

UN MODELO DE FORMACIÓN PARA EL CAMBIO DEL PROFESORADO DE CIENCIAS¹

Porlán Ariza, Rafael

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales.
Universidad de Sevilla
rporlan@us.es

Rivero García, Ana

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales.
Universidad de Sevilla
arivero@us.es

Solís Ramírez, Emilio

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales.
Universidad de Sevilla
esolis@us.es

RESUMEN

En este trabajo se reflexiona sobre la necesidad de cambiar el modelo dominante de enseñanza de las ciencias y sobre la conveniencia de que los docentes construyan un conocimiento práctico profesional que supere disyunciones del tipo: teoría-práctica, conocimiento científico y didáctico, etc. Se describe el modelo Formación de Profesores para Investigar la Práctica que pretende favorecer el cambio de los profesores a partir de la investigación de los problemas profesionales.

Palabras clave: Enseñanza de las ciencias, conocimiento profesional, obstáculos de los profesores, concepciones de los profesores, formación de profesores.

ABSTRACT

This paper reflects on the need to change the predominant model of science teaching, and on the desirability for teachers to construct their own professional knowledge to go beyond disjunctions such as theory-practice, scientific knowledge -pedagogical knowledge, etc.. A description is given of the 'Teacher Education for Research into Practice' model, which is aimed at promoting teacher change via inquiry into practical professional problems.

Keywords: Science teaching, professional knowledge, teachers' obstacles, teachers' conceptions, teacher education.

¹ Esta comunicación está extraída de las publicaciones:

- PORLÁN, R. et al. (2010). El cambio del profesorado de ciencias I: marco teórico y formativo, *Enseñanza de las Ciencias*, 28 (1), 31-46.
- Ana Rivero & Pilar Azcárate & Rafael Porlán & Rosa Martín del Pozo & Joao Harres (2010). The Progression of Prospective Primary Teachers' Conceptions of the Methodology of Teaching. *Research in Science Education*. Published online: 29 September 2010

1.- LAS CONCEPCIONES DEL PROFESORADO EN EL CASO DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS.

Son muchas las investigaciones realizadas sobre las concepciones del profesorado en el campo de la enseñanza de las ciencias. En nuestro caso, los resultados más importantes se pueden resumir así: concepción *transmisiva* de la enseñanza; aprendizaje por *incorporación de significados externos*, ignorando la existencia de ideas espontáneas; la ciencia como producto acabado, superior y verdadero (*absolutismo epistemológico*) y el método científico como *proceso inductivo* (Ruel, Désautels y Laroche, 1997; Porlán, Rivero y Martín del Pozo, 1998; Porlán y Rivero 1998; Martín del Pozo, 2001; Martín del Pozo y Porlán, 2001; Porlán y Martín del Pozo, 2002 y 2004 y Da-Silva, Mellado y Porlán, 2007).

Según esto, las concepciones mayoritarias de los profesores de ciencias son coherentes con la cultura tradicional en la que han sido formados y están lejos de los planteamientos socio-constructivistas, críticos y relativistas que fundamentan los modelos alternativos, de ahí el fracaso de las nuevas propuestas.

1.1. La progresión de las concepciones del profesorado de ciencias.

Diversos autores han abordado la idea de *progresión*. Prieto, Blanco y Brero (2002), hacen una revisión en el caso de los alumnos, en la que plantean que la progresión de sus concepciones se puede estudiar estableciendo estadios intermedios. En nuestro caso, tanto para los alumnos como para los profesores, hemos trabajado en la integración de estadios y obstáculos, tratando de establecer hipótesis sobre la evolución de los sujetos en forma de *itinerarios de progresión* (García, 1998 y Porlán y Rivero 1998). En definitiva, los docentes tienden, sin querer, a reproducir los esquemas interiorizados. Esta reproducción es vivida como la manera normal de ser profesional y, cuando es cuestionada, lo es desde un discurso teórico con pocas conexiones con lo que suelen hacer en clase. De esta forma, las teorías que dan coherencia a las rutinas de acción, y que responden a una cosmovisión tradicional de la escuela, dado su carácter implícito, constituyen un conjunto de *obstáculos endógenos* para el cambio de los profesores.

