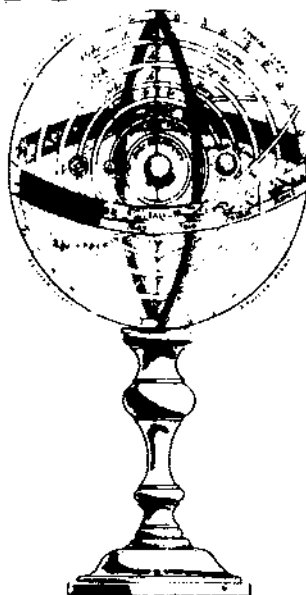


OTROS TRABAJOS



¿QUÉ HEMOS DE SABER Y SABER HACER LOS PROFESORES DE CIENCIAS? (Intento de síntesis de las aportaciones de la investigación didáctica)

GIL PÉREZ, D.

Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals. Universitat de València.
Alcalde Reig, 8. 46006 - València.

Versiones previas de este trabajo fueron presentadas en el III Congreso Internacional organizado por *Enseñanza de las Ciencias* (Santiago de Compostela 1989) y en el I Simposio-Escuela de Educación en la Física (Córdoba, Argentina, 1990).

SUMMARY

This work was aimed at synthesizing the scientific knowledge and skills required as determined by experience on science teaching research.

INTRODUCCIÓN

La Didáctica de la Física –y, más en general, la Didáctica de las Ciencias– tiene una corta tradición como dominio específico de investigación y docencia (Tiberghien 1985,

Furió y Gil 1989, Viennot 1989, McDermott 1990). Sin embargo, las dos últimas décadas han supuesto un impresionante desarrollo de la investigación en este campo

que, más allá de adquisiciones puntuales, se está traduciendo en la constitución de un cuerpo coherente de conocimientos (Gil et al. 1990). Ello permite ahora intentar una síntesis fundamentada de lo que los profesores y profesoras de ciencias precisamos para impartir una docencia de calidad. El objeto fundamental de este trabajo no es, sin embargo, presentar dicha síntesis, sino favorecer su realización por el propio profesorado. Estamos convencidos, en efecto, de que un trabajo colectivo y de una cierta profundidad del profesorado en torno a esta cuestión puede generar respuestas básicamente coincidentes con lo que la investigación didáctica viene mostrando y susceptibles de integrarse en una visión coherente de la enseñanza/aprendizaje de las ciencias. Tras este planteamiento subyace una concepción de la formación del profesorado (Gil et al. 1990) que puede sintetizarse en las siguientes tesis:

1. Los profesores tenemos ideas, comportamientos, actitudes... sobre la enseñanza/aprendizaje de las ciencias con los que es preciso conectar explícitamente en cualquier actividad de formación.

2. Un buen número de nuestras creencias, comportamientos, etc., sobre la enseñanza de las ciencias revelan una aceptación acrítica de lo que podríamos denominar una docencia «de sentido común», de «lo que siempre se ha hecho», que se convierte así en obstáculo para una renovación de la enseñanza.

3. Sin embargo, si se facilita un trabajo colectivo de una cierta profundidad en torno a problemas de interés, los profesores podemos cuestionar las concepciones y prácticas asumidas acríticamente y construir conocimientos que son coherentes con los que la literatura específica recoge como fruto de la investigación e innovación didáctica. Nuestra postura es, pues, a la vez, autocrítica (reconocimiento de la insuficiencia, en general, de nuestra formación profesional) y optimista (reconocimiento de la capacidad de los colectivos docentes para elaborar conocimientos que abran nuevas perspectivas).

De acuerdo con lo anterior, planteamos este trabajo como una tarea colectiva para equipos de profesores, facilitando el debate de sus propuestas y su confrontación con los resultados de la investigación didáctica. De este modo intentamos romper con las habituales transmisiones verbales a cargo de «especialistas» que relegan a los profesores al papel de simples receptores. Nuestro punto de partida será, pues, el planteamiento de la siguiente cuestión a los equipos de profesores:

¿Qué deberíamos conocer –en su sentido más amplio de saber y saber hacer– los profesores de Ciencias para poder impartir una docencia de calidad?

Conviene realizar un esfuerzo para no referirse únicamente a lo más obvio y recoger todo lo que parezca fundamental, aunque sin descender a detalles pormenorizados que podrían hacernos perder una perspectiva global.

Sobre la importancia de una reflexión como la que plantea la cuestión anterior, baste señalar que en 1987 la National Association for Research in Science Teaching

(Washington D.C.) organizó un simposio para establecer, a la luz de la investigación educativa, *los conocimientos y destrezas que necesitan poseer los profesores de ciencias* (Hewson y Hewson 1988). Y aunque la preocupación por el profesorado como uno de los factores esenciales del proceso enseñanza/aprendizaje es antigua (Brincones et al. 1986), hasta recientemente los estudios se centraban en *las características del buen profesor o en las «diferencias entre buenos y malos profesores»* (Ausubel 1978, cap. 14), mientras que ahora la cuestión se plantea en términos de cuáles son los *conocimientos* que los profesores necesitamos *adquirir*. El matiz es sin duda importante y supone una superación de concepciones esencialistas («se es», «se nace»... buen profesor) que apuntaban a ineficaces políticas de selección más que a procesos de formación. Debemos congratularnos, pues, de dicha evolución y plantearnos cuáles son los conocimientos que precisamos adquirir para desarrollar adecuadamente nuestra actividad docente.

