

Dificultades para la incorporación a la enseñanza de los hallazgos de la investigación e innovación en didáctica de las ciencias

Daniel Gil Pérez¹ y Anna María Pessoa de Carvalho²

Introducción

La importancia social concedida, desde hace ya décadas, a la educación científica (Dewey 1916; Langevin, 1926) ha ido creciendo y ha experimentado, últimamente, un cambio cualitativo. En efecto, la tradicional importancia concedida a las inversiones en educación científica y tecnológica, para hacer posible el desarrollo *futuro* de un país, ha dejado paso al convencimiento de que la alfabetización científica de todos los ciudadanos y ciudadanas ha pasado a constituir una exigencia *urgente*, un requisito también para el desarrollo inmediato.

Así lo ha entendido, por ejemplo, la Administración de los Estados Unidos, 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).

Esta creciente importancia concedida a 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, por ejemplo, los dos *handbooks* ya publicados (Gabel, 1994; Fraser y Tobin, 1998). Como ha afirmado Hodson (1992): “Hoy ya es posible cons-

truir 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 el profesorado y ha dado lugar a una mejor educación?

Hemos de reconocer que comienza a extenderse un sentimiento generalizado de frustración entre los investigadores, los diseñadores y responsables de las reformas curriculares inspiradas en los hallazgos de la investigación y entre el mismo profesorado que confiaba en dichas transformaciones para hacer frente a las crecientes dificultades de su tarea (Gil, Furió y Gavidia, 1998).

Es preciso señalar que esta decepción revela la persistencia de una visión bastante simplista de los cambios curriculares... que quizá 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 del profesorado ha cuestionado ésta y otras optimistas (pero ingenuas) expectativas, obligando a replantear a fondo las estrategias de innovación curricular y formación del profesorado. Ello nos remite a la investigación realizada en este campo por la comunidad internacional, a cuyas aportaciones dedicaremos el primer apartado de este trabajo.

Dificultades en la apropiación por el profesorado de los resultados de la investigación e innovación didácticas

Para comprender las dificultades de apropiación por el profesorado de las nuevas orientaciones didácticas para la enseñanza de las ciencias, es preciso remitirse a las aportaciones de la investigación en este campo. Precisamente, una de las críticas fundamentales que se ha hecho a los procesos de renovación curricular

¹ Universitat de València.

² Universidade de São Paulo.

ha sido la escasa atención prestada, hasta prácticamente los años 90, al papel jugado por el profesorado en dicho proceso (Anderson y Mitchener, 1994; Mumby y Russell, 1998).

Ello podría explicar, como sostienen Anderson y Mitchener, 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 reformas como la española, 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.

Ello no ha sido exclusivo, claro está, de nuestros países. Como ya señalaba Briscoe (1991), refiriéndose a la experiencia norteamericana, cada año miles de profesores participan en seminarios o asisten a cursos con la intención de perfeccionarse profesionalmente y cuando reanudan sus clases creen estar mejor preparados para 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 profesores y profesoras 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:

En primer lugar, este resultado —que ha afectado, insistimos, a la generalidad de los actuales procesos de renovación— no es necesariamente debido a que las innovaciones contempladas carezcan de interés o sean incoherentes con los hallazgos de la investigación, 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; Pessoa de Carvalho y Gil, 1995). 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” del profesorado. Así, por ejemplo, los investigadores han llamado la atención sobre la necesidad de acompañar las innovaciones curriculares de cambios similares en la evaluación (Linn, 1987; Darsie, 1996). Poco importan, en efecto, las innovaciones introducidas o los objetivos enunciados: 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.

Señalemos, a este respecto, que buena parte de los cursos de formación del profesorado en activo que se realizan para “adaptar al profesorado” a las nuevas orientaciones didácticas, suele incurrir en ese defecto de los tratamientos puntuales; pero es cierto, también, que en algunos países se han hecho muchos esfuerzos para ofrecer programas de formación más globales, que han intentado recoger las principales aportaciones de la investigación educativa (Carrascosa *et al.*, 1993). Dichos cursos han producido resultados de indudable interés, pero han resultado insuficientes, en términos generales, para lograr la incorporación del profesorado 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, a los procesos de reforma en el ámbito iberoamericano.

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 del profesorado 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 tienen ideas, actitudes y comportamientos sobre la enseñanza debidos a una larga formación “ambiental”, en particular durante el periodo en que fueron alumnos, que ejerce una notable influencia, por responder a experiencias reiteradas y adquirirse de forma no reflexiva, como algo natural, obvio, “de sentido común”, escapando así a la crítica y convirtiéndose, insistimos, en un verdadero obstáculo para el cambio (Gil, 1991; Gil *et al.*, 1991; Pessoa de Carvalho y Gil, 1995).

