



Foro Latinoamericano  
de Educación

Fundación **Santillana**

---

## **IV Foro Latinoamericano de Educación**

**Aprender y enseñar ciencias. Desafíos, estrategias y oportunidades**

**Del 26 al 28 de mayo de 2008**

### **LA FORMACIÓN CONTINUADA Y PERMANENTE DE LOS DOCENTES DE CIENCIAS DE LA NATURALEZA**

Dr. Hugo Tricárico

Versión preliminar. Mayo 2008

## "LA FORMACIÓN CONTINUADA Y PERMANENTE DE LOS DOCENTES DE CIENCIAS DE LA NATURALEZA".

**Lic. Hugo R. Tricárico**

*“Indudablemente el factor más importante en todo plan educativo es el profesor. Con profesores malos o mediocres hasta el mejor programa fracasa necesariamente”.*

*Dr. Félix Cernuschi, en “Cómo debe orientarse la enseñanza de las Ciencias”*

*Editorial EUDEBA - 1961*

### **INTRODUCCIÓN**

En Argentina, y en el campo de la educación en ciencias hubo muchos y variados intentos hace ya mucho tiempo. Quizá se pueda tomar como punto de partida con una estructura orgánica, lo ocurrido en la época en el que el CONICET fue presidido por el Premio Nóbel Bernardo A. Houssay. Se creó en ese entonces el INEC (Instituto para el Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias) a cuyo cargo estaba el Profesor Ángel Hernáiz, para formular planes y realizar acciones tendientes a la innovación y al mejoramiento de la enseñanza de las ciencias en todos los niveles. Los mejores científicos del momento se acercaron y dieron su apoyo a la iniciativa. Mientras tanto, en Córdoba, en su Universidad, se generaban acciones similares en el Instituto de Matemática, Astronomía y Física (IMAF) cuyo Director era el Doctor Alberto P. Maiztegui. El Doctor Félix Cernuschi, que citamos al principio, era uno de aquellos científicos. El afirmaba en la obra de EUDEBA citada: *“Un buen profesor debe sentir verdadera vocación por la materia que enseña: debe haber efectuado estudios especiales en ella. Debe conocer los métodos modernos de enseñanza en su materia. Mucho más importante que conocer a fondo la pedagogía general es tener un amplio conocimiento de lo que llamaríamos la pedagogía específica.”* Este párrafo se nos ocurre un impresionante compendio de lo que hoy llamaríamos Didáctica Específica de las Ciencias.

Pero vayamos a la actualidad: los países iberoamericanos han vivido o están viviendo una transformación global del sistema educativo semejante a la que ha tenido lugar, o está teniendo lugar, en muchos otros países de nuestro entorno cultural, en respuesta, entre otras cuestiones, a las necesidades del desarrollo socioeconómico.

Tras más de una década desde el inicio de reformas, pueden destacarse algunas particularidades - como, por ejemplo, el intento de ampliación de los períodos de escolarización obligatoria o una nueva concepción del currículo, más abierto, flexible y fundamentado (Coll 1989), acompañadas de dificultades que merecen análisis y rectificaciones fundamentadas. En esa perspectiva, nuestro trabajo se centra en un aspecto, la formación continua y permanente de los docentes de ciencias, considerada central en los procesos de reforma curricular (Anderson y Mitchener 1994; Mumby y Russell 1998; Maiztegui et al 2001).

Nuestro propósito, más concretamente, es tomar en consideración las contribuciones de la investigación educativa para analizar la situación de esos procesos en nuestro país y fundamentar propuestas que permitan impulsar su necesaria mejora como elemento clave en la renovación indispensable en nuestro tiempo.

Nuestras aportaciones se centran en un dominio específico, el de la educación científica, que es el de nuestra formación y campo de trabajo. Somos conscientes, no obstante, de que muchas de las cuestiones que vamos a debatir en torno a la formación permanente y continua de los profesores de ciencias afectan a los docentes de cualquier área. No hay, pues, un intento de fragmentar una problemática que entendemos debe abordarse en aspectos tales como los estructurales, los organizativos, etc., desde una perspectiva general, sino reconocer que nuestros análisis, propuestas y fundamentaciones se derivan de trabajos realizados en el campo de la Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza lo que se manifiesta, según esperamos, de las referencias bibliográficas. Estamos convencidos, sin embargo, que al analizar la formación de los docentes de otras áreas, pueden obtenerse conclusiones similares a las que aquí se muestran.

