

## **FORMACIÓN DE DOCENTES EN FÍSICA : ANÁLISIS Y PROPOSICIONES**

*Anna Maria Pessoa de Carvalho, Université de Sao Paulo, Brésil, et  
Daniel Gil-Perez, Université de Valencia, Espagne.*

La investigación en didáctica ha mostrado la existencia de grandes diferencias entre los objetivos de un programa de enseñanza y lo que realmente enseñan los docentes. (Cronin-Jones, 1991). Estas diferencias se refieren a la influencia ejercida por los docentes en la puesta en práctica de los programas de ciencias en la enseñanza secundaria. Esta posición es de vital importancia en una asignatura como la física, donde se denotan cambios radicales de los programas (algunos ya puestos en práctica) en este nivel. Por otra parte, quizás como consecuencia de esto, se observa un fuerte porcentaje de alumnos que no logran un éxito en física y además se observa en constante progresión una actitud negativa de los alumnos hacia las ciencias y a su aprendizaje (yager & Penich, 1985).

Estos resultados van en contra de la idea simplista de la enseñanza de las ciencias como una actividad que exige únicamente un sólido saber científico, así como una cierta experiencia. Es decir, estos resultados han puesto en evidencia que la formación de un docente no puede ser reducida a una serie de cursos científicos, como se ha venido haciendo hasta ahora.

Un método, experimentado en numerosos países, consiste en completar los cursos científicos por cursos relativos a la enseñanza propiamente dicho. ¿Cuáles son los resultados de este método ?

Como ha demostrado Mcdermont (1990), los cursos universitarios no suministran en general el tipo de formación que los docentes deberían tener :

- La enseñanza en clase en forma de cursos estimula el aprendizaje pasivo ; los futuros enseñantes se acostumbran a recibir más que a transmitir conocimientos o más bien a construir conocimientos.
- Los problemas tradicionales presentes en la clase conducen a soluciones algorítmicas, repetitivas y no llegan a estimular el tipo de razonamiento necesario para aproximarse a nuevas situaciones y responder a preguntas imprevistas que el alumno sea capaz de razonar y solucionar.
- El trabajo de laboratorio pone en práctica una serie de materiales complejos que no están disponibles en la escuela secundaria, y sobre todo, este es restringido a simples verificaciones, como especie de recetas de cocina, que dan una idea reduccionista y deformada de la actividad científica.

Por otro lado, los cursos de didáctica o de pedagogía están completamente de la enseñanza del contenido, y los docentes no pueden ver el interés de estos cursos por sus propios problemas de enseñanza y de aprendizaje.

Hoy en día, se plantea que la situación debe cambiar por el auge impresionante que ha experimentado la didáctica (Tiberghien, 1985 ; Linn, 1987 ; Viennot, 1989), como una ciencia con un cuerpo de saberes coherentes y específicos (Gil et al., 1991 ; Hobson, 1992). Así, la

formación profesional de los docentes de física puede ser centrada en los problemas de enseñanza y de aprendizaje de la física, llevando a sí a la adquisición de un fundamento teórico de la práctica.

¿Cuáles pueden ser las principales implicaciones de la didáctica en la formación de los docentes de física?

Se plantean cuatro puntos que, desde nuestro punto de vista, son fundamentales y constituyen manifiestamente una ruptura con la idea simplista de la formación de los docentes. Estos cuatro puntos fundamentales son: 1) la necesidad de un conocimiento profundo de la disciplina que se enseña – conocimiento que, de lejos, sobrepase la posición reduccionista adoptada generalmente; 2) el cuestionamiento de las ideas «de sentido común» de los docentes sobre la enseñanza y el aprendizaje de la física; 3) la adquisición de conocimientos teóricos sobre el aprendizaje de la física; 4) la implicación en la investigación en didáctica de la física y en la innovación.