De hecho, el estudio de las “preconcepciones docentes” se ha convertido en una línea de investigación prioritaria, tanto en el campo de la didáctica de las ciencias (Hewson y Hewson, 1987; Porlán, 1989 y 1993; Gil *et al.*, 1991; Bell y Pearson, 1992; Désauteles *et al.*, 1993; Guilbert y Meloche, 1993; Hodson, 1993; Mellado, 1998) como en el de la educación en general. Y, aunque no de forma generalizada, los planes de formación del profesorado comenzaron a contemplarlas desde finales de los 80 (Carrascosa *et al.*, 1993). Pero aunque ello constituye un requisito esencial para incorporar al profesorado 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: nos referimos a la escasa efectividad de *transmitir* al profesorado 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 didácticos, abordando los problemas que la enseñanza nos plantea. Sin esa participación, no sólo resulta difícil que los profesores y profesoras hagan suyos y lleven eficazmente adelante los cambios curriculares y toda la innovación fundamentada en rigurosas investigaciones, sino que *cabe esperar una actitud de rechazo* que se apoye en problemas organizativos y sindicales o en preconcepciones docentes, como “la dificultad de trabajar con la gran diversidad de alumnos que implica la ampliación de la enseñanza obligatoria para todos”.

Conviene señalar a este respecto que, si bien estas preconcepciones son muy abundantes y constituyen serios obstáculos (en la medida en que son aceptadas acríticamente), no resulta difícil generar una reflexión “descondicionadora” que ponga en cuestión estas “evidencias” y contribuya al trabajo de profundización necesario para su superación, aproximando las concepciones del profesorado a las

adquisiciones de la investigación didáctica (Gil *et al.*, 1991; Pessoa de Carvalho y Gil, 1995). El problema no estriba, pues, en la existencia de estas preconcepciones, sino en no crear las condiciones que permitan al profesorado cuestionarlas.

Pero los resultados de la investigación apuntan a la necesidad de que los planes para la incorporación por el profesorado de las innovaciones didácticas 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 al profesorado en tareas *prolongadas* de investigación e innovación.

Ello es algo que va más allá, sin duda, de lo realizado en el marco de las reformas actuales. Y ésta puede ser, pensamos, una razón de sus insuficiencias. Pero quisiéramos insistir en algo que nos parece fundamental: las reformas educativas iniciadas en nuestros países, más allá de sus limitaciones y defectos, pueden convertirse en auténtica ocasión de progreso si dejan de contemplarse como acciones puntuales, más o menos largas pero cerradas, y pasan a ser consideradas como etapas de un proceso que, como cualquier actividad con aspiración científica, precisará retoques y nuevas remodelaciones. Un proceso que tenga en cuenta y aproveche las acciones precedentes o las realizadas por otros equipos, sin caer en el “borrón y cuenta nueva”, en esa “amnesia histórica” que ha caracterizado hasta aquí a los intentos de mejora de la enseñanza y de la formación del profesorado (Linn, 1987). Quisiéramos, por ello, completar estas reflexiones críticas con unas propuestas que traduzcan, en positivo, las limitaciones señaladas por la investigación.

Las lecciones de unas investigaciones e innovaciones “fracasadas”

La necesidad de asociar las reformas educativas a una correcta formación del profesorado aparece, según hemos visto, como la primera lección a extraer de las dificultades aparecidas en los intentos de traducir los resultados de la investigación a reformas curriculares. Pero es preciso reconocer 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 del profesorado 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 del profesorado como el necesario punto de partida para la corrección y los cambios. Como resultado, la retórica acerca de la renovación de la formación del profesorado ha ido creciendo en intensidad”. Y Anderson y Mitchener se preguntan: “¿Qué clase de pensamiento y comprensión de la formación del profesorado 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 del profesorado de ciencias”.

No basta, pues, con afirmar la importancia de la formación del profesorado en los procesos de innovación y reforma curricular. 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 de Carval-

ho, 1988; Furió y Gil, 1989; Viennot, 1997...). Sin embargo, es este tipo de formación el que, a menudo, se ha propuesto y sigue proponiéndose en numerosos países a los profesores en activo, como preparación para los cambios curriculares. Se hace necesario, pues, salir al paso de ésta y otras orientaciones que han mostrado ya sus limitaciones.