Aunque en un sentido estricto los obstáculos son de naturaleza epistemológica y se refieren a la evolución del conocimiento científico (Bachelard, 1983), diferentes autores han transferido el concepto al campo de las didácticas de las ciencias y han ampliando su significado (Martinand, 1986; Astolfi, 1994; García y Rivero, 1995; Schneeberger, 1997; Porlán y otros, 1998 y Solís y Porlán, 2003). Astolfi (1997) habla de tres tipos de obstáculos en relación con los alumnos: epistemológicos, psicológicos y metodológicos. Hacemos nuestra esta clasificación y la aplicamos al caso de los profesores.

Las pautas de acción mayoritarias del profesorado son coherentes con los estereotipos sociales sobre la enseñanza y el aprendizaje (Porlán, Rivero y Martín del Pozo, 1997 y Porlán y Rivero, 1998). La idea, por ejemplo, de que enseñar ciencias es explicar contenidos o la de que aprender es retener lo estudiado son ejemplos de ello. En este sentido, los estereotipos sobre la escuela ejercen un papel disuasorio, constituyéndose en *obstáculos exógenos* para el cambio profesional, manifestándose en cómo se organizan los horarios, qué características tienen los espacios, etc.

La dificultad de muchos docentes para tomar conciencia de sus implícitos y someterlos a crítica les deja desarmados para abordar las contradicciones de su práctica. Por otro lado, los deseos de cambio de los profesores se manifiestan a través de creencias explícitas sobre cómo debería ser la enseñanza de las ciencias, es lo que denominamos *concepciones movilizadoras* (Martínez, 2000; Ballenilla 2003; Solís,

Porlán y Rivero, 2008). Es necesario apoyarse en ellas y reforzarlas en los procesos de toma de conciencia de los obstáculos profesionales. En definitiva, el cambio profesional es un proceso complejo y gradual, de ahí nuestro interés por investigar las transiciones de los profesores de ciencias cuando participan en procesos de formación de orientación constructivista (Porlán y Martín del Pozo, 2006).

2.- UN MODELO DE FORMACIÓN PARA EL CAMBIO DEL PROFESORADO DE CIENCIAS.

La formación del profesorado en el ámbito de la enseñanza de las ciencias se ha concretado en un currículum con tres componentes inconexos: las ciencias experimentales, las ciencias de la educación y, en el caso de la formación inicial, el prácticum. En los dos primeros se ha aplicado una estrategia formativa basada en la transmisión de información; mientras que en el prácticum ha primado un modelo *espontaneísta*, según el cual, en contacto con la escuela, los sujetos son capaces de integrar los conocimientos teóricos, relacionarlos con la experiencia y desarrollar un conocimiento profesional de calidad (Porlán y Rivero, 1998 y Rivero y Porlán 2004). Sin embargo, la realidad es diferente. Este sistema dual, lejos de ayudar a los sujetos a reconstruir sus concepciones y esquemas de acción, les satura de conocimiento académico y, al mismo tiempo, anula las potencialidades transformadoras de determinados aspectos de la teoría (Porlán y otros, 2001).

2.1. El Conocimiento Práctico Profesional

Pues bien, entre el conocimiento académico y el conocimiento en la acción existe un *espacio epistemológico* desaprovechado. Dicho espacio conecta con la teoría y con la acción y permite integrar fragmentos de ambos tipos de conocimientos en esquemas organizados en torno a los PPP (Flores y otros, 2000) (figura 2). Así, mientras cada disciplina implicada en la formación tiene un discurso relativo a una *parte* del *todo* global de los procesos de enseñanza aprendizaje, el conocimiento vinculado a la acción es, como venimos diciendo, tácito, y está organizado en rutinas relativas a problemas concretos y funcionales.

El conocimiento profesional no puede ser, por tanto, la mera aplicación de la teoría. Creer que de manera espontánea los sujetos en formación pueden realizar diferentes integraciones epistemológicas entre el mundo consciente de la lógica y el mundo inmediato e inseguro de la acción, es una de las causas del fracaso de la formación del profesorado y una de las variables que favorecen la permanencia del modelo hegemónico de enseñanza de las ciencias (Porlán, Martín del Pozo y Martín, 2002 y Rivero y Porlán, 2004).

