



---

## Algunos problemas referidos a la formación de docentes de ciencias. Un tema recurrente

Some problems related to the training of Science Teachers. A recurrent topic

---

*Eduardo González*

Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Matemática, Astronomía y Física.  
E-mail: edumgonza@yahoo.com.ar

### Resumen

Se parte de una mirada a algunas de los propósitos actuales en Enseñanza de las Ciencias. Se señalan distintas tentativas de transformar la enseñanza de las ciencias y se enumeran posibles obstáculos para la propagación de las mismas en el sistema. Se vuelve entonces la mirada a los problemas propios de la formación docente continua y a la necesidad de un cambio didáctico, basado en la indagación, autoevaluación y reflexión de la propia práctica. Se enuncian algunas estrategias para favorecer dicho cambio.

**Palabras clave:** alfabetización científica, formación docente continua, pensamiento docente, cambio didáctico, reflexión de la propia práctica, autoevaluación, comunidades de aprendizaje.

### Abstract

This study begins from a look at some of the present proposals in Science Education. Different attempts to transform the teaching of sciences are pointed out and possible obstacles for science propagation in the system are enumerated. The typical problems of the constant teacher training process and the need of a didactic change, based on inquiry, self assessment and reflection on teaching are analyzed. Some strategies are mentioned in order to favor said change.

**Keywords:** scientific literacy, constant teacher training, teacher thought, didactic change, reflection on teaching, self assessment, learning communities.

### Introducción

Es frecuente escuchar en los docentes de ciencias (y también de otras áreas, aunque ese enfoque no será abordado en este trabajo) una cuota de desánimo ante las dificultades crecientes que presenta la realidad escolar. El desinterés de los jóvenes por el aprendizaje de las ciencias en la escuela, conocido desde hace bastante tiempo (Penick y Yager 1986; Gil Pérez *et al.*, 2005), no ha hecho sino crecer en los últimos años. El elevamiento de la edad de escolarización obligatoria, que es sin duda un avance en los derechos cívicos y sociales, que se realiza sin disponer de los cambios y adaptaciones escolares necesarias, ha actuado en ocasiones como un elemento que conspira contra la calidad educativa. Por otro lado, los cambios generados por los crecimientos presupuestarios recientes, que se notan en el equipamiento y en la construcción de

escuelas, no se han visto reflejados en plenitud en el nivel medio en los aspectos académicos. En este trabajo haremos una revisión de algunos tópicos habituales en didáctica de las ciencias referidos a la formación docente. Al mismo tiempo, se señalarán en algunos aspectos, las coincidencias con campos de investigación educativa más generales.

### Los objetivos de la educación científica

En las últimas décadas hemos asistido a un desarrollo extraordinario de los productos de la innovación e investigación educativa. Un cambio en las orientaciones de las mismas en el sentido de considerar la subjetividad, el pensamiento del que aprende, el rol de lo social, de los contextos y la necesidad de poner en juego un complejo sistema de mediaciones en el proceso de enseñanza aprendizaje (Porlán, 1998; Gimeno

Sacristán, 2002), ha dado paso a un campo de investigación con numerosa instalación en los centros universitarios y más limitadamente en el nivel medio. El resultado de ese proceso ha sido la constitución de la Didáctica de las Ciencias como área emergente de conocimientos (Gil Pérez, 1996).

Sea cual sea la valoración que se haga de una expresión como “sociedad de la información”, no puede discutirse el incremento incesante y acelerado del conocimiento y sus aplicaciones, así como una relativa difusión del mismo en sectores amplios de la población. Esto es verdad aunque muchas veces se trate de “residuos cognitivos” o directamente frivolidades, e incluso de un bombardeo propagandístico cuyo mayor efecto es generar contravalores sociales. Las influencias que se han movido en este terreno han sido múltiples y responden a distintas concepciones. Allí están las propuestas de reforma educacional realizadas en distintos países de nuestra región. Sobre estas temáticas existe una importante bibliografía crítica (Olmos, 2008).