## CONOCER LA DISCIPLINA A ENSEÑAR

En reacción a la atención acordada tradicionalmente al contenido específico en la preparación de la clase, las proposiciones emitidas han hecho poco importantes los contenidos. En la mayoría de los cursos actuales de formación de docentes, se observa que las actividades se centran esencialmente en proposiciones de metodologías innovadoras de enseñanza, con una falta sorprendente de insistencia en el contenido específico. Esta actitud, pareciera una aceptación implícita de que es suficiente una formación inicial sobre este aspecto. Sin embargo, cada vez es más evidente que esta preparación inicial es, en efecto, insuficiente (Krasilchik, 1995), etc., como Tobin y Espinet (1989), han mostrado en su artículo sobre el sostén y la asistencia a los docentes de ciencias, la falta de conocimientos científicos es el principal obstáculo a la adopción por los docentes de actividades innovadoras. Pacca y Villani (1992) llegaron a los mismos resultados trabajando con docentes de ciencias del Brasil.

Además, es necesario llamar la atención en el hecho de que algo aparentemente simple como «conocer la disciplina a enseñar» supone conocimientos profesionales muy diversos (Coll, 1987, Bromme, 1988): conocimientos que se prolongan más allá de los suministrados tradicionalmente en los cursos de la escuela secundaria. Para atenerse a los hechos, conocer la disciplina debería incluir (Gil & carvalho, 1994):

1.1.- Conocer los problemas que han surgido en el momento de la construcción del saber a enseñar, sin los cuales el saber pareciera haber sido construido arbitrariamente. Conocer *la historia de las ciencias*, no solamente como aspecto fundamental de la cultura científica, sino, en definitiva, como un medio de asociar el conocimiento científico a los problemas han conducido a la construcción de este conocimiento (Otero, 1985; Mattheus, 1990, 1994, Castro & Carvalho, 1995). Y sobre todo, conocer *las dificultades que se presentan en la construcción de este conocimiento, los obstáculos epistemológicos en juego*, este conocimiento constituye una ayuda esencial para la comprensión de las dificultades de los alumnos (Saltiel & Viennot, 1985; Driver, 1994); conocer igualmente cómo este conocimiento se desarrolla y cómo los diferentes puntos llegan a encontrarse en un cuerpo de saber lógico y, en consecuencia, evitar las ideas estáticas y dogmáticas que deforman la naturaleza profunda del trabajo científico (Gagliardi & Giordan, 1986);

1.2.- *Conocer las orientaciones metodológicas utilizadas en la construcción del saber.* Es decir, saber como los investigadores aproximan los problemas, los aspectos más relevantes de su actividad y los criterios utilizados para validar las teorías. Este conocimiento es esencial para, en la enseñanza, orientar de manera apropiada las prácticas de laboratorio, la resolución de problemas, y la construcción de conocimientos por parte de los alumnos Gil et al. 1991) ;

1.3.- *Conocer las interacciones ciencia, tecnología y sociedad.* Esto es esencial para dar una imagen correcta de la física, puesto que el trabajo de los científicos no es realizado fuera de la sociedad en la cual viven – este es afectado por los problemas y las circunstancias del contexto histórico – y sus acciones influyen netamente el medio físico y social. Puede parecer superfluo el insistir sobre este punto, pero cuando se analiza nuestra enseñanza de la universidad, observamos que esta es reducida a la transmisión de contenidos conceptuales, desprovistos de aspectos históricos, sociales y tecnológicos que señalen el desarrollo de la humanidad.

14.- *Adquirir conocimientos sobre los desarrollos recientes en el campo científico* para transmitir una idea dinámica y abierta de la física. Es necesario adquirir conocimientos sobre otros dominios del saber con los cuales tenga relación la ciencia, « *a fin de ser capaz de aproximar los problemas que le son afines o que se encuentran en las fronteras de estas* », las interacciones entre los diferentes dominios y los procesos de unificación.

1.5.- *Saber cómo escoger un contenido apropiado*, accesible a los alumnos y susceptible de levantar su interés y dar una idea correcta de la física.

16.- *Estar preparado para profundizar los conocimientos adquiridos durante los cursos de formación inicial de los docentes*, considerando con atención los progresos científicos y los cambios de los programas.

## **Conocer las ideas espontáneas de los docentes sobre la física, y de la enseñanza y el aprendizaje de la misma.**

Las investigaciones recientes en didáctica muestran que los docentes tienen ideas, actitudes y comportamientos relativos a la enseñanza de la ciencia que se sustentan por efecto de un largo periodo de formación « ambiental » - el periodo durante el cual ellos han sido alumnos (Hewson & Hewson, 1988). La influencia de esta formación es enorme puesto que ella corresponde a experiencias reiteradas adquiridas de manera inconsciente y como algo natural que escapa a la crítica.