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

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

Así lo ha entendido la comunidad educativa en general, que intenta convertir el esfuerzo en educación en su primera prioridad. Así se afirma, por ejemplo, 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). Y en el caso de nuestro país, se sostiene posición similar en el informe *“Mejorar la Enseñanza de las Ciencias y la Matemática: una Prioridad Nacional”*, elaborado por la Comisión Nacional para el Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias Naturales y la Matemática, que trabajó en el ámbito del Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología, y que se ha dado a conocer en el 2007.

Junto a esta creciente importancia concedida a la educación científica, nos encontramos, sin embargo, con un grave fracaso escolar, acompañado de un creciente rechazo respecto de los estudios científicos y de actitudes negativas hacia la ciencia (Simpson et al 1994; Giordan 1997). Estos decepcionantes resultados, que afectan tanto a la enseñanza secundaria como a la universitaria -por no mencionar a la primaria (Merino 1998)- se han convertido en un motivo de seria preocupación, que excede a explicaciones simplistas (por ejemplo una supuesta *“incapacidad”* de la mayoría de los estudiantes para los estudios vinculados con las ciencias), sino que ponen en evidencia graves deficiencias de la enseñanza que vienen siendo señaladas desde hace tiempo (Yager y Penick 1983; Porlán y Martín 1994; Maiztegui et al 2001; Informe citado-Ministerio de Educación 2007).

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

que pueden abordarse eficazmente los problemas que plantea el proceso de enseñanza y el de aprendizaje de las ciencias. Ahora bien, *¿en qué medida toda esta investigación ha sido aprovechada por los profesores y ha dado lugar a una mejor educación?*

Hemos de reconocer que comienza a detectarse un sentimiento de frustración entre los investigadores, los diseñadores y responsables de las reformas curriculares inspiradas en los hallazgos de la investigación y entre aquellos profesores que confiaban en dichas transformaciones para hacer frente a las crecientes dificultades de su tarea (Gil, Furió y Gavidia 1998; Moreira 2004). Ello refuerza, además, el rechazo de quienes, por diversas razones se han venido oponiendo a las reformas.

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

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

Es interesante en este aspecto lo que afirma Inés Aguerrondo en “Por que sobrevive la innovación y que hace que funcione”(2006):*“Una transformación de la educación.....debe superar el nivel del discurso y afectar todas las instancias organizativas del sistema escolar, modificando de este modo la estructura de la clase, de la institución escuela, de los estamentos intermedios y de la gestión central del sistema. Esto supone la necesidad de que, para lograr el objetivo de una educación acorde con el Siglo XXI, estas redefiniciones y los cambios consecuentes deben verificarse en todas estas instancias, guardando coherencia entre ellos en los principios centrales que lo estructuran. Las innovaciones genuinas son cambios de este tipo que operan en alguna de las instancias de la educación (aula, escuela, etc.).”*

La autora del trabajo citado afirma, lo que compartimos, que las características de los procesos genuinos de innovación y las posibilidades que ellos sean sostenibles tienen que

ver, hasta cierto punto, con la profundidad de los cambios realizados. Sigue Aguerrondo indicando que esta afirmación está basada en determinados factores:

- Por una parte, *la redefinición del conocimiento*.
- Por otro lado, se cita otro factor: *la redefinición del alumno y del proceso de aprendizaje*.
- Asimismo, la autora basa aquella afirmación en un nuevo aspecto: *la redefinición del profesor y del proceso de enseñanza*.
- También indica la necesidad de analizar si se produjo una conveniente *redefinición de la propuesta didáctica*.
- Por último, Aguerrondo cita la posibilidad de tomar en cuenta *la redefinición de la organización para la enseñanza y el aprendizaje*.

Naturalmente en este trabajo vamos a pasar revista a estos factores y en todo caso indicaremos como, según nuestro juicio, influyen cada uno de ellos en nuestra temática.

De todas maneras, estimamos que para comprender las dificultades de los procesos de reforma, en lo que se refiere a la apropiación por los profesores de las nuevas propuestas curriculares y orientaciones educativas, es preciso remitirse a las aportaciones de la investigación en este campo.