¿Cuáles son las respuestas que el profesorado de ciencias da, en general, a la cuestión planteada? ¿En qué medida dichas respuestas son coherentes con lo que la investigación didáctica viene mostrando? Se trata, por una parte, de conocer hasta qué punto los profesores y profesoras somos conscientes de las exigencias de una formación adecuada, pero, sobre todo, pretendemos favorecer la construcción de una concepción global y teóricamente fundamentada de lo que supone enseñar ciencias.

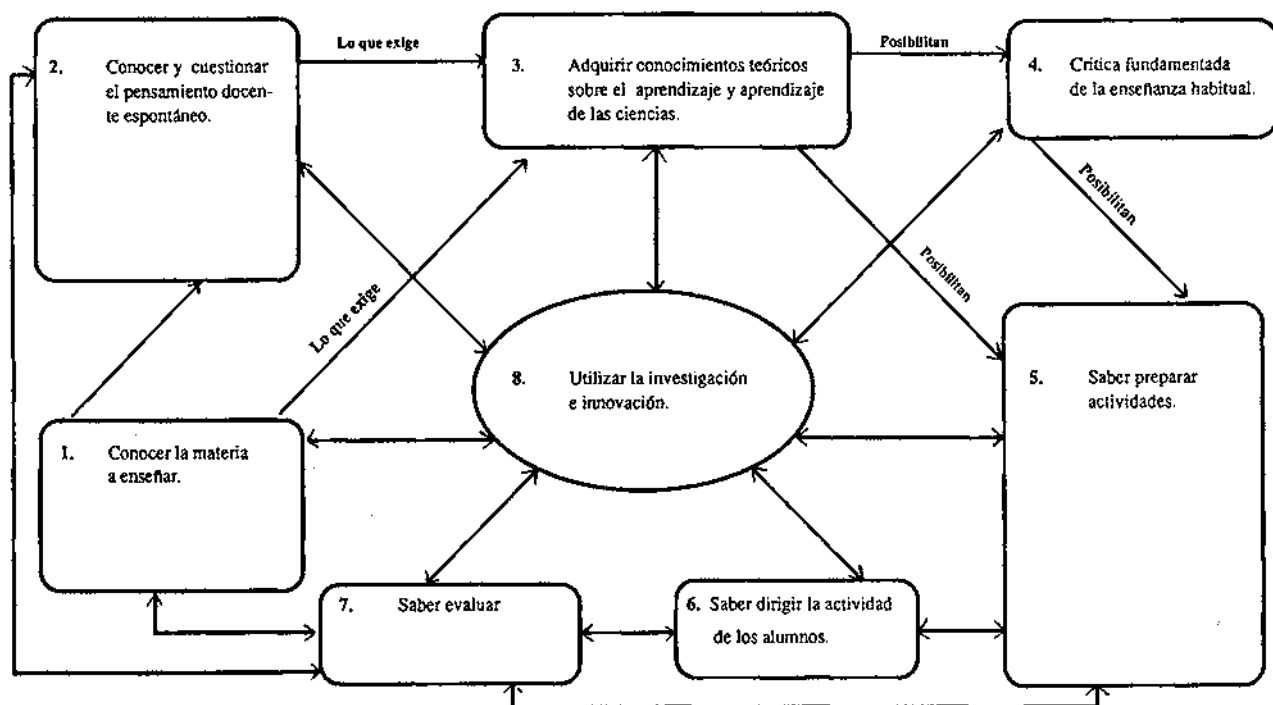
1. CONTRA UNA VISIÓN SIMPLISTA DE LA ACTIVIDAD DOCENTE

Digamos de entrada que las respuestas obtenidas al plantear la cuestión surpa son muy diferentes si proceden de profesores aislados, a quienes se ha pasado un cuestionario, o si se propone a grupos de profesores, para que la aborden colectivamente como punto de partida para un trabajo de formación. En el primer caso, las respuestas son, en general, bastante pobres y no incluyen muchos de los conocimientos que la investigación destaca como fundamentales. Ello puede interpretarse como el resultado de la escasa familiarización del profesorado con las aportaciones de la investigación e innovación didáctica y, más aún, como expresión de una imagen espontánea de la enseñanza, concebida como algo esencialmente simple, para lo que basta con un buen conocimiento de la materia, algo de práctica y, a lo sumo, algunos complementos psicopedagógicos (Furió y Gil 1989). Se puede llegar así a la conclusión de que los profesores de ciencias, no sólo carecemos de una formación adecuada, sino que ni siquiera somos conscientes de las insuficiencias.

El resultado es muy diferente, sin embargo, cuando la cuestión es abordada por equipos de profesores en la perspectiva de un trabajo de formación. En ese caso, la producción de los grupos recoge, en general, un buen número de los conocimientos que la investigación ha señalado como necesarios, alejándose así de visiones

figura 1
 Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias.

Propuesta basada, por una parte, en la idea de aprendizaje como construcción de conocimientos con las características de una investigación científica y, por otra, en la necesidad de transformar el pensamiento espontáneo del profesor.



simplistas de la enseñanza de las ciencias. Es importante señalar esta diferencia porque muestra hasta qué punto las carencias y los errores que evidencian nuestra formación no son el resultado de incapacidades esenciales, sino que basta con proporcionar a los profesores la ocasión de un trabajo de reflexión y profundización para que sus producciones se aproximen a los resultados de la investigación didáctica.

Nos referiremos, a continuación, a las principales aportaciones de los grupos de profesores a la cuestión planteada. Estas aportaciones pueden agruparse, en general, en los ocho capítulos que recoge la figura 1, elaborado por nosotros a partir de un análisis de la investigación, sobre didáctica de las ciencias, realizada a lo largo de estas dos últimas décadas.

Conviene destacar esta coherencia básica de las propuestas de los equipos de profesores con las que se derivan de la investigación. El debate sobre las distintas aportaciones permite, 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, 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 (Gimeno 1990) tal como intenta reflejar la ya mencionada figura 1.