Como resultados de estos procesos se han expresado también una revisión de las currículas escolares, intentado incorporar contenidos actuales, y de los objetivos o metas que se proponen para la enseñanza de las ciencias (Caamaño, 2001; De Pro y Saura, 2001). Dichas metas pueden sintetizarse en dos: la *alfabetización científica* de todos los ciudadanos (Fourez, 1997; Vilchez *et al.*, 2004) y la formación de una conciencia crítica para la toma de decisiones (Aikenhead, 1985). Naturalmente, ello significa no abandonar un objetivo básico de la investigación educativa que es *una enseñanza para la comprensión, de calidad*. Estos objetivos se plantean interiorizar o instruir al ciudadano tanto sobre los productos y procesos científico-tecnológicos que se han instalado ya en la vida cotidiana como también adquirir una dimensión sobre los riesgos de un uso indiscriminado de dichos recursos o del super o del sub consumo en el ambiente. En esa dirección se deben recuperar también, por su peso creciente, los avances en las orientaciones didácticas denominadas CTSA y en desarrollo de la sustentabilidad (Solbes y Vilches, 2002; Acevedo *et al.*, 2005).

Todo ello ha generado avances en un nivel del desarrollo de estrategias y propuestas concretas de trasposición educativa en el área de las

ciencias naturales. Muchas de estas propuestas han sido objeto de pruebas piloto muy exitosas, constituyendo lo que podemos denominar el avance de “la micro didáctica”. Sin embargo, el sistema como conjunto ha sido resistente al cambio. ¡Que lejos estamos de la idea estratégica de Bybee (1997) de generar una inmersión en la cultura científica!

### **Algunas razones sistémicas para que no se propaguen los cambios**

Existen muy diversas razones para explicar la extrema lentitud de estos avances. Por un lado eso es algo propio de la complejidad y magnitud del proceso educativo. Por otra parte, hay sin duda distintos factores que pueden estar actuando como fuentes de resistencia. Mencionaremos algunos de ellos, haciendo hincapié en aspectos contextuales y en otros que son propios del campo específico de investigación educativa en ciencias. Algunas de estas explicaciones son propias de nuestra realidad nacional y otras son comunes a muchos países, en particular de iberoamérica:

- a) La existencia de contextos escolares muy limitantes (carencia de recursos, ausencia de proyectos educativos escolares).
- b) Una actividad docente no profesionalizada o adecuadamente valorada (excesos de horas de trabajo, docentes ambulantes).
- c) La falta de protagonismo de los docentes en las propuestas transformadoras (Van Driel, 2001) e incluso en los trabajos de investigación educativa.
- d) El desinterés creciente de los jóvenes por la educación científica.
- e) Las limitaciones de formación de los docentes de ciencias.
- f) La alteración de las realidades educativas (por la crisis social con sus múltiples condicionantes, por el fuerte impacto de las TICs y los medios de comunicación entre los jóvenes, que establecen una circulación de la información por fuera de la escuela, por las transformaciones del sujeto que aprende que incrementa ese desinterés mencionado anteriormente. Al respecto se puede consultar Gimeno Sacristán (2005).

Cada uno de estos aspectos debe ser analizado y tratado concretamente. En este trabajo nos detendremos específicamente en los aspectos referidos a los docentes, es decir que vamos mirar con mayor detalle cuestiones referidas a rol docente

y su capacitación. Hemos de revisar la cuestión a la luz de las actuales tendencias en la educación científica.

## Las competencias de la formación docente

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

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

¿Cómo ignorar, por ejemplo, la importancia de un buen conocimiento de la materia a impartir? La investigación ha mostrado que la falta de dicho conocimiento constituye, quizás, la principal dificultad para que los profesores afectados se impliquen en actividades innovadoras (Tobin y Espinet, 1989). Pero, además, conocer la materia no se reduce a conocer los hechos, leyes y teorías que conforman el cuerpo de conocimientos científicos que suele impartirse en una facultad. Un buen conocimiento de la materia para un docente supone también, entre otros (Gil, 1991):

- Conocer los problemas que originaron la construcción de dichos conocimientos y cómo

llegaron a articularse en cuerpos coherentes, evitando así visiones estáticas y dogmáticas que deforman la naturaleza del conocimiento científico. Se 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.

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. Se puede poner en valor cada uno de los aspectos incluidos en las orientaciones a las que se refiere Feiman-Nemser (1990). No se trata, pues, de elegir entre las mismas. Lo esencial 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, 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; González *et al.*, 1996), 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.