Algunas orientaciones para la formación del profesorado

Feiman-Nemser (1990) ha intentado categorizar las distintas orientaciones sobre formación del profesorado, 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 del profesorado, 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, por ejemplo, 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 (i).

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 del profesorado. ¿Cómo ignorar, por ejemplo, la importancia de un buen conocimiento de la materia a impartir? La investigación ha mostrado que la falta de dicho conocimiento constituye, quizá, 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. Un buen conocimiento de la materia para un docente supone también, entre otros (Gil, 1991; Pessoa de Carvalho y Gil, 1995):

- 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 orientaciones metodológicas 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 didáctica 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 reduccionistas de lo que constituye el conocimiento científico y le atribuyen un carácter exclusivamente analítico, “neutral”, etcétera.

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 del profesorado. Del mismo modo, 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 del profesorado y la orientación a dar a dicha formación.

Por nuestra parte hemos intentado establecer, a la luz de las aportaciones de la investigación didáctica, cuáles son esas necesidades formativas de los profesores de ciencias (Gil, 1991; Gil *et al.*, 1991; Pessoa de Carvalho y Gil, 1995). 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 didáctica de las ciencias nos ofrece hoy en torno a los problemas que plantea el proceso de enseñanza/aprendizaje de las ciencias.

Resulta esencial, por otra parte, salir al paso de visiones conductistas que contemplan cada “saber” o “saber hacer” como algo que puede adquirirse con un entrenamiento específico 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 del profesorado, es decir, su participación en la construcción de dichos conocimientos. Ello constituye, pensamos, el verdadero núcleo de una prepara-

ción adecuada del profesorado, en particular con vistas a su incorporación a las reformas educativas. Nos detendremos, para terminar, en algunas características que habría de poseer esta formación en activo como piedra angular de los procesos de reforma.

Estrategias para la innovación curricular y la formación continuada del profesorado de ciencias que pueden derivarse de las investigaciones realizadas en didáctica de las ciencias

De acuerdo con las lecciones proporcionadas por la investigación en torno a ese indisoluble binomio que constituye el cambio curricular y la formación continuada del profesorado, la estrategia que parece potencialmente más fructífera consistiría en *implicar al profesorado en la investigación de los problemas de enseñanza/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 contando con el apoyo de investigadores expertos, es decir, de investigadores que conocen bien la problemática que han de investigar 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 del profesorado exige contar con un número creciente de profesores capaces de tutorar a otros colegas y de favorecer su implicación 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 de enseñanza/aprendizaje que dicha práctica plantea.

b) Orientada a favorecer la *vivencia* de propuestas innovadoras y la reflexión didáctica explícita, cuestionando el pensamiento y comportamiento docente “espontáneos”, es decir, cuestionando el carácter “natural” de “lo que siempre se ha hecho” (Pessoa de Carvalho, 1992).

c) Diseñada para:

- *incorporar al profesorado a la investigación e innovación en didáctica de las ciencias* y, de este modo,
- *favorecer su familiarización con el cuerpo de conocimientos específico de Didáctica de las Ciencias* e incorporarle a la comunidad científica en este campo.

Esta estrategia de *autoformación colectiva* constituye, hemos de reconocer, una desiderata difícil de implementar. Lo ideal sería que existiera ya una tradición de trabajo colectivo en el profesorado, 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, en el profesorado, la tradición del trabajo científico (Porlán, 1998).

Por otra parte, las condiciones laborales vigentes no tienen en cuenta esta necesidad de trabajo colectivo como parte esencial de la tarea docente: los horarios lectivos recargados, por ejemplo, constituyen una muy seria dificultad. Por ello, el establecimiento de una estructura plenamente efectiva de formación continuada del profesorado 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 se puede hacer ahora distará bastante, inevitablemente, de esta estrategia ideal de autoformación colectiva y de participación del profesorado 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 autónomos, 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/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 “formadores de equipos docentes”* que incorpore a aquellos profesores y profesoras que, por su labor innovadora, sus investigaciones, etcétera, puedan realizar aportaciones 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, etcétera, 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 de formación continuada del profesorado.

Se trataría, pues, en una primera fase, de organizar 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 continuada del profesorado. 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 en didáctica 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 continuada del profesorado.

Estas propuestas pretenden profundizar en los cursos de “formación de formadores”, realizados 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 permanente del profesorado. Es preciso llamar la atención, sin embargo, contra una interpretación de este proceso como una simple “transmisión de propuestas en cascada”. Insistimos en que el objetivo ha de ser 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, pues, de favorecer la preparación de “orientadores” en torno a los cuales puedan cohesionarse equipos docentes y que, además, puedan contribuir a la preparación de nuevos orientadores. Sería, por ello, más conveniente, hablar de “formación de formadores de equipos docentes”.