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

Podemos referirnos, a ese respecto, a la repetida constatación de marcadas diferencias entre lo perseguido por los diseñadores de currículos y lo que realmente los profesores llevan a la práctica (Cronin-Jones 1991; Maiztegui et al 2001; Maiztegui et al 2002; Gil Pérez et al 2003; Aguerrondo 2006). Han sido estas diferencias las que han llamado la atención sobre la influencia que los profesores ejercen en el proceso de implementación curricular y sobre la necesidad de un mejor conocimiento de dicho proceso. Porque no se trata simplemente de elaborar cuidadosamente los nuevos materiales y de organizar cursos para difundir las nuevas propuestas: ambas cosas se han hecho en el caso de las reformas de los noventa, dando lugar a

una abundante literatura, ampliamente difundida, y a un gran número de cursos, por los que han pasado miles de profesores, con resultados que muchos han considerado decepcionantes.

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

¿Cuáles pueden ser los motivos de esta falta general de efectividad? De forma muy sucinta, nos referiremos a tres causas señaladas por los investigadores (Maiztegui, et al 2000):

- ***Las serias limitaciones de los esfuerzos de innovación puntuales***

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

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

- ***La incidencia de las concepciones del profesorado***

Como ha mostrado, entre otros, Cronin-Jones (1991), los diseñadores de currículos no suelen tener en cuenta la fuerte influencia de las concepciones de los profesores en el proceso de implementación curricular. Dicho en forma positiva, para emprender un replanteamiento global de la enseñanza de las ciencias se precisa cuestionar concepciones docentes cuya importancia en la actividad docente puede ser tan relevante o más que las preconcepciones de los alumnos en el aprendizaje de las ciencias (Hewson y Hewson 1987).

En efecto, comienza hoy a comprenderse que los profesores tenemos ideas, actitudes y comportamientos sobre la enseñanza debidos a una larga formación "ambiental" (en particular durante el periodo en que fuimos alumnos) que responde a experiencias reiteradas y se adquiere de forma no reflexiva, como algo natural, obvio, "de sentido común", escapando así a la crítica y ejerciendo una notable incidencia sobre nuestra labor docente (Gil 1991; Gil et al 1991; González 1999).

De hecho, el estudio de las "preconcepciones docentes" se ha convertido en una línea de investigación prioritaria, tanto en el campo de la enseñanza de las ciencias (Hewson y Hewson 1987; Porlán 1989 y 1993; Gil et al 1991; Bell y Pearson 1992; Désauteles et al 1993; Guilbert y Meloche 1993; Hodson 1993; Mellado 1998; Fernández 2000) como en el de la educación en general. Pero aunque la consideración funcional de las ideas de los docentes constituye un requisito esencial para incorporar a los profesores al proceso de renovación curricular (Bell 1998), no es suficiente para lograrlo, debido, como ha mostrado la investigación, a una tercera causa del fracaso de las reformas educativas:

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

Como se ha indicado, es necesario que los profesores *participemos en la construcción* de los nuevos conocimientos educativos, abordando los problemas que la enseñanza nos plantea. (Briscoe 1991; Moreira 2004) Sin esa participación, no sólo resulta difícil que los profesores hagamos nuestros y llevemos eficazmente adelante los cambios curriculares, sino que *cabe esperar una actitud de rechazo o de malestar* que se apoya en problemas organizativos, de gestión, a veces sindicales o en ciertas preconcepciones docentes, como el temor al "descenso del nivel" que puede suponer la prolongación de la escolaridad obligatoria para nuevos sectores de la población. El resultado se traduce en un clima de resistencia (explícita o implícita) a las innovaciones.

Efectivamente, a menudo los docentes nos enfrentamos con un sistema de presiones (Garrett 1998) excesivas y contradictorias. Para citar un ejemplo, recordemos las demandas permanentes de perfeccionamiento y mejora de la calidad, en condiciones laborales e institucionales lamentables. Muchos docentes se sienten agredidos por una falta de reconocimiento y por cierta culpabilización social por sus carencias (Sánchez Jiménez 1988), que son, en buena medida, el fruto de la formación que han recibido. Es quizás por eso que muchos de estos docentes se cierran ante las propuestas de reforma.

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

En tal sentido, un requisito indispensable para el éxito de las transformaciones es, repetimos, favorecer el protagonismo efectivo de los docentes; ninguna reforma tendrá éxito, siquiera parcialmente, si es vista como algo impuesto, externo a la comunidad educativa que debe desarrollarla: es necesario contar con "la voluntad de cambiar" del docente (Ryan 1998; Moreira 2004; Aguerro 2006). Muchas de las quejas o rechazos de los docentes, por

encima de los legítimos reclamos salariales e institucionales, provienen del sentimiento que produce no haber sido tenidos suficientemente en cuenta en el diseño del proceso.