Resulta esencial 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 ha de jugar su participación en la construcción de dichos conocimientos. Asumimos también las propuestas de Pacca y Villani, (2000) y Copello y Sanmartí, (2001) sobre la necesidad una formación discursiva de los docentes. Estas destrezas y saberes abarcan múltiples aspectos, que van desde el diálogos en la clase, las relaciones de vínculo con los estudiantes o a aspectos evaluación y autoevaluación. Lograr esa formación requiere, sin duda, de proyectos de muy largo aliento y amplias miras. El docente debe aprender a generar climas de aula favorables, a conocer los intereses de sus estudiantes y a establecer fuertes expectativas por la materia. Ahora bien, todas estas enunciaciones de intención formativas chocan muchas veces con una realidad mucho más limitada (Porlán *et al.*, 2000, Mellado, 2003). Debemos entonces profundizar estas visiones, no porque no estén allí los elementos sustanciales, sino porque son escasas las evidencias de su logro.

### **La formación docente continua, una situación de transición**

En un mundo en permanente cambio, las necesidades educativas van mucho más allá de la escuela y de la edad escolar. Pero no se trata sólo de aspectos económicos; son las transformaciones culturales que introduce la globalización la que está permanentemente obligándonos a nuevas adquisiciones de conocimiento y a adoptarlas a un contexto de cambio (Gimeno Sacristán, 2005). Existe enorme consenso sobre necesidad de encarar una formación docente continua, en particular el área de las ciencias naturales. Ya no se concibe que la formación adquirida en cuatro o cinco años de estudio pueda dar cuenta de las necesidades que exige una enseñanza de calidad (Mellado, 2000). Menos aún cuando los cambios en los contenidos son exigidos en forma permanente por los cambios en la realidad exterior a la escuela. Es un hecho asumido, entonces, la existencia de importantes carencias de formación disciplinar en los docentes. Ello es el mayor obstáculo o directamente lo hace imposible, cualquier tentativa de cambio curricular. Pero, al mismo tiempo, los docentes carecen de una actualización didáctica o de una capacidad, propia en un colectivo, para la trasposición didáctica (Maiztegui, *et al.* 2000). Los docentes suelen ser

quienes mejor reconocen estos aspectos. Existe en ese sentido una preocupación y una disposición entre los colegas docentes de nivel medio en el área de ciencias, para perfeccionarse o actualizarse. Sin embargo, debe reconocerse que son escasos los resultados del avance en la formación docente.

### **La formación docente continua como un verdadero problema**

Vale recordar la inviabilidad de pretender alcanzar el éxito en la formación docentes sobre la base de aumentar los esfuerzos y el número de los cursos de capacitación. 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.

El punto es que la transmisión de saberes didácticos no es efectiva de manera transmisiva y descontextuada (Maiztegui *et al.*, 2000). El conocimiento didáctico práxico es experiencial y su desarrollo requiere de una fase de vivencia y otra de reflexión (González, 2003). La Didáctica de las Ciencias por su carácter de ciencia social aplicada requiere de un sujeto portador, el cual sólo puede constituirse en el proceso de articulación de un nuevo modelo hegemónico institucionalizado en la Enseñanza de las Ciencias. En este sentido 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 (Maiztegui, *et al.*, 2000).

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; González, 1998). Los primeros años de la formación docente son cruciales para completar la formación práctica y generar actitudes de cambio didáctico (Pro Bueno *et al.*, 2005). Para conocer lo que realiza el docente es conveniente observar-registrar sus clases, apuntes, la producción de sus estudiantes. Para favorecer el cambio, el diálogo y la implicación en el proceso son instrumentos muy apropiados (Mellado, 2003). Vemos entonces tres aspectos problemáticos que se deben intentar actuar si se pretende lograr avances en la formación docentes. La formación inicial desintegrada, donde se han separado los aspectos disciplinares de los psico-pedagógicos y donde casi no se intenta establecer un puente entre las “dos culturas”; la escasa relación con la práctica aúlica en el proceso de formación inicial, que luego se mantiene como acción empirista sin aprovechar ni siquiera los primeros años de inserción en la profesión; y el peso de las preconcepciones o del pensamiento docente de sentido común (Maiztegui, *et al.*, 2000, González, 2003) que se propaga sobre todo el ejercicio profesional. Es sobre esas pautas que debe entenderse la consigna del “cambio didáctico” como una idea motriz que puede hilvanar todo el proceso formativo.

### Algunas propuestas de solución

Antes de hacer propuestas, es muy importante resaltar dos aspectos que van a afectar la calidad de los ofrecimientos de formación y que deben tenerse en cuenta si se pretende alcanzar la efectividad (Maiztegui, *et al.*, 2000); a) la instalación institucional; b) la vivencialidad de la participación del sujeto en las mismas.