Tiene particular importancia en este debate clarificar la cuestión que a menudo se plantea de si tiene sentido exigir a un profesor o profesora tantos conocimientos como los que sintetiza el cuadro 1. Por supuesto que ello es imposible... pero es la propia cuestión la que carece de sentido. En efecto, cualquier estudio sobre metodología y epistemología de la ciencia revela unas exigencias para el trabajo científico al menos tan amplias como las del trabajo docente, pero a ningún científico se le exige que posea el conjunto de saberes y destrezas necesarios para el desarrollo científico: se tiene muy claro que se trata de una tarea colectiva. Del mismo modo, el trabajo docente tampoco es o, mejor dicho, no debería ser, una tarea aislada, y ningún profesor/a ha de sentirse desbordado por un conjunto de saberes que, con toda seguridad, sobrepasan las posibilidades de un ser humano. Lo esencial es que pueda darse un trabajo colectivo en todo el proceso de enseñanza/aprendizaje: desde la preparación de las clases a la evaluación. Con este punto de vista, la complejidad de la actividad docente deja de verse como un obstáculo a la eficacia y un factor de desánimo, para convertirse en una invitación a romper con la inercia de una enseñanza monótona y sin perspectivas y a aprovechar la enorme creatividad potencial de la actividad docente. Se trata, en definitiva, de orientar dicha tarea docente como un trabajo colectivo de innovación, investigación y formación permanente.

Éstas son, sin duda, cuestiones capitales a la hora de

plantearnos qué hacer en las clases, es decir, a la hora de clarificar la orientación de nuestro trabajo didáctico. Trataremos a continuación con algún detenimiento los dos primeros bloques de conocimientos: el relativo a «conocer la materia a enseñar» y el que se refiere a «conocer y cuestionar el pensamiento docente espontáneo», que están mereciendo hoy una atención particular de la investigación didáctica (Tobin y Espinet 1989).

2. CONOCER LA MATERIA A ENSEÑAR

Si hay algo en lo que se muestre un consenso absolutamente general entre el profesorado, es, sin duda, en la importancia concedida a un buen conocimiento de la materia a enseñar. Ello podría parecer obvio, hasta el punto de hacer innecesario el tratamiento de dicha cuestión en un planteamiento de la Didáctica de las Ciencias como el que intentamos en este trabajo, necesariamente breve. De hecho, la tónica general de las actividades de formación permanente en nuestro país es dejar de lado lo que se refiere a contenidos científicos, admitiendo así implícitamente que es suficiente la preparación proporcionada en este aspecto por la formación inicial. Sin embargo, resulta cada vez más evidente que, no sólo esa preparación es a menudo insuficiente, sino que —como han mostrado Tobin y Espinet (1989) a partir de un trabajo de tutoría y asesoramiento a profesores de cien-

cias— una falta de conocimientos científicos constituye la principal dificultad para que los profesores afectados se impliquen en actividades innovadoras. Es preciso, además, llamar la atención sobre el hecho de que algo tan aparentemente claro y homogéneo como «conocer el contenido de la asignatura» implica conocimientos profesionales muy diversos (Bromme 1988 y Coll 1987). Consideramos, pues, conveniente realizar la siguiente actividad:

Diversos estudios han mostrado la importancia decisiva de un conocimiento profundo de la materia a enseñar (hasta el punto de que su ausencia constituye, quizás, el obstáculo fundamental para la innovación). Conviene pues, clarificar mínimamente cuáles entendemos que han de ser los conocimientos de la materia que como docentes precisamos.

Las aportaciones hechas en respuesta a esta cuestión por distintos grupos de trabajo (Cuadro 1) suelen coincidir básicamente en que un buen conocimiento de la materia supone, para los profesores de ciencias:

*Conocer la historia de las ciencias, es decir, conocer los problemas que originaron la construcción de los conocimientos científicos (Otero 1985 y 1989), cómo llegaron a articularse en cuerpos coherentes, cómo evolucionaron, cuáles fueron las dificultades (Saltiel y Viennot 1985, Matthews 1990)...

*Conocer las orientaciones metodológicas empleadas en la construcción de los conocimientos, es decir, la forma en que los científicos abordan los problemas, las características más notables de su actividad (Gil 1983 y 1986, Hodson 1985, Millar y Driver 1987).

*Conocer las interacciones Ciencia/Técnica/Sociedad asociadas a dicha construcción, sin ignorar el carácter a menudo dramático del papel social de las ciencias, la necesidad de la toma de decisiones... (Aikenhead 1985, Solbes y Vilches 1989, Jiménez y Otero 1990).

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

*Saber seleccionar contenidos adecuados que proporcionen una visión actual de la ciencia y sean asequibles a los alumnos y susceptibles de interesarles. (Piaget 1969, Caamaño 1988, Hewson y Hewson 1988).

Como señala Linn (1987), este conocimiento profundo de la materia es central para una enseñanza eficaz y no puede adquirirse, obviamente, en el período siempre breve de una formación inicial, y mucho menos con la orientación actual de la misma (McDermott 1990). En definitiva, la atención a un buen dominio de la materia aparece también desde un punto de vista didáctico como algo fundamental. Los mismos alumnos son extraordinariamente sensibles a ese dominio de la materia por el profesorado, considerándola a justo título como un requisito esencial de su propio aprendizaje (Carrascosa et al. 1990).