Los resultados de la investigación apuntan también a la necesidad de que los planes de incorporación de los profesores a los cambios curriculares vayan más allá de su participación en algún curso, aunque se trate de un curso extenso y adecuadamente diseñado. En efecto, aunque estos cursos son necesarios para lograr un cuestionamiento *inicial* de las prácticas habituales (es decir, de “lo que siempre se ha hecho”), convertir en connatural la práctica de las nuevas orientaciones exige un trabajo continuado para el que cada profesor ha de contar con el seguimiento y apoyo necesarios (Carnicer 1998). Eso es lo que ocurre en cualquier actividad con una mínima aspiración científica, y sólo la idea simplista –tan extendida socialmente- de que enseñar es algo esencialmente fácil, “para lo que basta poseer los conocimientos científicos y algo de experiencia”, permite esperar que los cambios curriculares puedan lograrse con la elaboración de unos buenos materiales y la ayuda de algunos cursos para su difusión.

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

### **3. ¿QUÉ FORMACIÓN DOCENTE INICIAL SE PRECISA?**

La necesidad de asociar las innovaciones educativas a una correcta formación docente aparece, según hemos visto, como la primera lección a extraer de las dificultades aparecidas en los procesos de reforma curricular. Podría pensarse que ello constituye un lugar común

que, aparentemente, ha sido siempre tenido en cuenta. Así, como señalan Anderson y Mitchener (1994), en su revisión de la investigación acerca de la formación de los docentes de ciencias –publicada en el *Handbook of Research on Science Teaching and Learning* (Gabel 1994)-, “*En la pasada década, cuando los promotores de la reforma educativa voceaban sus llamamientos en pro de la mejora de la educación científica, habitualmente señalaban a la formación docente como el necesario punto de partida para la corrección y los cambios. Como resultado, la retórica acerca de la renovación de la formación docente ha ido creciendo en intensidad*”. Y Anderson y Mitchener se preguntan: “*¿Qué clase de pensamiento y comprensión de la formación docente de ciencias ha producido tan abundante retórica? (...) Lamentablemente, mucho de lo dicho se ha basado en simples opiniones y creencias y se ha oído poco acerca de los resultados de investigaciones rigurosas en el campo de la enseñanza de las ciencias y de la formación docente de ciencias*”.

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

Feiman-Nemser (1990) ha intentado categorizar las distintas orientaciones sobre formación docente, con objeto de facilitar su análisis crítico y la toma de decisiones al respecto. Dichas orientaciones responden, en opinión de este autor, por una parte, a una cierta visión de los

procesos de enseñanza y de aprendizaje y, por otra, a una concepción de cómo se aprende a enseñar. Distingue, así, cinco orientaciones básicas:

- La orientación *académica*, centrada en la adquisición de los conocimientos científicos a impartir.
- La orientación *práctica*, que presta atención a las destrezas de enseñanza y resalta la importancia de la experiencia en el aula como fuente principal de formación.
- La orientación *tecnológica*, cuyo objetivo fundamental es preparar profesores que puedan desarrollar las tareas de la docencia con eficacia, teniendo en cuenta los principios y prácticas que se derivan de un estudio científico de la enseñanza.
- La orientación *personal*, que concibe la formación docente, y todo acto de aprendizaje, como un proceso de aprender a comprender, acrecentar y utilizar el propio desarrollo personal.
- La orientación *crítica*, que concibe al educador como alguien que trabaja para vencer las desigualdades sociales, promover los valores democráticos en el aula y potenciar en los estudiantes el tratamiento grupal de problemas de interés.

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

No podemos detenernos aquí en analizar las aportaciones y carencias de estas orientaciones y nos limitaremos a señalar que, en nuestra opinión, cada una de ellas resalta algunos aspectos básicos para la formación docente. ¿Cómo ignorar, p. e., la importancia de un buen conocimiento de la materia a impartir? La investigación ha mostrado que la falta de dicho conocimiento constituye, quizás, la principal dificultad para que los profesores afectados se impliquen en actividades innovadoras (Tobin y Espinet 1989; Gil et al 1994). Pero, además, conocer la materia no se reduce a conocer los hechos, leyes y teorías que conforman el cuerpo de conocimientos científicos que suele impartirse en una facultad (Salinas 1999). Un buen conocimiento de la materia para un docente supone también, entre otros factores (Gil 1991):