La práctica, entendida como intervención fundamentada en la realidad y no como mera acción, requiere de un conocimiento diferenciado del conocimiento disciplinar y del conocimiento vinculado a la experiencia, al que diversos autores denominan *Conocimiento Práctico Profesional* (CPP) (Porlán y otros, 1996; Porlán y Rivero, 1998; Bryan y Abell, 1999; Porlán y Rivero, 2001; Van Driel, Beijaard y Verloop, 2001 y Wallace y Kang, 2004) (figura 2). Es interesante hacer una comparación entre este concepto y el de *Conocimiento Didáctico del Contenido* (Shulman, 1986). En su versión original, el CDC se refería al *dominio del contenido para ser enseñado* (en la tradición francesa la *transposición didáctica* ocupa un espacio semántico muy similar) (Chevallard, 1985). El CDC puso en evidencia que para enseñar contenidos no era suficiente con dominarlos, sino que hacía falta algo más. Sin embargo, en la medida que

la reflexión sobre el conocimiento profesional ha ido ampliando los saberes necesarios para enseñar, el CDC ha ido ampliando su significado. Esta continúa ampliación del campo semántico del CDC ha acabado por aproximarle a lo que otros autores denominan, creemos que con más acierto, el CPP. Como cualquier otro conocimiento profesional o disciplinar, el CPP sólo puede producirse a partir de la investigación de los problemas relevantes del ámbito epistemológico específico, es decir de los Problemas Prácticos Profesionales (PPP).

2.2. Formación de profesores para investigar la práctica.

Frente a esto, desde hace ya algunos años, se vienen experimentando propuestas basadas en perspectivas teóricas que compartimos y que cuestionan los fundamentos del modelo de formación descrito. Nos referimos a perspectivas como: *el cambio conceptual* (Yip, 2001); *el constructivismo* (Désautels y otros, 1993, Porlán, 1993; Watts y Jofili, 1998; Flores y otros, 2000 y Liang y Gabel, 2005); *el sistemismo y la complejidad* (García, 1998 y Flores y otros, 2000); *la perspectiva crítica* (Watts y Jofili, 1998 y Copello y Sanmartí, 2001); *la interacción social y las redes y comunidades de aprendizaje* (Arias, Flores y Porlán, 2001 y Liang y Gabel, 2005); *la reflexión y la investigación* (Cañal y otros, 1997; Zembal-Saul, Blumenfeld y Krajcik, 2000; Bryan, 2003 y Rivero y Porlán, 2005) y *la metacognición* (Copello y Sanmartí, 2001).

En nuestro caso, venimos trabajando como formadores e investigadores en un modelo basado en los principios teóricos mencionados y al que actualmente denominamos Formación de Profesores para Investigar la Práctica (FOPIP) (Porlán y García, 1992; Martín del Pozo, 1994; Porlán y Rivero, 1998; Azcárate y Cuesta, 2005; Azcárate y Castro, 2006; Pizzato y Harres, 2007). Dicho modelo es un desarrollo del Proyecto Curricular IRES (Investigación y Renovación Escolar que es la referencia teórica del colectivo docente RED IRES, al cual pertenecemos (www.redires.net)).

En este modelo se resalta la idea de *Investigación de la Práctica* por sus cualidades de síntesis. En relación con la docencia, investigar implica distanciarse de la reproducción acrítica de las prácticas tradicionales. Investigar permite construir significados más allá de los estereotipos sobre la escuela. Por otro lado, hemos planteando la necesidad de que sectores significativos del profesorado se impliquen en la construcción del CPP; pues bien, la investigación es quizás la mejor estrategia para conseguirlo.

Pero, ¿cuáles son los problemas relevantes de la profesión?, ¿qué PPP pueden constituir el eje de la formación del profesorado, favoreciendo la integración de los conocimientos teóricos y la experiencia? Por nuestra parte, venimos agrupando los PPP en núcleos generales que organizan el currículum formativo (Porlán y otros, 1996; Porlán y Rivero, 1998; Martín del Pozo y Rivero, 2001; Harres y otros, 2005 y Rivero y Porlán 2005). Concretamente, en el caso de la enseñanza de las ciencias, proponemos los siguientes:

¿Cuáles deben ser los fines de la enseñanza de las ciencias?, ¿qué modelo personal y socio-ambiental se pretende favorecer?...