En efecto, como Bell y Pearson (1992), lo han mostrado, no es posible modificar lo que los docentes y los alumnos hacen en la clase sin transformar su epistemología, sus concepciones sobre la manera como se construye el conocimiento, sus ideas de la ciencia. Lo que no es solamente una cuestión de inductivismo extremo bien conocido y denunciado a menudo. Debemos tener cuidado de que se produzcan otras distorsiones. (Gil, 1993) Hodson, 1993; Guibert & Meloche, 1993) como por ejemplo :

2.1.- El inductivismo extremo, pone el énfasis en la observación « libre » y la experimentación (« no sujeta a ideas a priori ») y olvida el rol esencial jugado por la elaboración de hipótesis y por la construcción de bloques coherentes de conocimientos

(teorías). En detrimento de la importancia acordada a la experimentación, la enseñanza de la ciencia aparece muy frecuentemente libresca, con un poco de trabajos prácticos. Por esta razón, la experimentación guarda el encanto de una « revolución incumplida ». Esta visión inductivista sostiene la orientación del aprendizaje como descubrimiento y la reducción del aprendizaje de la ciencia al proceso científico.

2.2.- *Una visión rígida* (algorítmica, exacta infalible,...dogmática). « El método científico » está presente como una consecuencia lineal de etapas a seguir paso a paso. Resaltando el tratamiento cuantitativo y el control, olvidando – o en todo caso rechazando – todo lo que está ligado a la invención, a la creatividad y a las construcciones provisionales. El saber científico es presentado en su estado final, sin ninguna referencia a las situaciones – problemas son en su origen, a su evolución histórica o a las limitaciones de este saber que aparece como una verdad absoluta no susceptible de cambio.

2.3.- *Una visión exclusivamente analítica* que pone resalta la necesidad de divisar y simplificar el objeto de estudio, pero que descuida los esfuerzos de unificación que lleven a construir una serie de cuerpos de conocimientos más largos, así como el tratamiento de problemas en la frontera de diferentes dominios. En oposición, existe hoy una tendencia a presentar la unidad de la naturaleza, no como el resultado de un desarrollo de la ciencia, sino como el punto de partida.

2.4.- *Una visión puramente acumulativa*. El saber científico aparece como el resultado de un desarrollo lineal, ignorando la crisis y las reestructuraciones profundas.

2.5.- Una idea de *sentido común* que presenta el saber científico como claro y “evidente”, pasando en silencio las diferencias esenciales entre las estrategias científicas y el razonamiento de sentido común. Esta idea está caracterizada por respuestas rápidas y seguras, fundadas en “pruebas”, por la falta de coherencia en el análisis de diferentes situaciones, or un razonamiento que sigue una secuencia causal lineal. El “reduccionismo conceptual” de la mayoría de los docentes de ciencia contribuye a esta idea de sentido común disimulando que un cambio conceptual no puede producirse sin los cambios simultáneos y profundos de epistemología y actitud.

2.6.- *Una idea escondida y elitesca*. Ningún esfuerzo particular es hecho para hacer la ciencia comprensible y accesible. Al contrario, la comprensión del conocimiento es escondido detrás de expresiones matemáticas. Así, la ciencia es presentada como un dominio reservado a una minoría particularmente dudosa, dándole pocas esperanzas a la mayoría de los alumnos y favoreciendo las discriminaciones étnicas, sociales y sexuales.

2.7.- *Una idea individualista*. La ciencia aparece como una actividad de “grandes científicos” aislados, olvidando el rol del trabajo cooperativo y el de la interacción entre los diferentes equipos de investigación.

2.8.- *Una idea socialmente “neutra”*. La ciencia es presentada como algo elaborado en “torre de marfil”, dejando de lado las relaciones complejas entre ciencia, técnica y sociedad (STS) y la importancia de decisiones colectivas en la construcción de problemas sociales ligados a la ciencia y la tecnología.

En oposición a esta idea fuera de contexto, existe hoy una tendencia en la enseñanza secundaria, un “reduccionismo sociológico” que limita el programa de la enseñanza científica al tratamiento de problemas de “Ciencia, técnica y sociedad (STS)” y que pasa en silencio la investigación de coherencia y otros aspectos esenciales de la ciencia.