- Conocer los problemas que originaron la construcción de dichos conocimientos y cómo llegaron a articularse en cuerpos coherentes, evitando así visiones estáticas y dogmáticas

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

- Conocer las estrategias empleadas en la construcción de los conocimientos, es decir, conocer la forma en que los científicos se plantean y tratan los problemas, las características más notables de su actividad, los criterios de validación y aceptación de las teorías científicas...
- Conocer las interacciones Ciencia, Tecnología y Sociedad asociadas a la construcción de conocimientos, sin ignorar el carácter a menudo conflictivo del papel social de las ciencias y la necesidad de la toma de decisiones.
- Tener algún conocimiento de los desarrollos científicos recientes y sus perspectivas, para poder transmitir una visión dinámica, no cerrada, de la ciencia.
- Adquirir conocimientos de otras disciplinas relacionadas, para poder abordar problemas “puente”, las interacciones entre distintos campos y los procesos de unificación.

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

De una forma similar a como hemos hecho con la importancia del conocimiento de la materia, se puede poner en valor cada uno de los aspectos incluidos en las orientaciones a las que se refiere Feinman-Nemser. No se trata, pues, de elegir entre las mismas. Lo esencial, pensamos, es romper con cualquier visión simplista de la actividad docente a la hora de establecer las necesidades formativas de los profesores y la orientación a dar a dicha formación.

Por nuestra parte, centrándonos en nuestra área, hemos intentado establecer, a la luz de las aportaciones de la investigación educativa, cuáles son esas necesidades formativas de los profesores de ciencias (Gil 1991; Pessoa y Gil 1995; Cudmani et al. 1998; Maiztegui et al 2002). No podemos detenernos aquí en la consideración de dichas necesidades, que van desde un conocimiento *profundo* de la materia, a saber diseñar programas de actividades y todo lo que supone dirigir la actividad de los estudiantes. Tan sólo resaltaremos el papel esencial que juegan en dicha formación el conocimiento y análisis crítico del pensamiento docente espontáneo y la familiarización con el cuerpo de conocimientos teóricos que la investigación educativa ofrece hoy en torno a los problemas que plantea el proceso de enseñanza/aprendizaje de las ciencias.

Resulta esencial, en particular, salir al paso de visiones conductistas que contemplan cada “saber” o “saber hacer” como algo que puede adquirirse con un entrenamiento puntual, específico (Gimeno 1990), proporcionado desde fuera por los expertos, e insistir en el papel central que en el proceso de adquisición de los conocimientos –y, en definitiva, en toda la actividad docente- ha de jugar la actividad innovadora e investigadora de los profesores, es decir, su participación en la construcción de dichos conocimientos. Ello constituye, pensamos, el verdadero núcleo de una preparación docente adecuada -en el área de las ciencias o en cualquier otro campo-, en particular con vistas a su incorporación a las reformas educativas.

Cabe pronunciarse, por todo ello, contra la idea de profesor de área -introducida en reformas como la argentina de los 90, si por tal entendemos que un profesor ha de poder dar una pluralidad de materias (física, química, biología...) en las que es imposible adquirir una formación suficiente (Ver, a este respecto, Solbes y Hernández 1995 y los debates recogidos en la revista *Infancia y Aprendizaje*, N° 65, de 1994, e *Investigación en la Escuela*, N° 32, de 1997). Sin embargo es necesario también evitar transmitir una visión de las disciplinas como compartimentos estancos, por lo que cabe reconocer el interés y la posibilidad de un trabajo común de los profesores de Biología, de Física, de Química... para que cada cual pueda enseñar mejor sus propias materias y hacer posible el tratamiento de los problemas puente (Gil 1994; Tricárico 1997).

En el plano de la formación “inicial” de los docentes de ciencias, coincidimos plenamente con lo indicado en el Capítulo de Recomendaciones del Informe (que ya citamos), “Mejorar la

Enseñanza de las Ciencias y la Matemática: una Prioridad Nacional” (2007). Allí se sugiere “...fortalecer los Institutos de Formación Docente (IFD) y las carreras de formación de profesores dependientes de las Universidades.....que permitan mejorar la enseñanza de las ciencias naturales y la matemática”.

No nos corresponde entrar aquí a especificar las medidas adecuadas (en el citado Informe se detallan Acciones Sugeridas), para lograr esta transformación; esa cuestión depende, sin duda, de razones complejas que las autoridades habrán de atender y resolver. Sí debemos insistir en que dicha transformación, para la que se requiere sin duda modificar algunas normativas y crear las condiciones materiales necesarias, a todos los efectos constituye un requisito imprescindible para una correcta preparación de los futuros docentes, que ha de ser concebida –como hemos intentado fundamentar- en íntima conexión con los aportes de la investigación e innovación en las didácticas específicas de cada disciplina.