La Formación docente continua es eficaz en ambientes institucionales favorables, en tratamientos prolongados y en un clima de libertad. La formación docente y el cambio didáctico se favorecen en la medida en que vayan integradas o articuladas con los conocimientos disciplinares.

Disponemos de cuatro tipos de propuestas:

- Aumentar el *practicum*. Reflexión sobre la propia práctica. Aquí se hace imprescindible el apoyo de la institución escolar, de sistemas de articulación, etc.
- Mejoramiento de los institutos de formación docente, apuntando al tipo de relaciones que se da en las universidades. Concreción de las carreras de posgrado. Este es el terreno más habitual.
- Investigación e innovación muy ligada al aula. Se recomiendan equipos interniveles. Hay ejemplos en Brasil. Aquí deshacemos los argumentos contra el profesor investigador o que pretenden separar la profesionalidad de la actitud indagadora. Las Asociaciones de profesores y los centros universitarios deben hacer un esfuerzo para implicarse en temas específicos y en contextos de realidad.
- Promover trabajos colectivos y autoevaluativos (Mateo, 2006). En particular pueden ser útiles para generar redes escolares, comunidades de práctica (Greca y González, 2002; Elboj Saso *et al.*, 2002), de reflexión o de formación, generan una subjetividad social favorable.
- Se trata de romper como dice Castoriadis “la clausura que habitualmente nos tiene atrapados como sujetos” y de generar condiciones para el cambio. Se trata de que haya condiciones de continuidad, profundidad, reflexión, trabajo colectivo, expectativas institucionales, etc. Debemos atender a la diversidad y complejidad (Vázquez *et al.*, 2007), recuperar la pluralidad de estrategias, pero orientados por una visión de conjunto. El ser del docente capaz de impulsar el cambio educativo es el de una profesionalidad reflexiva - investigativa - social (González, 1998).

### Referencias bibliográficas

- Acevedo, J. A., Vázquez, A., Martín, M., Oliva, J., Acevedo, P., Paixão, M. F. y Manassero, M. A. 2005. Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. *Una revisión crítica. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), pp. 121-140.