¿Qué sabemos los docentes acerca de los tópicos del currículo de ciencias?, ¿qué deberíamos saber?...

¿Qué ideas tienen los alumnos en relación con los fenómenos que estudia la ciencia?, ¿cómo podemos analizarlas?...

¿Cuál es la naturaleza de los contenidos escolares?, ¿qué fuentes de conocimiento seleccionar?, ¿qué tipos de contenidos existen?, ¿qué relaciones hay entre ellos?...

¿Qué metodología de enseñanza es más adecuada para favorecer la evolución de las ideas de los alumnos?, ¿qué secuencia de actividades promueve mejor el aprendizaje?, ¿cómo abordar la diversidad del alumnado?...

¿Cómo evaluar de manera que sirva para mejorar el aprendizaje de los alumnos y la enseñanza del profesor?, ¿qué papel deben jugar alumnos y profesores?...

¿Cómo desarrollar una unidad didáctica en el caso de la enseñanza de las ciencias?...

¿Cómo desarrollar un curso completo?, ¿qué progresión del aprendizaje científico de los alumnos puede servir de referencia?...

¿Cuál es mi Modelo Didáctico Personal (MDP) para la enseñanza de las ciencias?, ¿cuáles son mis principios didácticos?, ¿cómo minimizar los obstáculos procedentes del contexto escolar, social y cultural?, ¿cómo abordar mis conflictos emocionales asociados a los cambios?...

El modelo FOPIP plantea una estrategia para hacer evolucionar las concepciones y las acciones de los profesores a partir de la investigación de los PPP.

3. EL CURSO CONCEPCIONES DE LOS ALUMNOS E INNOVACIÓN CURRICULAR: UNA APORTACIÓN CONCRETA.

El modelo FOPIP es un marco de referencia general para la formación del profesorado y puede concretarse en diferentes propuestas dependiendo de los PPP que se aborden, del nivel educativo y del área curricular. En base a diversas aportaciones y a nuestra experiencia, hemos probado diferentes combinaciones de PPP buscando la que incidiera más eficazmente en el cambio de los sujetos. Concretamente, en los últimos años venimos experimentando un curso de 12 semanas de duración que denominamos *Concepciones de los Alumnos e Innovación Curricular (CAIC)*. Dicho curso se ha aplicado en la formación inicial de maestros y en algunos casos de formación inicial del profesorado de secundaria y de formación permanente. Durante su desarrollo, los participantes siguen una secuencia flexible de actividades en torno a tres PPP: ¿Qué ideas tienen los alumnos?, ¿Qué contenidos enseñar? y ¿Qué plan de actividades elaborar?

Nos centraremos, por ejemplificar, en el PPP de ¿Qué plan de actividades elaborar? La propuesta consta de dos elementos básicos. Actividades de desarrollo propiamente dichas y Documentos para apoyar el trabajo en el aula.

La propuesta de actividades a desarrollar en este PPP, es la siguiente

Actividad 10. Primer plan

1. Previa reflexión individual y teniendo en cuenta lo anterior elaborar la primera versión del plan de actividades. 2.-Puesta en común a partir de dos casos y análisis del modelo metodológico subyacente. Se modifican los planes de actividades

Actividad 11. Aportaciones de la Investigación Didáctica

1. Presentación de ejemplos de actividades, secuencias, modelos metodológicos, etc. Se mejoran los planes de actividades. 2. -Lectura individual de textos sobre metodología. Debate en equipo sobre los cambios a introducir en el plan de actividades después de la lectura. Debate general sobre la lectura. 3 -Responder en equipo al guión: *¿Qué plan de actividades elaborar?* (Documento 11)

Actividad 12. Plan definitivo

1. Elaborar la versión definitiva.
2. -Puesta en común a partir de dos casos. Reflexión metacognitiva sobre metodología de enseñanza (actividad, secuencia de actividades, modelos metodológicos...)