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

#### **4.- ESTRATEGIAS PARA LA INNOVACIÓN EDUCATIVA Y LA FORMACIÓN DOCENTE CONTINUA**

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

En este proceso debieran intervenir equipos docentes, instituciones formadoras, Universidades, asociaciones de profesores, etc., para que, en un proceso continuo y permanente los docentes logren competencias que les permitan manejarse con éxito en su tarea profesional. (Tricárico, 1996). Cuando nos referimos a estas competencias no nos estamos limitando a los saberes disciplinares y pedagógicos solamente, sino que estamos imaginando la apropiación de otros saberes asociados a la interpretación y ponderación de los

problemas de la realidad, al análisis y conocimiento contextual, al control y evaluación de resultados, etc. Los docentes trabajan con situaciones específicas en las que no pueden aplicarse “recetas”: justamente, por pretender hacerlo, muchas veces se fracasa en la labor. Por ello entendemos que en instancias de formación continuada y permanente será necesario facilitar la reconstrucción de los saberes disponibles en los distintos campos del conocimiento para tender a lograr autonomía y creatividad.

En el Informe, ya citado, “Mejorar la Enseñanza de las Ciencias y la Matemática: una Prioridad Nacional”(2007), se hace notar que hay una gran diferencia entre lo que se indica en los diseños curriculares y lo que luego los docentes desarrollan en su práctica. *“El problema no se resuelve, por otra parte, proporcionando a los docentes instrucciones más detalladas, a través de manuales o cursos ad-hoc. Se hace necesaria una profunda revisión de la formación (inicial y continua) de los docentes, extendiendo a la misma las adquisiciones de la investigación educativa.....Dicha formación supone trabajar interrelacionadamente sobre la dimensión disciplinar, la técnico-pedagógica y la institucional”*.

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

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

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

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

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

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

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

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

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 integrados en la comunidad de investigadores e innovadores en didáctica de las ciencias.

Una cuestión clave, pues, es ver qué se puede hacer hoy y cómo optimizar los recursos disponibles para avanzar en la perspectiva correcta. En ese sentido son posibles muchas acciones, siempre que se planteen, insistimos, en una perspectiva de implicación de los

profesores en el tratamiento de los problemas de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias relacionados con su actividad docente.

Para concluir, sería conveniente insistir en que cualquier proceso de capacitación de calidad requiere de unos contextos apropiados: la tarea docente no consiste exclusivamente en estar ante los estudiantes. Es imprescindible facilitar el tiempo y las condiciones materiales para realizar actividades de capacitación, generar condiciones económicas favorables, proveer materiales de apoyo, facilitar la colaboración de los profesores con las instituciones de formación universitarias, etc. (Oñorbe et al 1999)

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

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

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

BELL B, 1998. Teacher development in science education. En FRASER BJ y TOBIN K (Eds). *International Handbook of Science Education*. (Kluwer: Dordrecht).

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

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

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

CERNUSCHI, F, 1961. Cómo debe orientarse la enseñanza de las Ciencias- Editorial EUDEBA- Buenos Aires, Argentina.