Esta epistemología espontánea del profesor constituye un obstáculo serio a la renovación de la enseñanza de la ciencia tanto que ella es aceptada, sin ser crítica, como “una evidencia de sentido común”. No es sin embargo, del todo difícil de desarrollar una actitud crítica hacia otras ideas de sentido común: por ejemplo, cuando los docentes tienen la oportunidad de discutir colectivamente las distorsiones sobre la naturaleza de la ciencia transmitidas por la enseñanza de la ciencia, se toman fácilmente conciencia de la mayoría de los peligros (Gil y al., 1991). En otros términos, el verdadero peligro parece provenir de la falta de atención a lo que es habitualmente considerado como una evidencia de sentido común.

De esta manera, los docentes comienzan a hacerse preguntas sobre la idea que la enseñanza de la ciencia no exige formación particular, pensando que el saber científico adquirido en la universidad, una cierta experiencia y el sentido común son suficientes. Se toma conciencia de la necesidad de adquirir un cuerpo de saber teórico específico concerniente a los procesos de enseñanza/aprendizaje de la física.

## **Adquirir conocimientos teóricos sobre los procesos de enseñanza / aprendizaje de la física**

Debemos hacer referencia inicialmente a la posición constructivista que es considerada hoy en día como la contribución más destacada a la didáctica durante los últimos diez años (Gruender & Tobin, 1991; Moutmer, 1995), integrante de numerosos resultados de investigación. Los docentes deberían comprender mejor, particularmente:

3.1.- Los alumnos no pueden ser considerados como una “tabla rasa”. Ellos tienen *preconcepciones* o *representaciones alternativas* que juegan un rol esencial en su proceso de aprendizaje. (Viento, 1979; Driver, 1986), obligando a guiar el aprendizaje como un “cambio conceptual” (Posner y al., 1982) o mejor dicho, como un cambio conceptual y epistemológico (Gil & Carrascosa, 1990; Dusch & Gitones, 1991)

3.2.- Un aprendizaje que tiene un sentido exige que *los alumnos construyan sus conocimientos* (Resnick, 1982)

3.3.- Para construir los conocimientos, los alumnos tienen necesidad de tratar situaciones - problemas que puedan interesarles; esto obliga a concebir un programa de enseñanza científica como un programa de actividades (Driver & Oldman, 1986), es decir situaciones – problemas que los alumnos pueden identificar como interesantes de ser estudiadas (Gil y al., 1991, Astolfi, 1993);

3.4.- La construcción del saber científico es un producto social asociado a la existencia de numerosos equipos de científicos; esto sugiere organizar pequeños grupos de alumnos y de facilitar las interacciones entre estos grupos (Weatley, 1991) y la comunidad científica, representada por el docente, los textos, etc.

3.5.- La construcción del saber científico necesita de responsabilidades axiológicas; no podemos esperar, por ejemplo, a que los alumnos se sientan implicados en una actividad de investigación en una atmósfera de tipo “autoridad policial” (Briscoe, 1991). Esto ha estimulado la investigación sobre la atmósfera de la clase y de la escuela (Welch, 1985), sobre las actitudes de los alumnos (y de los profesores) hacia la ciencia (Schibecci, 1984; Yager & Penick, 1986) y sobre las relaciones STS. La construcción de conocimientos debe ser asociada al tratamiento de situaciones – problemas que aparecen a los alumnos como *pertinentes e interesantes* (Gil y al., 1991), permitiéndole de tomar en cuenta las responsabilidades sociales de ciudadano atento o de tomador de decisiones de alto nivel (Aikenhead, 1985).

Lo más importante es que todas estas contribuciones constituyen componentes, en relación, de un cuerpo de saberes integrados generando la emergencia de un modelo de enseñanza / aprendizaje constructivista, susceptible de remplazar el modelo habitual de transmisión / recepción. La situación está en conocer cómo un docente puede adquirir este cuerpo teórico de saberes remplazando el paradigma de aprendizaje por recepción, por el constructivismo? Se trata este problema en el párrafo siguiente:

## **Implicación de los docentes en la investigación en didáctica de física y la innovación.**

Se ha abordado el problema de la ineficacia de la simple transmisión del saber en la formación de maestros bien sea a través de los libros textos o de los cursos. De tales procedimientos no se ha logrado preparar a los docentes a nuevas formas constructivistas de enseñanza (Briscoe, 1991). Para muchos, esto constituye una sorpresa desagradable; ¿Cómo es posible que docentes motivados, que participan voluntariamente en seminario y cursos con la intención de dominar nuevos métodos y de renovar su enseñanza continúen enseñando como siempre lo han hecho, adaptando las innovaciones a los métodos tradicionales? Los docentes mismos se frustran y señalan que las cosas no funcionan mejor que antes, a pesar de las innovaciones.