Cuadro 1

1. Conocer la materia a enseñar

1.1. Un buen conocimiento de la materia. ¿Obvio?. Por supuesto. Pero no está de sobra "recordarlo" en primer lugar para salir al paso de incorrectas infravaloraciones de los conocimientos a aprender por los alumnos. Se trata, además, de adquirir un conocimiento significativo y de una cierta profundidad de la materia:

- * conocer los problemas que originaron la construcción de dichos conocimientos y cómo llegaron a articularse en cuerpos coherentes;
- * conocer la metodología empleada;
- * conocer las interacciones ciencia / técnica / sociedad asociadas a dicha construcción;
- * tener algún conocimiento de los desarrollos recientes y sus perspectivas para poder transmitir una visión dinámica, no cerrada;
- * tener conocimientos de otras materias relacionadas para poder abordar los "problemas-frontera", las interacciones entre campos distintos y los procesos de unificación; ...

1.2. Saber seleccionar contenidos adecuados que den una visión correcta de la ciencia y sean asequibles a los alumnos y susceptibles de interesarles.

3. CUESTIONAR LAS IDEAS DE SENTIDO COMÚN SOBRE LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

De los grandes capítulos de los conocimientos que los profesores de ciencias necesitamos, reflejo de la complejidad esencial de la actividad docente, solemos referirnos con detalle y pertinencia—como hemos visto en el apartado anterior—al conocimiento de la materia. Y son igualmente pertinentes—si se proporciona al profesorado el tiempo y el marco adecuados—las referencias a otros capítulos como:

—Adquirir conocimientos teóricos sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.

—Poder realizar una crítica fundamentada de la enseñanza habitual.

—Saber preparar las actividades de aprendizaje.

—Saber dirigir la actividad de los alumnos.

—Saber evaluar el proceso de enseñanza/aprendizaje.

—Poder implicarse en tareas de innovación e investigación.

Por el contrario, son siempre escasas las referencias a la necesidad de *conocer y cuestionar el pensamiento docente espontáneo*. Vale la pena destacar esto porque si la falta de dominio en los conocimientos científicos aparece, en el estudio realizado por Tobin y Espinet (1989), como un primer y grave impedimento para una actividad docente innovadora y creativa, dicho estudio parece mostrar que la segunda dificultad mayor procede de aquello que los profesores ya sabemos (a menudo sin saber que lo sabemos), de aquello que constituye el «pensamiento docente de sentido común». En efecto, comienza hoy a comprenderse (Gené y Gil 1987, Shuell 1987, Hewson y Hewson 1988) que los profesores tienen ideas, actitudes y comportamientos sobre la enseñanza, debidos a una larga formación «ambiental» durante el período en que fueron alumnos. La influencia de esta formación incidental es enorme porque responde a experiencias reiteradas y se adquiere de forma no reflexiva como algo natural, obvio, «de sentido común», escapando así a la crítica y convirtiéndose en un verdadero obstáculo. Prueba de ello es la práctica ausencia de referencias a este aspecto, incluso entre los grupos de profesores más productivos. Sin embargo, basta que la cuestión se plantee explícitamente para que se produzca una casi inmediata toma de conciencia de la importancia que este aspecto tiene en nuestra docencia y se prodiguen los ejemplos de ideas de sentido común que pueden estar bloqueando nuestra capacidad de renovación de la enseñanza. Plan- tearemos, pues, aquí, esa misma cuestión:

Enumerar, a título de hipótesis, posibles preconcepciones del profesorado de Ciencias sobre cualquier aspecto de la enseñanza/aprendizaje (tanto de las Ciencias como en general) que convenga sacar a la luz y analizar con vistas a un replanteamiento de la actividad docente.

Las aportaciones que los grupos de profesoras y profesores suelen hacer en respuesta a la cuestión anterior son numerosas y, una vez más, se corresponden con problemas clave de la enseñanza/aprendizaje de las ciencias ampliamente recogidos en la literatura especializada. En el cuadro 2 hemos intentado recoger algunos ejemplos de aspectos a cuestionar en el pensamiento y comportamiento docente espontáneo del profesorado de ciencias. La relevancia de los mismos viene respaldada por la amplia literatura existente en torno a dichos problemas, como intentaremos mostrar a continuación con una breve selección bibliográfica sobre las ideas, comportamientos y actitudes docentes de sentido común:

Cuadro 2

2. Conocer y cuestionar el "pensamiento docente de sentido común".

- 2.0. Conocer la existencia de un pensamiento espontáneo de lo que es enseñar Ciencias -fruto de una impregnación ambiental que hace difícil su transformación- y analizarlo críticamente.
a título de ejemplo:
- 2.1. Cuestionar la visión simplista que el profesorado de ciencias tiene y transmite de lo que es la ciencia y el trabajo científico. Cuestionar en particular la forma en que se enfocan los problemas, los trabajos prácticos y la introducción de conceptos.
- 2.2. Cuestionar la reducción habitual del aprendizaje de las ciencias a ciertos conocimientos y destrezas olvidando aspectos históricos, sociales... A este propósito es esencial cuestionar la "obligación de cubrir el programa" (en general enciclopédico) lo que se aduce -junto con la "falta de material", etc- como obstáculo para profundizar debidamente en los temas o prestar suficiente atención a cuestiones como los trabajos prácticos, las relaciones ciencia/sociedad, etc...
- 2.3. Cuestionar el carácter "natural" del fracaso generalizado de los alumnos y adquirir (y transmitir) expectativas positivas. Cuestionar, en particular, el determinismo biológico (alumnos "listos" y "torpes") y el sociológico (no se puede hacer nada con alumnos "marcados" por medios culturalmente desfavorecidos) Ser consciente de que se tiene una actitud disjunta hacia los alumnos y hacia las alumnas por lo que respecta a la "capacidad" para hacer ciencia. Es preciso a este respecto cuestionar la supuesta objetividad de las evaluaciones, así como su uso casi exclusivo para juzgar a los alumnos.
- 2.4. Ser consciente del grave problema de las actitudes negativas hacia la ciencia y su aprendizaje y conocer que su origen está muy relacionado con el tipo de enseñanza, actitud y expectativas del profesor hacia los alumnos, etc...
- 2.5. Cuestionar el clima generalizado de frustración asociado a la actividad docente y, sin ignorar los problemas, saber apreciar las satisfacciones potenciales que esta actividad comporta como tarea abierta y creativa. Cuestionar igualmente la idea opuesta de una enseñanza "capaz de cambiar el mundo".
- 2.6. Cuestionar la idea de que enseñar es fácil, cuestión de personalidad, de sentido común o de encontrar la receta adecuada. Tomar conciencia de la necesidad de un trabajo colectivo y de una concepción teórica que articule los planteamientos didácticos. Ser consciente, en particular, de la necesidad de un buen conocimiento de cómo se aprende.
- 2.7. Cuestionar el autoritarismo (explícito o latente) de la organización escolar y, en el polo opuesto, el simple *laissez-faire*.