- Aikenhead, G. S. 1985. Collective decision making in the social context of science. *Science Education*, 69(4), pp. 453-475.
- Bybee, R. 1997. Towards an Understanding of Scientific Literacy. En Graeber, W. y Bolte, C. (Eds.), *Scientific Literacy*. Kiel, IPN.
- Briscoe, C. 1991. The dynamic interactions among beliefs, role metaphors and teaching practices. A case study of teacher change. *Science Education*, 75(2), pp. 185-199.
- Caamaño, A. 2001. Repensar el currículo de Química en los inicios del siglo XXI. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, N° 29, pp. 43-52.
- Copello, M. I. y Sanmartí, N. 2001. Fundamentos de un modelo de formación permanente del profesorado de ciencias centrado en la reflexión dialógica sobre las concepciones y las prácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), pp. 269-284.
- De Pro, A. y Saura, O. 2001. Nuevos tiempos, nuevos contenidos en física. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, N° 29, pp. 53-62.
- Elboj Saso C., et al. 2002. *Comunidades de aprendizaje. Transformar la educación*. Barcelona, Grao.
- Feinman-Nemser, S. 1990. Teacher preparation: Structural and conceptual alternatives. En Houston WR (Ed). *Handbook of research on teacher education*. New York, Macmillan.
- Fourez, G. 1997. Alfabetización Científica y Tecnológica. *Acercar de las finalidades de la Enseñanza de las Ciencias*. Buenos Aires, Colihue.
- Gimeno Sacristán, J. 1990. El perfeccionamiento como desarrollo de la profesionalidad docente. En Gil, D. *La formación de formadores en didáctica de las ciencias*. Valencia, Nau Llibres.
- Gimeno Sacristán, J. 2002. *Una reflexión sobre la práctica*. Madrid, Morata.
- Gimeno Sacristán, J. 2005. *La educación que aún es posible*. Madrid, Morata.
- Gil Pérez, D. 1991. ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), pp. 69-77.
- Gil Pérez, D. 1996. New trends in science education. *International Journal of Science Education*, 18 (8), pp. 889-901.
- Gil Pérez, D., Sifredo, C., Valdés, P. y Vilchez, A. 2005. ¿Cuál es la importancia de la educación científica en la Sociedad Actual? En Gil, D. et al. Eds., *¿Cómo Promover el interés por la cultura científica?* Santiago de Chile: OREALC/UNESCO. En [http://www.unesco.cl/medios/biblioteca/documentos/correo\\_promover\\_interes\\_cultura\\_cientifica.pdf](http://www.unesco.cl/medios/biblioteca/documentos/correo_promover_interes_cultura_cientifica.pdf).
- González, E. 1998. Para una práctica docente transformadora. *Divulgación Científica*, Secretaría de Ciencia y Tecnología – Escuela de Ciencias de la Información, Universidad Nacional de Córdoba, 2(3), pp. 6-7.
- González, E., Arena, L., Budde, C., De Longhi, A. L., Ferreyra, A. y Re, M. 1996. Cinco ejes para la discusión sobre la formación inicial y la capacitación de los docentes de ciencias. Aportes a un tratamiento interdisciplinario. *Revista de Enseñanza de la Física*, 9(2), pp. 75-83.
- González, E. 2003. La formación de los docentes de ciencias en la Argentina: un caso no tan extraño. *Tecne, Episteme y Didaxis, número extra*, pp. 85-97.
- Greca, I. y González, E. 2002. Comunidades de aprendizaje en desarrollo sustentable. *XX Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales*; La Laguna (Tenerife, España), En: [http://www.ull.es/users/apice/Maiztegui A, González E, Tricárico H, Salinas J ,Pessoa de Carvalho A, Gil Pérez D. 2000. La formación de los profesores de ciencias en Argentina; un planteamiento necesario. \*Revista de Enseñanza de la Física\*, 13\(2\), 49-62.](http://www.ull.es/users/apice/Maiztegui A, González E, Tricárico H, Salinas J ,Pessoa de Carvalho A, Gil Pérez D. 2000. La formación de los profesores de ciencias en Argentina; un planteamiento necesario. Revista de Enseñanza de la Física, 13(2), 49-62)
- Mateo, J. 2006. La evaluación educativa, su práctica y otras metáforas. Capítulo tres. *La evaluación del profesorado*. Barcelona, Horsori.
- Mellado, V. 2003. Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(3), pp. 343-358.
- Mellado, V. y González, T. 2000. El conocimiento del Profesorado sobre la ciencia su enseñanza y aprendizaje. *Didáctica de las ciencias experimentales, Perales Palacios J. y Cañal de León P, Eds.*, Capítulo 22, pp. 535-556. Alcoy, Marfil.
- Olmos L. 2008. Educación y política en contexto. Veinticinco años de reformas educacionales en Argentina. *Revista Iberoamericana de Educación*, 48, 167-185.



- Pacca J. y Villani A. 2000. La competencia dialógica del profesor de ciencias en Brasil. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(1), 95-104.
- Penick J. E. y Yager R. E. 1986. Trends in science education: some observations of exemplary programs in the United States. *European Journal of Science Education*, 8(1), 1-9.
- Pessoa de Carvalho A. M y Gil D 1995. *Formação de Professores de Ciências. Tendências e inovações*. (Cortez Editora: São Paulo).
- Porlan R., 1998. Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias, *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), 175-185.
- Porlán R. *et al.* 2000. El conocimiento del Profesorado sobre la ciencia su enseñanza y aprendizaje. *Didáctica de las ciencias experimentales*, Perales Palacios J. y Cañal de León P, Eds., Capítulo 21, 507-534. (Marfil: Alcoy).
- Pro Bueno A. *et al.* 2005. Viabilidad de las propuestas didácticas planteadas en la formación inicial: opiniones, dificultades y necesidades de profesores principiantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(3), 357-378.
- Solbes J y Vilches A. 2002. Visiones de los estudiantes de secundaria acerca de las interacciones Ciencia, Tecnología y Sociedad. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(2).
- 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), pp. 105-120.
- Van Driel, J. H. 2001. Profesional development and reform in science education: the rol of teachers´ practical knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), pp. 137-158.
- Vázquez, B., Jiménez, R., y Mellado, V. 2007. El desarrollo profesional del profesorado de ciencias como integración de la reflexión y la práctica. La hipótesis de la complejidad. *Eureka*, 4 (3), pp. 372-393.
- 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.
- Vilchez, A., Solbes, J. y Gil, D. 2004. Alfabetización científica para todos contra ciencia para futuros científicos. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 41, pp. 89-98.