Esta ineficacia de la simple transmisión significa que se hacen necesarias otras estrategias de formación. Los trabajos sobre el aprendizaje de las ciencias suministran sugerencias preciosas de lo que podrían ser estas estrategias.

Los docentes, al igual que los alumnos, tienen preconcepciones. El aprendizaje de la didáctica por el docente debe ser considerado, al igual que el aprendizaje de las ciencias por los alumnos, como un estado de cambio conceptual, epistemológico y de actitud. Los conocimientos de los docentes, como los de los alumnos, deben construirse a partir de sus conocimientos previos. Hay un paralelismo estrecho entre la manera como se produce el cambio de las concepciones sobre la ciencia y aquella donde el cambio se produce en el caso de las concepciones sobre la enseñanza.

Las condiciones que Posner y al. (1982) identificaron como necesarias para el cambio conceptual de los alumnos se aplican igualmente al cambio didáctico de los docentes;

1. La enseñanza debe estar insatisfecha por los métodos existentes;
2. Debe existir a lo mínimo un nuevo método inteligible que;
3. debe ser plausible, mismo si en el comienzo contradice las concepciones previas del docente; y

4. debe ser potencialmente fructuoso, resolviendo las anomalías y las disfunciones, y actuando con nuevas perspectivas para resolver los problemas de enseñanza y de aprendizaje.

Sin embargo, no debe haber transferencia mecánica de las estrategias utilizadas con los alumnos. La teoría constructivista condujo a ciertas estrategias de enseñanza y abordó los cambios conceptuales explícitamente y directamente. Driver y Oldham (1986) resumieron tales estrategias en términos de secuencias:

- 1) Identificación de las ideas de los alumnos;
- 2) Cuestionamiento de estas ideas;
- 3) Introducción de conceptos elaborados por los científicos que resuelven los conflictos;
- y
- 4) Utilización de nuevas ideas en contextos variados para promover su asimilación completa.

Si un procedimiento similar fue aplicado en la formación de los maestros, debemos poner al día las creencias sobre la enseñanza y el aprendizaje, seguidamente crear conflictos cognitivos para preparar los docentes en las nuevas concepciones que deben ser mostradas como eficaces en la práctica.

Tal procedimiento puede rápidamente producir resultados positivos, por el hecho que reposa sobre las ideas que muchos aceptan sin ninguna crítica como evidentes. Sin embargo, después del primer impacto, esta deviene una estrategia “nefasta”. ¿Cuál es la consecuencia de haber hecho explicitar a los docentes sus ideas y de haberlos hecho interrogarse sobre su validez? Esta genera una reserva que inhibe el cambio deseado. De la misma manera, este argumento nos permite darnos cuenta que la estrategia no es adecuada para el cambio de las concepciones de los alumnos en ciencia (Gil y Al; 1991; Gil & Carrascosa, 1995) al igual que con los alumnos, la resistencia al cuestionamiento sistemático de sus concepciones no es evidente.

Hay otra razón por la cual tales estrategias pueden inhibir la construcción del conocimiento. Estas ponen en juego problemas por los cuales los docentes en formación intentan poner en práctica a la vez sus conocimientos previos y las nuevas ideas. Fuera de este proceso, las concepciones iniciales pueden experimentar cambios o ser cuestionadas radicalmente, no siendo este el objetivo inmediato – que disminuye la solución del problema que a sido planteado.

Esto subraya una cuestión concerniente a los conflictos cognitivos: ellos no significan un cuestionamiento externo de las concepciones personales, ni el reconocimiento sistemático de las insuficiencias de razonamiento propio o de alguien, con sus implicaciones afectivas que surgen, más bien se trata de una confrontación de ideas personales, consideradas como hipótesis, con otras hipótesis personales, al igual que las precedentes. No se propone eliminar los conflictos cognitivos, se trata más bien de evitar que aparezcan como una confrontación entre las ideas personales falsas y las ideas científicas correctas.