- CRONIN-JONES LL, 1991, Science teaching beliefs and their influence on curriculum implementation: two case studies, *Journal of Research in Science Teaching*, 38(3), 235-250.
- CUDMANI L., FIGUEROA A., PESA M. y SALINAS J., 1998, La integración de investigación educativa y práctica docente en el diseño curricular de un Magister en Enseñanza de la Física, *Educación en Ciencias*, 2(5), 49-54.
- DÉSAUTELS J, LAROCHELLE M, GAGNÉ B y RUEL F, 1993, La formation à l'enseignement des sciences: le virage épistémologique, *Didaskalia*, 1, 49-67.
- FEINMAN-NEMSER S, 1990. Teacher preparation: Structural and conceptual alternatives. En HOUSTON WR (Ed). *Handbook of research on teacher education*. (Macmillan: New York).
- FERNÁNDEZ, I., 2000, Análisis de las concepciones docentes sobre la actividad científica: Una propuesta de transformación. Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Valencia.
- FOUREZ G, 1997. Alfabetización científica y tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. (Colihue: Buenos Aires).
- FRASER B y TOBIN K.G. (Eds), 1998, *International Handbook of Science Education* (Kluwer Academic Publishers: London).
- GABEL D.L (Ed), 1994, *Handbook of Research on Science Teaching and Learning* (MacMillan Pub Co: N.Y).
- GARRETT R, 1998. Reflexiones sobre la formación docente continua. En Sánchez Jiménez JM, (Ed). *Educación Científica*, 33-45. (Servicio de publicaciones de la Universidad de Alcalá: Alcalá de Henares).
- GIL D, 1991. ¿Qué han de saber y saber hacer los profesores de ciencias?, *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 69-77.
- GIL D., PESSOA A., M., FORTUNY J., y AZCARATE C., 1994; Formación del Profesorado de las Ciencias y la Matemática: Tendencias y Experiencias Innovadoras. Editorial Popular – Madrid – España.
- GIL D, 1993, Contribución de la Historia y Filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación, *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 197-212.
- GIL D, 1994. "El currículo de ciencias en la educación secundaria obligatoria: ¿área o disciplinas? ¡Ni lo uno ni lo otro sino todo lo contrario!", *Infancia y Aprendizaje* 65, 19-30.
- GIL D, CARRASCOSA J, FURIO C y MTNEZ-TORREGROSA J, 1991. *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. (Horsori: Barcelona).

GIL D, FURIÓ C y GAVIDIA V, 1988, El profesorado y la reforma educativa en España. *Investigación en la escuela*, nº 36, 49-64.

GIL D., FURIÓ C., VALDÉS P., SALINAS J., MARTÍNEZ J., GUIASOLA J., GONZÁLEZ E., DUMAS A., GOFFARD M. y PESSOA A., 1999, ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio?, *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 311-320.

GIL PÉREZ D y PESSOA DE CARRVALHO A.M, 2000, Dificultades para la incorporación a la enseñanza de los hallazgos de la investigación e innovación en didáctica de las ciencias, *Educación Química*, 11(2), 244-251.

GIL PEREZ, D., et al 2003; *La educación científica y la situación del mundo: un programa de actividades para profesores de ciencias*. Revista Educación y Ciencia, volumen 9, No.1- Sao Paulo, Brasil.

GIMENO J, 1990, El perfeccionamiento como desarrollo de la profesionalidad docente. En GIL D, *La formación de formadores en didáctica de las ciencias*. (Nau Llibres: Valencia).

GIORDAN A, 1997, ¿Las ciencias y las técnicas en la cultura de los años 2000?, *Kikiriki*, Nº 44-45, pp 33-34.

GONZÁLEZ E, 1999. Para una práctica docente transformadora. *Divulgación Científica*, Secretaría de Ciencia y Tecnología – Escuela de Ciencias de la Información, Universidad Nacional de Córdoba, 2(3), 6-7, nov. de 1998.

GUILBERT L y MELOCHE D, 1993, L'idée de science chez des enseignants en formation: un lien entre l'histoire des sciences et l'hétérogénéité des visions, *Didaskalia*, 2, pp 7-30.

HEWSON PW y HEWSON MG, 1987, Science teachers' conceptions of teaching: implications for teachers education, *International Journal of Science Education*, 9(4), 425-440.

HODSON D, 1992, In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education, *International Journal of Science Education*, 14(5), 541-566.

HODSON D, 1993. Philosophic stance of secondary school science teachers, curriculum experiences, and children's understanding of science: some preliminary findings, *Interchange*, 24(1&2), 41-52.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE MP y SANMARTÍ N, 1995. The development of a new science curriculum for secondary school in Spain: opportunities for change. *International Journal of Science Education*, 17(4), pp. 425-439.

