las ciencias*. (Nau Llibres: Valencia).
- GIORDAN A, 1997, ¿Las ciencias y las técnicas en la cultura de los años 2000?, *Kikirikí*, Nº 44-45, pp 33-34.
- GUILBERT L y MELOCHE D, 1993, L'idée de science chez des enseignants en formation: un lien entre l'histoire des sciences et l'hétérogénéité des visions, *Didaskalia*, 2, pp 7-30.
- HEWSON PW y HEWSON MG, 1987, Science teachers' conceptions of teaching: implications for teachers' education, *International Journal of Science Education*, 9(4), 425-440.
- HODSON D, 1992, In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education, *International Journal of Science Education*, 14(5), 541-566.
- HODSON D, 1993. Philosophic stance of secondary school science teachers, curriculum experiences, and children's understanding of science: some preliminary findings, *Interchange*, 24(1&2), 41-52.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE MP y SANMARTÍ N, 1995. The development of a new science curriculum for secondary school in Spain: opportunities for change. *International Journal of Science Education*, 17(4), pp. 425-439.
- LINN MC, 1987. Establishing a research base for science education: challenges, trends and recommendations, *Journal of Research in Science Teaching*, 24 (3), 191-216.
- MAIZTEGUI A, 1997. La formación de docentes. Publicación de la Academia Nacional de Ciencias en Córdoba.
- McDERMOTT LC, 1990. A perspective on teacher preparation in physics - other sciences: the need for special science courses for teachers, *American Journal of Physics*, 58 (8), 734-742.
- MELLADO V, 1998. The classroom practice of pre-service teachers and their conceptions of teaching and learning science, *Science Education*, Vol 82, pp 197-214.
- MERINO G, 1998. Algunas reflexiones acerca de la educación científica de escolares en el tramo final obligatorio de la Educación General Básica. En Sánchez Jiménez JM, (Ed). *Educación Científica*, 161-166. (Servicio de publicaciones de la Universidad de Alcalá: Alcalá de Henares).
- MUMBY H y RUSSELL T, 1998. Epistemology and context in research on learning to teach science. En FRASER, B.J. y TOBIN, K.G (Eds). *International Handbook of Science Education*. (Kluber: Dordrecht).
- OÑORBE A, DAVIS E, MESTRE U, FAVIERES A y LUTFI M, 1998. La Formación docente permanente de ciencias experimentales. En Sánchez Jiménez JM, (Ed). *Educación científica*, 217-221. (Servicio de publicaciones de la Universidad de Alcalá: Alcalá de Henares).
- PESA M. y CUDMANI L., 1998. La integración de saberes en la formación de for-

adores en ciencias. En Sánchez Jiménez JM, (ed). *Educación Científica*, 55-70. (Servicio de publicaciones de la Universidad de Alcalá: Alcalá de Henares).

PESSOA A, 1988, A pesquisa na prática de ensino, en Pessoa A (ed). *A formação do professor e a prática de ensino*. (Livraria Pioneira Editora: São Paulo).

PESSOA DE CARVALHO A. y GIL D, 1995, *Formação de Professores de Ciências. Tendências e inovações*. (Cortez Editora: São Paulo).

PORLÁN R y MARTÍN R, 1994, El saber práctico de los profesores especialistas. Reportajes desde las didácticas específicas, *Investigación en la Escuela*, 24, 49-59.

PORLÁN R, 1998. Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias, *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), 175-185.

POZO JI, SCHEUER N, PÉREZ CHEVERRÍA MP y MATEOS M, 1998. El cambio de las concepciones de los profesores sobre el aprendizaje. En Sánchez Jiménez JM, (Ed). *Educación científica*, 29-53. (Servicio de publicaciones de la Universidad de Alcalá: Alcalá de Henares).

SALINAS J., 1999, ¿Enseñamos la física como una ciencia de la naturaleza?, *Memorias de la Décimo Primera Reunión Nacional de Educación en la Física* (REF XI, Mendoza, Argentina), 358-365.

SALINAS J. y CUDMANI L., 1994. Los encuentros entre método y contenido científico en la formación de los profesores de Física, *Revista de Enseñanza de la Física*, 7(1), 25-32.

SALINAS J., CUDMANI L. y JAÉN M., 1995, Las concepciones epistemológicas de los docentes en la enseñanza de las ciencias fácticas, *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 17(1), 55-61.

SÁNCHEZ JIMÉNEZ JM, 1998. Programa de Formación de Profesores de Ciencias. En Sánchez Jiménez JM, (Ed). *Formación permanente de profesores de ciencias experimentales*. (Servicio de publicaciones de la Universidad de Alcalá: Alcalá de Henares).

SIMPSON R.D et al, 1994, Research on the effective dimension of science learning. En

Gabel D.L (ed), 1994, *Handbook of Research on Science Teaching and Learning* (MacMillan Pub Co: N.Y).

- SHULMAN LS, 1987. Knowledge and teaching: foundations of new reform, *Harvard Educational Review*, 57, 1-22.

- SOLBES J y HERNÁNDEZ J, 1995, El papel de las ciencias en la enseñanza Secundaria: un análisis de cuatro años de experimentación, *Enseñanza de las Ciencias*, 13(2), 257-260.

- TOBIN K y ESPINET M, 1989. Impediments to change: applications of coaching in high school science teaching, *Journal of Research in Science Teaching*, 26 (2), 105-120.

- TRICÁRICO H, 1996, Algunas reflexiones sobre el contenido y la temática en la formación continuada y permanente del profesorado de Ciencias. En García Sípido M.J. y Plaza E. (Eds), *La formación continuada del profesorado de ciencias en Iberoamérica* (OEI-Ministerio de Educación y Cultura: Madrid).

- VIENNOT L, 1989. L'enseignement des sciences physiques objet de recherche, *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 716, 899-910.

- VIENNOT L, 1997. Former en didactique, former sur le contenu? Principes d'élaboration et éléments d'évaluation d'une formation en didactique de la physique en deuxième année d'IUFM, *Didaskalia*, Vol 10, pp 75-96.

- VILLANI A. y PACCA J., 1992, Atualização de Professores de Física no Brasil: ¿Por Qué? ¿Como? ¿Quando? ¿Para Quem?, *Actas de la Quinta Reunión Latino-Americana sobre Educación en Física* (V RELAEF, Porto Alegre, Brasil), 75-93.

- YAGER R,E y PENICK J,E, 1983. Analysis of the current problems with school science in the USA. *European Journal of Science Education*, Vol 5, 463-459.