En este caso, se utiliza un documento como el que sigue:

Documento 11: ¿Qué plan de actividades elaborar?

1 Hay autores que definen la actividad como la unidad de programación, de manera que una actividad puede ser una explicación, una sesión de pequeño grupo, un debate o un experimento. Según esto, un plan de enseñanza sería un conjunto de actividades ordenadas en el tiempo. ¿Cuál es vuestra opinión?

2 ¿Qué condiciona el orden en vuestro plan de actividades? ¿Los contenidos conceptuales?

Nada, pues la secuencia ha salido al azar. Las ideas de los alumnos, pues se sigue esta secuencia: conocerlas, corregir los errores y comprobar si han cambiado. Si no os identificáis con estas opciones, ¿cuál es la vuestra?

3 Todo plan de actividades responde a una metodología de enseñanza y a una cierta idea sobre cómo aprenden los alumnos. Las frases que siguen reflejan algunas metodologías: *Explicar la teoría y hacer prácticas para aplicarla, Actividades de observación, dar la teoría y comprobar lo aprendido con un examen, Conocer las ideas de los alumnos, explicar los errores detectados y poner un test de comprobación. Se plantea un problema, los alumnos expresan sus ideas, se hacen actividades para que dichas ideas evolucionen y se sintetiza lo aprendido. Actividades de motivación, experimentación, explicación y aplicación. Hacer un esquema con vuestro modelo metodológico.* Explicarlo y justificarlo. ¿Es coherente la primera versión del plan de actividades con este modelo? Si las hay, explica las incongruencias

4 ¿Qué son los recursos didácticos? Enumerar diferentes tipos de recursos y explicar su función

5 Según todo lo visto, ¿qué cambios debéis hacer en la primera versión del plan de enseñanza?, ¿por qué?

4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los datos obtenidos confirman la idea de que el cambio en las ideas y en las prácticas del profesorado es un proceso que se produce de forma lenta y con grandes dificultades. La formación de profesores no puede pretender sustituir las ideas iniciales del profesorado por aquellas otras que la investigación educativa considera más adecuadas, sino que debe adoptar enfoques progresivos y constructivistas, tal como se propone para la formación del alumnado (Duit y Treagust, 2003).

En relación con lo anterior, coincidimos con Flores, Gallegos y Baroja (2000) en que es necesario moderar las expectativas de cambio en las actividades formativas y procurar transiciones progresivas, que supongan avances bien consolidados en las concepciones y prácticas de los profesores, contruídos por ellos mismos, y no saltos en el vacío con pocas posibilidades de mantenerse en el tiempo. Organizar el currículo de la formación de profesores en torno a problemas prácticos profesionales da sentido a la formación.

Por último, consideramos que es necesario que los profesores desarrollen un conocimiento profesionalizado sobre la metodología de enseñanza, que les permita generar contextos de auténtico aprendizaje (y no situaciones en las que se simula que se enseña y que se aprende). Creemos que programas formativos con características

similares al curso CAIC ayudan a los futuros profesores a elaborar modelos metodológicos conscientes y de cierta complejidad, con capacidad para orientar una práctica innovadora y profesionalizada.