Además, es importante tomar en cuenta que el estudio de las concepciones tenía por objetivo hasta entonces, hasta entonces, detectar lo que los alumnos, y ahora los docentes, daban como respuesta inmediata a ciertas preguntas, más importante aún es que lo ellos habrían respondido si hubieran tenido tiempo para reflexionar de manera crítica. En efecto, si es facilitado un trabajo colectivo de una cierta profundidad, los docentes y los alumnos son

capaces de cuestionar estas concepciones admitidas sin ninguna crítica y de construir conocimientos compatibles con lo que es aceptado en la comunidad científica.

Las consideraciones precedentes sugieren que una estrategia más fructífera para el cambio del docente consiste en implicarlos en la investigación con su propia clase sobre la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia. Los docentes deberían así ser los miembros principales de equipos autónomos involucrando investigadores e innovadores en la enseñanza de la ciencia. Tal estrategia tendría las características siguientes:

4.1.- Ser concebida en relación estrecha con la *práctica de enseñanza misma*, como una manera de tratar los problemas de enseñanza / aprendizaje planteados por este tipo de práctica.

4.2.- Favorecer la experimentación de proposiciones innovadoras y explicar la reflexión sobre la enseñanza, cuestionar el razonamiento y el comportamiento de una enseñanza “espontánea”, es decir, cuestionar el carácter “natural” de “lo que siempre fue hecho”.

4.3.- Ser concebida para:

- Asociar a los docentes a la investigación y a la innovación relativas a la enseñanza de las ciencias y al trabajo que de ella se deriva.

- Implicar a los docentes en la construcción de cuerpos de saberes específicos de la enseñanza de la ciencia y asociarlos a la comunidad científica de este dominio.

## Bibliographie

AIKENHEAD, G.S., 1985. 'Collective decision making in the social context of science'. **Science Education**, 69(4), 453-75.

ASTOLFI J.P., 1993 'Trois Paradigmes pour les Recherches en Didactique' **Revue Française de Pédagogie**, 103. 5-18.

BELL B. F. and 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), 185-99.

BROMME R., 1988 'Conocimientos profesionales de los profesores' **Enseñanza de las Ciencias** 6 (1), 19-29.

CARVALHO A.M.P. and VIANNA D.M., 1988. 'A Quem Cabe a Licenciatura' **Ciência e Cultura SBPC**, São Paulo, 40(2), pp 143-163

CASTRO R. S. and CARVALHO A.M.P. 1995, 'The Historic Approach in Teaching: Analysis of an Experience', **Science & Education** 4, 65-85.

COLL C., 1987. **Psicología Y Currículum**, Laia, Barcelona

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), 235-50.

DRIVER, R.1986. 'Psicología Cognocitiva y Esquemas Conceptuales de los Alumnos'. **Ensenanza de las Ciencias**, 4 (1), 3-15.

DRIVER, R. and OLDFHAM, V. 1986 'A Constructivist Approach to curriculum development in Science' **Studies in Science Education** 13, 105-122

DUSCH, R. and GITOMER, D. 1991. 'Epistemological Perspectives on Conceptual Change: Implications for Educational Practice'. **Journal of Research in Science Teaching**, 28(9), 839-58.

GAGLIARDI R. e GIORDAN A, 1986,La Historia de las Ciencias: Una Herramienta para la Ensenanza, **Ensenanza de las Ciencias**,4 (3), 253-259.

GIL D. 1993. 'Contribución de la Historia y la Filosofía de las Ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza / aprendizaje como investigación'. **Enseñanza de las Ciencias** 11, 197-212

GIL D. and CARRASCOSA J. 1985 'Science Learning as a Conceptual and Methodological Change', **European Journal of Science Education**, 7 (3), 231-236

GIL D.and CARRASCOSA J. 1990. 'What to do about science misconceptions?'. **Science Education**, 74(4).

GIL D. and CARRASCOSA J., 1994, 'Bringing Pupils'Learning Closer to a Scientific Construction of Knowledge: A Permanent Feature in Innovations in Science Teaching' **Science Education** 78 (3) 301-315.