- LINN MC, 1987. Establishing a research base for science education: challenges, trends and recommendations, *Journal of Research in Science Teaching*, 24 (3), 191-216.
- MAIZTEGUI A, 1997. La formación de docentes. Publicación de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba.; Córdoba, Argentina.
- MAIZTEGUI et al , 2001
- MAIZTEGUI et al, 2002. *Papel de la tecnología en la educación científica: una dimensión olvidada*, Revista Iberoamericana de Educación, No.28 – OEI- Madrid, España.
- McDERMOTT LC, 1990. A perspective on teacher preparation in physics - other sciences: the need for special science courses for teachers, *American Journal of Physics*, 58 (8), 734-742.
- MELLADO V, 1998. The classroom practice of pre-service teachers and their conceptions of teaching and learning science, *Science Education*, Vol 82, pp 197-214.
- MERINO G, 1998. Algunas reflexiones acerca de la educación científica de escolares en el tramo final obligatorio de la Educación General Básica. En Sánchez Jiménez JM, (Ed). *Educación Científica*, 161-166. (Servicio de publicaciones de la Universidad de Alcalá: Alcalá de Henares).
- MOREIRA M., A., 2003. La Investigación Básica en Educación en Ciencias: una Visión Personal. *Revista Chilena de Educación Científica*. 3(1):10-17, 2004.
- 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).
- OÑORBE A, DAVIS E, MESTRE U, FAVIERES A y LUTFI M, 1998. La Formación docente permanente de ciencias experimentales. En Sánchez Jiménez JM, (Ed). *Educación científica*, 217-221. (Servicio de publicaciones de la Universidad de Alcalá: Alcalá de Henares).
- PESA M. y CUDMANI L., 1998. La integración de saberes en la formación de formadores en ciencias. En Sánchez Jiménez JM, (Ed). *Educación Científica*, 55-70. (Servicio de publicaciones de la Universidad de Alcalá: Alcalá de Henares).
- PESSOA A, 1988, A pesquisa na prática de ensino, en Pessoa A (ed). *A formação do professor e a prática de ensino*. (Livraria Pioneira Editora: São Paulo).
- PESSOA DE CARVALHO A. y GIL D, 1995, *Formação de Professores de Ciências. Tendências e inovações*. (Cortez Editora: São Paulo).

- PORLÁN R, 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 y MARTÍN R, 1994, El saber práctico de los profesores especialistas. Aportaciones desde las didácticas específicas, *Investigación en la Escuela*, 24, 49-59.
- PORLÁN R, 1998. Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias, *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), 175-185.
- POZO JI, SCHEUER N, PÉREZ ECHEVERRÍA MP y MATEOS M, 1998. El cambio de las concepciones de los profesores sobre el aprendizaje. En Sánchez Jiménez JM, (Ed). *Educación científica*, 29-53. (Servicio de publicaciones de la Universidad de Alcalá: Alcalá de Henares).
- RYAN CH, 1998. Tendencias en las nuevas propuestas curriculares en ciencias experimentales: hacia una nueva base para la investigación y el cambio curricular. En Sánchez Jiménez JM, (Ed). *Educación Científica*, 155-157. (Servicio de publicaciones de la Universidad de Alcalá: Alcalá de Henares).
- SALINAS J., 1999, ¿Enseñamos la física como una ciencia de la naturaleza?, *Memorias de la Décimo Primera Reunión Nacional de Educación en la Física* (REF XI, Mendoza, Argentina), 358-365.
- SALINAS J. y CUDMANI L., 1994. Los desencuentros entre método y contenido científico en la formación de los profesores de Física, *Revista de Enseñanza de la Física*, 7(1), 25-32.
- SALINAS J., CUDMANI L. y JAÉN M., 1995, Las concepciones epistemológicas de los docentes en la enseñanza de las ciencias fácticas, *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 17(1), 55-61.
- SÁNCHEZ JIMÉNEZ JM, 1998. Programa de Formación de Profesores de Ciencias. En Sánchez Jiménez JM, (Ed). *Formación permanente de profesores de ciencias experimentales*. (Servicio de publicaciones de la Universidad de Alcalá: Alcalá de Henares).
- SIMPSON R.D et al, 1994, Research on the affective dimension of science learning. En Gabel D.L (ed), 1994, *Handbook of Research on Science Teaching and Learning* (MacMillan Pub Co: N.Y).
- SHULMAN LS, 1987. Knowledge and teaching: foundations of new reform, *Harvard Educational Review*, 57, 1-22.
- SOLBES J y HERNÁNDEZ J, 1995, El papel de las ciencias en la enseñanza Secundaria: un análisis de cuatro años de experimentación, *Enseñanza de las Ciencias*, 13(2), 257-260.

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

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

TRICARICO, H., R. 1997; Formación Continua y Permanente: Reflexiones acerca de la Formación Continua y Permanente de los Docentes de Ciencia. *Revista Educación en Ciencias - Vol.1 - No.1 - Editada por la Universidad Nacional de General San Martín - Argentina*

TRIVIÑO MS, 1998. Un modelo operativo de evaluación de calidad en un contexto de acreditación. En Sánchez Jiménez JM, (Ed). *Educación Científica*, 81-128.

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

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

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

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