...etc, etc, etc...

*La visión simplista de lo que es la ciencia y el trabajo científico (Ausubel 1978, Gil 1983 y 1986, Hodson 1985, Schibecchi 1986, Tobin 1986, Millar y Driver 1987, Solbes y Vilches 1989). Cuestionar en particular la forma en que se enfocan los problemas (Gil, Martínez-Torregrosa y Senet 1988, Gil, Dumas-Carré, Caillot, Martínez-Torregrosa y Ramírez 1988), los trabajos prácticos (Gil y Payá 1988) y la introducción de conceptos (Viennot 1976, Posner et al. 1982, Sebastià 1984, Driver 1986, Gil y Carrascosa 1990...).

*La reducción habitual del aprendizaje de las ciencias a ciertos conocimientos y (a lo sumo) algunas destrezas, olvidando aspectos históricos, sociales... (Krasilchik 1979, Gil 1985, Aikenhead 1985, Hodson 1987, Solbes y Vilches 1989, Jiménez y Otero 1990...). A este respecto es esencial cuestionar la «obligación de cubrir el programa» (en general enciclopédico), lo que se convierte en obstáculo para profundizar debidamente en los temas (Piaget 1969).

*El carácter «natural» del fracaso generalizado de los alumnos y alumnas en las materias científicas y las expectativas negativas que se derivan: cuestionar el determinismo biológico (alumnos «listos» y «torpes») y el sociológico (no se puede hacer nada con alumnos «marcados» por medios culturalmente desfavorecidos). Ser consciente, en particular, de que se tiene una actitud distinta hacia los alumnos y hacia las alumnas por lo que respecta a la «capacidad» para las ciencias (Spears 1984). Es preciso a este respecto cuestionar la supuesta objetividad de las evaluaciones, así como su uso casi exclusivo para juzgar a los alumnos (Hoyat 1962, Ausubel 1978, Gimeno 1982, López y Llopis et al. 1983, Colombo, Pesa y Salinas 1986, Linn 1987).

*La atribución de las actitudes negativas hacia la ciencia y su aprendizaje (Schibecci 1984, Escudero 1985, Yager y Penick 1986) a causas externas (sociales, etc.), ignorando el papel que en ello juega el tipo de enseñanza, actitud y expectativas del profesorado hacia los alumnos, etc. (Rivas 1986).

*El autoritarismo (explícito o latente) de la organización escolar y, en el polo opuesto, el simple *laissez-faire* (Alberti et al. 1970, Ausubel 1978).

*El clima generalizado de frustración asociado a la actividad docente, ignorando las satisfacciones potenciales que esta actividad comporta como tarea abierta y creativa (Gil 1985, Rivas 1986).

*La idea de que enseñar es fácil, cuestión de personalidad, de sentido común o de encontrar la receta adecuada. Tomar conciencia de la necesidad de un trabajo colectivo y de una concepción teórica que articule los planteamientos didácticos: la Didáctica de las Ciencias existe ya como campo de investigación y docencia en rápido desarrollo (Aliberas et al. 1989, Astolfi y Develay 1989, Cañal y Porlan 1988, Dibar 1990, Fernández Uría 1979, Gutiérrez 1987, Lucas 1986, Moreira y Novak 1988, Serrano 1987, Shayer 1984, Tiberghien 1985, Viennot 1989...). Ser consciente, en particular, de la necesidad de un buen conocimiento de cómo se aprende (Resnick 1983, Novak y Gowin 1988).

4. LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO Y LA ACTIVIDAD DOCENTE COMO CAMBIO DIDÁCTICO

Podemos ahora sintetizar el trabajo realizado hasta aquí: por una parte hemos visto cómo las profesoras y profesores de ciencias tenemos toda una serie de ideas, comportamientos y actitudes en torno a los problemas de enseñanza/aprendizaje que pueden constituir obstáculos para una actividad docente innovadora, en la medida misma en que se trata de concepciones espontáneas, aceptadas acríticamente como parte de una docencia de sentido común. Pero hemos visto también ejemplos de cómo una «reflexión descondicionada», es decir, un trabajo colectivo con un mínimo de profundidad en torno a los problemas planteados, conduce a análisis y propuestas coincidentes en gran medida con los resultados de la investigación educativa.

Nuestra hipótesis básica es precisamente que las deficiencias en nuestra preparación docente no constituyen ningún obstáculo insalvable y que los distintos problemas pueden ser abordados y resueltos por equipos docentes en un proceso creativo y satisfactorio. Desde ese punto de vista, insistimos, no consideramos necesario, ni conveniente, transmitir propuestas didácticas, presentadas como productos acabados, sino que se debe favorecer un trabajo de *cambio didáctico* que conduzca a los profesores, a partir de sus propias concepciones, a ampliar sus recursos y modificar sus perspectivas.