BIBLIOGRAFÍA

- ARIAS, M.D., FLORES, A. y PORLÁN, R. (2001). *Redes de maestros. Una alternativa para la transformación escolar*. Sevilla: Díada.
- ASTOLFI, J.P. (1994). El trabajo didáctico de los obstáculos, en el corazón de los aprendizajes científicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), pp. 206-216.
- ASTOLFI, J.P. (1997). *Conceptos claves en la Didáctica de las Disciplinas*. Sevilla: Díada.
- AZCÁRATE, P. y CUESTA, J. (2005). El profesorado novel de secundaria y su práctica. Estudio de un caso en las áreas de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(3), pp. 393-402.
- AZCÁRATE, P. y CASTRO, L. (2006). La evolución de las ideas profesionales y la reflexión: Un binomio necesario. *Cuadrante XV* (1 y 2), pp. 33-64.
- BACHELARD, G. (1983). *La formación del espíritu científico*. Madrid: Siglo XXI.
- BALLENILLA, F. (2003). *El practicum en la formación inicial del profesorado de ciencias de enseñanza secundaria*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.
- BRYAN, L.A. (2003). Nestedness of beliefs: examining a prospective elementary teacher's belief system about science teaching and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(9), pp. 835-868.
- BRYAN, L.A. y ABELL, S.K. (1999). Development of professional knowledge in learning to teach elementary science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(2), pp. 121-139.
- CAÑAL, P.; LLEDÓ, A.; POZUELOS, F.J. y TRAVÉ, G. (1997). *Investigar en la Escuela*. Sevilla: Díada.
- 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. 269-283.
- CHEVALLARD, Y. (1985). *La transposition didactique*. Grenoble: La Pensée Sauvage.
- DA-SILVA, C., MELLADO, V. y PORLÁN, R. (2007). Evolution of the conceptions of a secondary education biology teacher: longitudinal análisis using cognitive maps. *Science Education*, 91(3), pp. 461-491.
- DÉSAUTELS, J. y OTROS (1993). La formation à l'enseignement des sciences: le virage épistémologique. *Didaskalia*, 1, 49-67.
- DUIT, R. y TREAGUST, D. (2003). Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), pp. 671-688.
- FLORES, F.; LÓPEZ, A.; GALLEGOS, L. & BAROJAS, J. (2000). Transforming science and learning concepts of physics teachers. *International Journal of Science Education*, 22(2), pp. 197-208.
- GARCÍA, F.F. y RIVERO, A. (1995). Dificultades y obstáculos en la construcción del conocimiento escolar en una hipótesis de progresión de lo simple a lo complejo. Reflexiones desde el ámbito del medio urbano. *Investigación en la Escuela*, 27, pp. 83-94.
- GARCÍA, J.E. (1998). *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*. Sevilla: Díada.

- HARRES, J. B.; PIZZATO, M. C.; FONSECA, M. C.; HENZ, T.; PREDEBON, F. & SEBASTIANY, A. P. (2005). *Laboratórios de ensino: inovação curricular na formação de professores de ciências*. São Paulo: ESETec Editores.
- LIANG, L.L. y GABEL, D.L. (2005). Effectiveness of a constructivist approach to science instruction for prospective elementary teachers. *International Journal of Science Education*, 27(10), pp. 1143–1162.
- MARTINAND, J.L. (1986). *Connaître et transformer la matière*. Berna: Peter Lang.
- MARTÍN DEL POZO, R. (1994). Tentative de définition d'un savoir professionnel sur le changement chimique pour la formation des enseignants. *Aster*, 18, pp. 217-240.
- MARTÍN DEL POZO, R. (2001). Lo que saben y lo que pretenden enseñar los futuros profesores sobre el cambio químico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), pp.199-215.
- MARTÍN DEL POZO, R. y PORLÁN, R. (2001). Spanish prospective teachers' initial ideas about teaching chemical change. *Chemistry Education Research and Practice in Europe*, 2, pp. 265–283.
- MARTÍN DEL POZO, R. y RIVERO, A. (2001). Construyendo un conocimiento profesionalizado para enseñar ciencias en la Educación Secundaria: los ámbitos de investigación profesional en la formación inicial del profesorado. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 40, pp. 63-79.
- MARTÍNEZ, C.A. (2000). *Las propuestas curriculares de los profesores sobre el conocimiento escolar: dos estudios de caso en el área de conocimiento del medio*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.
- PIZZATO, M.C. y HARRES, J.B.S. (2007). Aprendizagem significativa e transformação na convivência: aproximações e indicadores para a formação de professores de ciências. *Boletín de Estudios e Investigación Indivisa*, 8, pp. 429-439.
- PORLÁN, R. (1993). *Constructivismo y Escuela*. Sevilla: Díada.
- PORLÁN, R. y GARCÍA, S. (1992). The change of teachers' conceptions: a strategy for in-service science teachers' education. *Teaching & Teacher Education*, 8 (5/6), pp. 537-548.
- PORLÁN, R. y MARTÍN DEL POZO, R. (2002). Spanish teachers' epistemological and scientific conceptions: implications for teacher education. *European Journal of Teacher Education*, 25(2/3), pp. 151-169.
- PORLÁN, R. y MARTÍN DEL POZO, R. (2004). The conceptions of in-service and prospective primary school teachers about the teaching and learning of science. *Journal of Science Teacher Education*, 15, pp. 39-62.
- PORLÁN, R., MARTÍN DEL POZO, R. y MARTÍN J. (2002). Conceptions of school-based teacher educators concerning ongoing teacher education. *Teaching & Teacher Education*, 18, pp. 305–321.
- PORLÁN, R., AZCÁRATE, P., MARTÍN DEL POZO, R., MARTÍN TOSCANO, J. y RIVERO, A. (1996). Conocimiento profesional deseable y profesores innovadores: Fundamentos y principios formativos. *Investigación en la Escuela*, 29, pp. 23-38.
- PORLÁN, R.; GARCÍA, J.E.; RIVERO, A. y MARTÍN DEL POZO, R. (1998). Les obstacles à la formation professionnelle des professeurs en rapport avec leurs idées sur la science, l'enseignement et l'apprentissage. *Aster*, 26, pp. 207-235.