GIL D., CARRASCOSA J. FURIO C and MTNEZ-TORREGROSA J. 1991, **La Ensenanza de las Ciencias en la Educacion Secundaria**. Horsori; Barcelona.

GIL D. and CARVALHO A.M.P. 1994. Ensenanza de las Ciencias in GIL D., CARVALHO A.M.P., FORTUNY M. and AZCÁRATE C. **Formación del Profesorado de las Ciencias y la Matemática : Tendencias y Experiencias Innovadoras**, Editorial Populas, S.A.. Madrid.

GRUENDER,C.D. and TOBIN K. 1991. 'Promise and Prospect'. **Science Education**, 75(1), 1-8.

GUILBERT L.and MELOCHE D.1993, 'L'Idée de Science chez des Enseignants en Formation: un Lien entre L'Histoire des Science et L'Hétérogénéité de Visions?' **Didaskalia**, 2,7-30

HEWSON P.W. and HEWSON M.G.,1988. 'On Appropriate Conception of Teaching Science: a View from Studies of Science Learning'. **Science Education**, 72 (5) 529-540.

HODSON D., 1992 'Assessment of Pratical work. Some Considerations in Phylosophy of Science'.**Science & Education**, 1(2), 115-144.

HODSON D. 1993. 'Re-thinking Old Ways: Towards a More Critical Approach to Practical work in School Science', **Studies in Science Education**, 22, 85-142.

KRASILCHIK M., 1995. 'The Ecology of Science Education: Brazil 1950-90' **International Journal of Science Education**, 17 (4) 413-423.

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.

MATTHEWS M.R.,1990. 'History, Philosophy and Science Teaching: A Rapprochement'. **Studies in Science Education**, 18, 25-51

McDERMOTT L.C.1990. 'A Perspective on teacher preparation in Physics- Other Sciences: The Need For Special Courses For Teachers'. **American Journal of Physics**, 58 (8), 734-742.

MEICHSTRY Y.1993. 'The Impact of Science Curricula on Students Views About the Nature of Science' **Journal of Research in Science Teaching**, 39 (5), 429-443.

MOUTMER E.F. 1995, 'Conceptual Change or Conceptual Profile Change?', **Science & Education** 4 (3) 367-285.

OTERO, J.1985.' Assimilation Problems in Traditional Representation of Scientific Knowledge'. **European Journal of Science Education**, 7(4), 361-9.

PACCA L.A. e VILLANI A.,1992. **Estratégias de Ensino e Mudança Conceitual na Atualização de Professores**. Trabalho apresentado na V Reunião Latino-Americana em Ensino de Física, Gramado R.G.S. Brazil

POSNER,G. L.,STRIKE,K. A.,HEWSON.P.W.and GERTZOG,W. A. 1982, 'Accommodation of a Scientific Conception: Towards a Theory of Conceptual Change' **Science Education**, 66, 211-227.

SATIEL E and VIENNOT L, 1985, 'Que aprendemos de las semejanzas entre las ideas históricas y el razonamiento espontaneo de los estudiantes?' **Enseñanza de las Ciencias**, 3 (2) 137-144

SCHIBECCHI,R.A.,1986. 'Images of science and scientists and science education'. **Science Education**, 70(2), 139-49.

TIBERGHIE, A. 1985. 'Quelques éléments sur l'évolution de la recherche en didactique de la physique'. **Revue Française de Pédagogie**, 72, 71-86.

TOBIN K.e 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. 'La didáctica en la enseñanza superior para qué?' **Enseñanza de las Ciencias**. 7(1), 3-13.

VIENNOT L.1979. **Le raisonnement spontané en dynamique élémentaire**. Tese de

doutoramento. Paris, Herman.

WELCH W.,1985. 'Research in Science Education: Review and Recommendations'. **Science Education**, 69, 421-448.

WHEATLEY, G. H., 1991. 'Constructivist perspectives on Science and Mathematics learning'. **Science Education**. 75(1), 9-21.

YAGER, R.E. and PENICK, J.E. 1983. 'Analysis of the current problems with school science in the USA'. **European Journal of Science Education**, vol. 5, 463-59.

YAGER, R.E. and PENICK, J.R. 1986 'Effects of Instruction Using Microcomputer Simulations and Conceptual Change Strategics on Science Learning **Journal of Research in Science Teaching**, 23 (1), 27-93.