El hilo conductor para un trabajo de renovación didáctica ha de ser, en nuestra opinión, la problemática que genera la práctica y las propias concepciones espontáneas. El esfuerzo para contemplar esas concepciones espontáneas como hipótesis de trabajo y no como evidencias incuestionables, permitirá un tratamiento de los problemas abierto a nuevas perspectivas, haciendo ver la necesidad de conectar los estudios puntuales con el cuerpo de conocimientos elaborado por la comunidad científica en el campo de la didáctica de las ciencias, es decir, dando una orientación teórica a la actividad docente.

Terminamos aquí esta aproximación a los conocimientos que los profesores de ciencias necesitamos; nos hemos centrado muy particularmente en aquéllos cuya carencia aparece como obstáculo mayor para una docencia innovadora y creativa, sin que sea posible seguir tratando aquí, por razones de espacio, el resto de los bloques de conocimientos que hemos incluido en la figura 1. Nos limitaremos por ello a presentar una breve síntesis de los aspectos a considerar en cada bloque (Cuadros 3 a 8), rimitiéndonos a otros documentos para el tratamiento más detenido de dichos documentos (Gil, Carrascosa, Furió y Martínez-Torregrosa 1990).

Cuadro 3

3. Adquirir conocimientos teóricos sobre el aprendizaje de las Ciencias

- 3.1. Adquirir conocimientos de psicología y sociología del adolescente que permitan comprender y favorecer sus aprendizajes.
- 3.2. Saber que el alumno aprende significativamente construyendo conocimientos, investigando.
- 3.3. Conocer la importancia de las actitudes en el aprendizaje y la influencia que en las mismas tiene el clima del aula y del centro, las expectativas del profesor, su compromiso personal con el progreso de los alumnos, etc.... Se trata de dar toda su importancia a los factores afectivos en el aprendizaje.
- 3.4. Conocer el carácter social de la construcción de conocimientos científicos y saber organizar el aprendizaje consecuentemente.
- 3.5. Conocer la existencia de preconcepciones (y su origen) difíciles de reemplazar si no es mediante un cambio conceptual y metodológico que aproxime el aprendizaje a las características del trabajo científico.
- 3.6. Saber que los conocimientos son respuestas a cuestiones, lo que implica plantear el aprendizaje a partir de situaciones problemáticas.

Cuadro 4

4. Crítica fundamentada de la enseñanza habitual.

- 4.1. Conocer las limitaciones de los habituales currículos enciclopédicos (y al mismo tiempo reduccionistas: ver 2.3). Conocer y tener muy en cuenta, que la construcción de conocimientos precisa tiempo.
- 4.2. Conocer las limitaciones de la forma habitual de introducir conocimientos, (tratamientos puramente operativos, etc.) y saber romper con dicha orientación.
- 4.3. Conocer las limitaciones de los trabajos prácticos habitualmente propuestos: visión deformada de trabajo científico...
- 4.4. Conocer las limitaciones de los problemas habitualmente propuestos: simples ejercicios repetitivos....
- 4.5. Conocer las limitaciones de las formas de organización escolar habituales.

Cuadro 5

5. Saber preparar programas de actividades:

- 5.1. Saber transformar los contenidos en programas de actividades (situaciones problemáticas) estimulantes a través de las cuales los alumnos puedan reconstruir los conocimientos, adquirir destrezas y actitudes científicas y transformar su visión del mundo.

actividades de iniciación

- 5.2. Saber plantear actividades que proporcionen una concepción e interés preliminar de la tarea.
- 5.3. Tener en cuenta las ideas, visión del mundo, destrezas y actitudes que los alumnos ya poseen.
- 5.4. Tener en cuenta los pre-requisitos para el estudio a realizar, no dándolos por sabidos sin la necesaria revisión. (¡Tener presente las leyes del olvido!).

actividades de desarrollo

- 5.5. Plantear situaciones problemáticas para su estudio cualitativo (oportunidad para que los alumnos comiencen a explicitar sus ideas).
- 5.6. Proponer la formulación de problemas precisos (a partir de las situaciones problemáticas y su tratamiento científico, con introducción de conceptos, emisión de hipótesis, ... (oportunidad para que las ideas previas sean utilizadas para hacer predicciones, etc.)
- 5.7. Plantear la elaboración de estrategias de resolución y diseños experimentales para la contrastación de las hipótesis.
- 5.8. Proponer la resolución y el análisis de los resultados obtenidos por los alumnos y por otros colectivos, lo que puede convertirse en ocasión de conflicto cognoscitivo y hacer posible la introducción de las concepciones científicas.
- 5.9. Plantear el manejo reiterado de los nuevos conocimientos en una variedad de situaciones para hacer posible la profundización y afianzamiento de los mismos.
- 5.10. Dirigir todo este tratamiento a mostrar el carácter de cuerpo coherente de conocimientos que tiene toda ciencia.
- 5.11. No olvidar el tratamiento de las relaciones Ciencia/Técnica/Sociedad que enmarcan el desarrollo científico y propiciar el entrenamiento en la toma de decisiones.

actividades de acabado

- 5.12. Plantear actividades adecuadas de acabado: síntesis, esquemas, mapas conceptuales, elaboración de productos, planteamiento de nuevos problemas,...