Ésta es, en resumen, la idea esencial de una propuesta que, insistimos, 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 tutores de futuros “investigadores noveles”. ■

Referencias bibliográficas

- Anderson, R.D. y Mitchener, C.P. (1994). Research on science teacher education. En: Gabel, D.L. (ed.) *Handbook of Research on Science Teaching Education* (Macmillan Pub. Co., NY).
- Bell, B. (1998). Teacher development in science education. En: Fraser, B.J. y Tobin, K.G. (eds.), *International Handbook of Science Education* (Kluwer, Dordrecht).
- Bell, B.F. 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.
- Carrascosa, J. et al. (1993). Los programas de formación permanente del profesorado de Física y Química en la comunidad valenciana: un intento constructivista de formación didáctica.

- ca. *Actas del IV Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias y de las Matemáticas*, p. 47-48.
- Cronin-Jones, L.L. (1991). Science teaching beliefs and their influence on curriculum implementation: two case studies, *Journal of Research in Science Teaching*, **38**(3), 235-250.
- Darsie, M.M.P. (1996). Avaliação e aprendizagem, *Cadernos de Pesquisa*, **99**, 47-59.
- Désautels, J., Larochelle, M., Gagné, B. y Ruel, F. (1993). La formation à l'enseignement des sciences: le virage épistémologique, *Didaskalia*, **1**, 49-67.
- Dewey, J. (1916). *Democracia y Educación* (edición española de 1997 en Morata, Madrid).
- Feinman-Nemser, S. (1990). Teacher preparation: Structural and conceptual alternatives. En Houston, W.R. (ed.), *Handbook of research on teacher education* (Macmillan, NY).
- 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).
- Furió, C. y Gil, D. (1989). La didáctica de las ciencias en la formación inicial del profesorado: una orientación y un programa teóricamente fundamentados. *Enseñanza de las Ciencias*, **7**(3), 257-265.
- Gabel, D.L. (ed.) (1994). *Handbook of Research on Science Teaching and Learning* (MacMillan Pub. Co., NY).
- Gil, D. (1991). ¿Qué han de saber y saber hacer los profesores de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, **9**(1), 69-77.
- Gil, D., Carrascosa, J. Fx. C. y Mtnéz-Torregrosa J. (1991). *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria* (Horsori: Barcelona).
- Gil, D., Furió, C. y Gavidia, V. (1998). El profesorado y la reforma educativa en España, *Investigación en la Escuela*, **36**, 49-64.
- Giordan, A. (1997). ¿Las ciencias y las técnicas en la cultura de los años 2000? *Kikiriki*, núms. 44-45, p. 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**, 7-30.
- Hewson, P.W y Hewson, M.G. (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, M.P. 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), 425-439.
- Langevin, P. (1926). La valeur éducative de l'histoire des sciences. *Bulletin de la Société Française de Pédagogie*, **22**, décembre 1926.
- Linn, M.C. (1987). Establishing a research base for science education: challenges, trends and recommendations, *Journal of Research in Science Teaching*, **24**(3), 191-216.
- McDermott, L.C. (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 preservice teachers and their conceptions of teaching and learning science, *Science Education*, **82**, 197-214.
- 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).
- National Research Council (1996). *National Science Education Standards*. (National Academy Press, Washington, DC).
- Pessoa de Carvalho, 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.M. (1992). Pesquisas em Sala de Aula: um importante fator na formação de professores, *Revista Perspectiva*, **17**, 47-57.
- Pessoa de Carvalho, A. y Gil D. (1995). *Formação de Professores de Ciências. Tendências e inovações* (Cortez Editora: São Paulo).
- Porlán, R. (1989). *Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo profesional: las concepciones epistemológicas de los profesores*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.
- Porlán, R. (1993). *Constructivismo y Escuela. Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación* (Diada, Sevilla).
- Porlán, R. (1998). Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias, *Enseñanza de las Ciencias*, **16**(1), 175-185.
- Shulman, L.S. (1987). Knowledge and teaching: foundations of new reform, *Harvard Educational Review*, **57**, 1-22.
- Simpson, R.D. et al. (1994). Research on the affective dimension of science learning. En: Gabel, D.L. (ed.) (1994). *Handbook of Research on Science Teaching and Learning* (MacMillan Pub. Co., NY).
- 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.
- 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*, **10**, 75-96.