- PORLÁN, R.; MARTÍN DEL POZO, R.; MARTÍN, J. y RIVERO, A. (2001). *La relación teoría-práctica en la formación permanente del profesorado*. Sevilla: Díada.
- PORLÁN, R. y RIVERO, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Sevilla: Díada.
- PORLÁN, R. y RIVERO, A. (2001). Nature et organisation du savoir professionnel "souhaitable". *Aster*, 32, pp. 221-251.
- PORLÁN, R., RIVERO, A. y MARTÍN DEL POZO, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: Teoría, métodos e instrumentos. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (2), pp. 155-171.
- PORLÁN, R., RIVERO, A. y MARTÍN DEL POZO, R. (1998). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II: Estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), pp. 271-288.
- PRIETO, T., BLANCO, A. y BRERO, V. (2002). La progresión en el aprendizaje de dominios específicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(1), pp. 3-14.
- RIVERO, A. y PORLÁN, R. (2004). The difficult relationship between theory and practice in an in-service course for science teachers. *International Journal of Science Education*, 26(10), pp. 1223 – 1245.
- RIVERO, A. y PORLÁN, R. (2005). Areas of professional research: A proposal for organising the content of teacher education. En Denicolo y Kompf (Eds): *Connecting Policy and Practice. Challenges for teaching and learning in schools and universities*. London: Routledge.
- RUEL, F., DÉSAUTELS, J. y LAROCHELLE, M. (1997). Enseigner et apprendre les sciences: représentations sociales de futurs enseignants et enseignantes. *Didaskalia*, 10, pp. 51-73.
- SCHNEEBERGER, P. (1997). L'idée d'obstacle dans la formation des professeurs des écoles. *Aster*, 25, pp. 9-31.
- SHULMAN, L.S. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), pp. 4-14.
- SOLÍS, E. y PORLÁN, R. (2003). Las concepciones del profesorado de ciencias de secundaria en formación inicial: ¿obstáculos o punto de partida? *Investigación en la Escuela*, 49, pp. 5-22.
- SOLÍS, E., PORLÁN, R. Y RIVERO, A. (2008). ¿Qué Concepciones Curriculares del Profesorado de Ciencias en Formación Inicial pueden suponer un obstáculo? XXIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Almería.
- VAN DRIEL, J., BEIJAARD, D y VERLOOP, N. (2001). Professional development and reform in science education: the role of teachers' practical knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), pp. 137-158.
- WALLACE, C.S. y KANG, N. (2004). An investigation of experienced secondary science teachers' beliefs about inquiry: an examination of competing belief sets. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(9), pp. 936-960.
- WATTS, M. y JOFILI, Z. (1998). Towards critical constructivist teaching. *Internacional Journal of Science Education*, 20(2), pp. 173-185.
- YIP, D.Y. (2001). Promoting the development of a conceptual change model of science instruction in prospective secondary biology teachers. *International Journal of Science Education*, 23(7), pp. 755-770.
- ZEMBAL-SAUL, C., KRAJCIK, J. y BLUMENFELD, Ph. (2002). Elementary student teachers' science content representations. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), pp. 318-339.