Cuadro 6

Cuadro 8

6. Saber dirigir las actividades de los alumnos

- 6.1. Presentar adecuadamente las actividades a realizar haciendo posible que los alumnos adquieran una concepción global de la tarea y se interesen por la misma.
- 6.2. Saber dirigir ordenada y sistemáticamente las actividades de aprendizaje. Facilitar, en particular, el funcionamiento de los pequeños grupos y los intercambios enriquecedores, dirigiendo adecuadamente las puestas en común y tomando decisiones fundamentadas en el complejo contexto que supone la clase.
- 6.3. Facilitar oportunamente la información necesaria para que los alumnos contrasten la validez de su trabajo, abriendo nuevas perspectivas, etc...
- 6.4. Realizar síntesis y reformulaciones que pongan en valor las aportaciones de los alumnos y orienten debidamente el desarrollo de la tarea.
- 6.5. Saber actuar, en síntesis, como experto capaz de dirigir el trabajo de varios equipos de "investigadores novatos" y de transmitir su propio interés por la materia y por el desarrollo intelectual de los alumnos.
- 6.6. Crear un buen clima de funcionamiento de la clase, sabiendo que una buena "disciplina" es el resultado de un trabajo interesante y de correctas relaciones entre profesor y alumnos marcadas por la cordialidad y la aceptación.
- 6.7. Contribuir a establecer formas de organización escolar que favorezcan interacciones fructíferas entre el aula, el centro y el medio exterior.

8. Utilizar la investigación e innovación:

- 8.1. Estar familiarizado con la investigación e innovación didáctica, conocer las líneas prioritarias, su aplicabilidad al trabajo del aula, etc...
- 8.2. Tener una mínima preparación para realizar (participar en) investigaciones e innovaciones.
- 8.3. Plantear la preparación de los programas de actividades y toda la labor docente como un trabajo colectivo permanente de investigación, innovación y toma de decisiones fundamentadas.

Cuadro 7

7. Saber evaluar

- 7.1. Concebir y utilizar la evaluación como instrumento de aprendizaje que permite suministrar retroalimentación adecuada.
- 7.2. Ampliar el concepto y la práctica de la evaluación al conjunto de saberes, destrezas y actitudes que incierte contemplar en el aprendizaje de las ciencias, superando su habitual limitación a los "conocimientos teóricos".
- 7.3. Introducir formas de evaluación de su tarea docente por los alumnos y otros profesores como instrumento de mejora de la propia enseñanza.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIKENHEAD, G.S., 1985. Collective decision making in the social context of science, *Science Education*, 69(4), pp. 453-475.

ALBERTI, A. et al., 1970. *El autoritarismo en la escuela*. (Fontanella: Barcelona).

ALIBERAS, J., GUTIÉRREZ, R. e IZQUERDO, M., 1989. La didáctica de las ciencias: una empresa racional, *Enseñanza de las Ciencias*, 7(3), pp. 277-284.

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

AUSUBEL, D.P., 1978. *Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. (Trillas: México).

BRINCONES, I., FUENTES, A., NIEDA, J., PALACIOS, M.J. y OTERO, J., 1986. Identificación de comportamientos y características deseables del profesorado de ciencias experimentales del bachillerato, *Enseñanza de las Ciencias*, 4(3), pp. 209-222.

CAÑAL, P. y PORLAN, R., 1987. Investigando la realidad próxima: un modelo didáctico alternativo, *Enseñanza de las Ciencias*, 5(2), pp. 89-96.

CARRASCOSA, J., FERNÁNDEZ, I., GIL, D. y OROZCO, A., 1990. La visión de los alumnos sobre lo que el profesorado de ciencias ha de saber y saber hacer, *Investigación en la Escuela* (pendiente de publicación).

COLL, C., 1987. *Psicología y Currículum*. (Laia: Barcelona).

COLOMBO, L., PESA, M. y SALINAS, J., 1986. La realimentación en la evaluación de un curso de laboratorio de Física, *Enseñanza de las Ciencias*, 4(2), pp. 122-128.

FERNÁNDEZ URÍA, E., 1979. *Estructura y Didáctica de las Ciencias*. (MEC: Madrid).

DRIVER, R., 1986. Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos, *Enseñanza de las Ciencias*, 4(1), pp. 3-15.

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(2), pp. 257-265.

GENÉ, A. y GIL, D., 1987. Tres principios básicos en el diseño de la formación del profesorado, *Andecha Pedagógica*, 18, pp. 28-30.

GIL, D., 1983. Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias, *Enseñanza de las Ciencias*, 1, pp. 26-33.

GIL, D., 1985. El futuro de la Enseñanza de las Ciencias, *Revista de Educación*, 278, pp. 27-38.

- GIL, D., 1986. La metodología científica y la enseñanza de las ciencias: unas relaciones controvertidas, *Enseñanza de las Ciencias*, 4(2), pp. 111-121.
- GIL, D. y CARRASCOSA, J., 1990. What to do about science misconceptions?, *Science Education*, 74(4).
- GIL, D., CARRASCOSA, J., FURIÓ, C. y MARTÍNEZ-TORREGROSA, J., 1990. *La Enseñanza de las Ciencias para la Educación Secundaria*. (HORSORI e ICE Universitat de Barcelona: Barcelona).
- GIL, D., DUMAS-CARRÉ, A., CAILLOT, M., MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. y RAMÍREZ, L., 1988. La resolución de problemas de lápiz y papel como actividad de investigación, *Investigación en la Escuela*, 6, pp. 3-20.
- GIL, D., MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. y SENENT, F., 1988. El fracaso en la resolución de problemas: una investigación orientada por nuevos supuestos, *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), pp. 131-146.
- GIMENO, J., 1982. *La pedagogía por objetivos: obsesión por la eficiencia*. (Morata: Madrid).
- GUTIÉRREZ, R., 1987. La investigación en didáctica de las ciencias. Elementos para su comprensión, *Bordón*, 268, pp.339-362.
- HEWSON, P.W. y HEWSON, M., 1988. An appropriate conception of teaching science: a view from studies of science learning, *Science Education*, 72(2), pp. 597-614.
- HODSON, D., 1985. Philosophy of science, science and science education, *Studies in science education*, 12, pp. 25-57.
- HODSON, D., 1987. Social control as a factor in science curriculum change, *International Journal of Science Education*, 9(5), pp. 529-540.
- HOYAT, F., 1962. *Les Examens*. (Bourrellet: París).
- JIMÉNEZ, M.P. y OTERO, L., 1990. La ciencia como construcción social, *Cuadernos de Pedagogía*, 180, pp. 20-22.
- KRASILCHIK, M., 1979. Biology Teaching in Brazil: a case of curricular transformation, *Journal of Biological Education*, 13(4), pp. 311-314.
- LINN, M.C., 1987. Establishing a research base for science education: challenges, trends and recommendations, *Journal of Research in Science Teaching*, 24(3), pp. 191-216.
- LÓPEZ, N., LLOPIS, R., LLORENS, J.A., SALINAS, B. y SOLER, J., 1983. Análisis de dos modelos evaluativos referidos a la Química de COU y Selectividad, *Enseñanza de las Ciencias*, 1(1), pp. 21-25.
- LUCAS, A.M., 1986. Tendencias en la investigación sobre enseñanza/aprendizaje de la Biología, *Enseñanza de las Ciencias* 4(3), pp.189-198.
- MATTHEWS, M.R., 1990. History, Philosophy and Science Teaching: A rapprochement, *Studies in Science Education*, 18, pp. 25-51.
- McDERMOTT, L.C., 1990. A perspective on teacher preparation in physics -and other sciences: the need for special science courses for teachers, *American Journal of Physics*, 58(8), pp. 734-742.
- MILLAR, R. y DRIVER, R., 1987. Beyond Processes, *Studies in Science Education*, 14, pp. 33-62.
- MOREIRA, M. y NOVAK, J.D., 1988. Investigación en enseñanza de las ciencias en la Universidad de Cornell: esquemas teóricos, cuestiones centrales y abordajes metodológicos, *Enseñanza de las Ciencias*, 6(1), pp. 3-18.
- NOVAK, D. y GOWIN, B., 1988. *Aprender a aprender*. (Martínez Roca: Barcelona).
- OTERO, J., 1985. Assimilation problems in traditional representation of scientific knowledge, *European Journal of Science Education*, 7(4), pp. 361-369.
- OTERO, J., 1989. La producción y la comprensión de la ciencia: la elaboración en el aprendizaje de la ciencia escolar, *Enseñanza de las Ciencias*, 7(3), pp. 223-228.
- RESNICK, L.B., 1983. Mathematics and Science Learning: a new conception, *Science*, 220, pp. 477-478.
- RIVAS, M., 1986. Factores de eficacia escolar: una línea investigación didáctica, *Bordón*, 264, pp. 693-708.
- SALTIEL, E. y VIENNOT, L., 1985. ¿Qué aprendemos de las semejanzas entre las ideas históricas y el razonamiento espontáneo de los estudiantes?, *Enseñanza de las Ciencias*, 3(2), pp. 137-144.
- SATTERLY, D. y SWAM, N., 1988. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(3), pp. 278-284.
- SCHIBECCI, R.A., 1984. Attitudes to science: an update, *Studies in Science Education*, 11, pp. 26-59.
- SCHIBECCI, R.A., 1986. Images of science and scientist and science education, *Science Education*, 70 (2), pp. 139-149.
- SEBASTIÀ, J.M., 1984. Fuerza y movimiento: la interpretación de los estudiantes, *Enseñanza de las Ciencias* 2(3), pp. 161-169.
- SERRANO, T., 1987. Representaciones de los alumnos en Biología: estado de la cuestión y problemas para su investigación en el aula, *Enseñanza de las Ciencias*, 5(3), pp. 181-188.
- SHAYER, M. y ADEY, P., 1984. *La ciencia de enseñar ciencia*. (Narcea: Madrid).
- SHUELL, T.J., 1987. Cognitive psychology and conceptual change: implications for teaching science, *Studies in Science Education*, 14, pp. 63-82.
- SOLBES, J. y VILCHES, A., 1989. Interacciones Ciencia/Técnica/Sociedad: un instrumento de cambio actitudinal, *Enseñanza de las Ciencias*, 7(1), pp. 14-20.
- SPEARS, M.G., 1984. Sex bias in science teachers' ratings of work and pupils characteristics, *European Journal of Science Education*, 6, pp. 369-377.
- TIBERGHIE, A., 1985. Quelques éléments sur l'évolution de la recherche en didactique de la physique, *Revue Française de Pédagogie*, 72, pp. 71-86.
- TOBIN, K., 1986. Secondary science laboratory activities, *European Journal of Science Education*, 8(2), pp. 199-211.
- TOBIN, K. y ESPINET, M., 1989. Impediments to change: application of coaching in high school science teaching, *Journal of Research in Science Teaching*, 26(2), pp. 105-120.
- VIENNOT, L., 1976. *Le Raisonnement Spontané en Dynamique élémentaire*. Tesis Doctoral, Universitat de París 7. (Herman: París).
- VIENNOT, L., 1989. L'enseignement des sciences physiques, objet de recherche, *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 716, pp. 899-910.
- YAGER, R.E. y PENICK, J.E., 1986. Perception of four groups towards science classes, teachers and value of science, *Science Education*, 70(4), pp. 335-363.