



Jordi Solbes
Doctor en Ciencias Físicas
Universitat de València (Valencia
- España)
jordi.solbes@uv.es

Eduardo Miguel González
Doctor en Ciencias Físicas
Universidad Nacional de
Córdoba (Córdoba - Argentina)
edumgonza@yahoo.com.ar

Artículo de Investigación

Recepción: 2 de marzo de 2015
Aprobación: 8 de septiembre de 2015

**Praxis
& Saber**
Revista de Investigación y Pedagogía
Maestría en Educación. Uptc

APORTES A LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO CONSTRUCTIVISTA: RESULTADOS EN DOS PAÍSES

Resumen

La investigación aborda la influencia que tiene la participación en la investigación educativa en la calidad de la enseñanza de docentes de ciencias experimentales de Argentina y España. Se han utilizado tres vías de acceso a la actividad educativa de dichos docentes: un cuestionario, una entrevista semiestructurada y la observación de clases, con seis apartados y 34 ítems. La investigación, llevada a cabo con 55 docentes de ciencias españoles y 23 argentinos, pone de manifiesto cómo, a pesar de la diferencia de trayectoria formativa de los docentes y de contexto educativo en ambos países, la formación didáctica intensiva y la puesta en práctica de la misma mediante investigaciones (ya sea en tesis doctorales, trabajos finales de maestría u otras investigaciones), favorece una práctica docente del profesorado con una orientación más constructivista.

Palabras clave: conocimiento didáctico del contenido, formación, práctica docente.

CONTRIBUTIONS TO THE TRAINING OF CONSTRUCTIVIST TEACHERS: RESULTS IN TWO COUNTRIES

Abstract

The research has to do with the influence of participation in educational research on the quality of experimental science teachers' teaching from Argentina and Spain. In order to know these teachers' educational practice, a three-fold way was used: a questionnaire, a semi-structured interview, and class observation with six sections and 34 items. The research was carried out with 55 teachers from Spain and 23 from Argentine, and showed how, despite the differences both in teachers' educational background and educational contexts in both countries, intensive didactic training and its implementation through research (whether in dissertations, master final theses, or other researches), favors a teaching practice with a wider constructivist orientation.

Keywords: pedagogical content knowledge, training, teaching.

APPORTS À LA FORMATION DU PROFESSORAT CONSTRUCTIVISTE: RÉSULTATS DANS DEUX PAYS

Résumé

L'enquête traite de l'influence que la participation dans la recherche éducative peut avoir dans la qualité de l'enseignement des enseignants de sciences expérimentales en Argentine et en Espagne. On a utilisé trois voies d'accès à l'activité éducative de ces enseignants: un questionnaire, une entrevue semi-structurée et une observation des cours, avec six points et 34 éléments.

L'enquête réalisée auprès de 55 enseignants de sciences espagnols et 23 argentins, met en évidence, malgré les différences de parcours de formation des enseignants et du contexte éducatif dans chacun des pays, comment la formation didactique intensive et la mise en pratique de celle-ci moyennant des recherches, (qu'il s'agisse de thèses doctorales, de travaux finaux de maîtrise ou autres recherches), favorise une pratique d'enseignement du professorat avec une orientation plus constructiviste.

Mots clés: connaissance didactique du contenu, formation, pratique d'enseignement.

APORTE À FORMAÇÃO DO PROFESSORADO CONSTRUTIVISTA: RESULTADO EM DOIS PAÍSES

Resumo

A pesquisa aborda a influência que a participação na pesquisa educativa tem na qualidade do ensino de professores de ciências experimentais da Argentina e da Espanha. Tem-se utilizado três vias de acesso a atividade educacional dos professores: um questionário, uma entrevista semiestruturada e uma observação de aulas, com seis apartados e 34 itens. A pesquisa feita com 55 professores espanhóis de ciências e 23 argentinos, põe no palco como, embora as diferenças de trajetória formativa dos professores e de contexto educativo nos dois países, a formação didática intensiva feita mediante pesquisas (já seja em teses doutorais, trabalhos finais de mestrado ou outras pesquisas), favorece uma prática docente do professorado com uma orientação mais construtivista.

Palavras chave: conhecimento didático do conteúdo, formação, prática docente. pratique d'enseignement.

Antecedentes de la investigación

A partir de los años ochenta se realizaron a nivel mundial importantes esfuerzos en la formación del profesorado. En España se llevaron a cabo en los años previos y posteriores a la implantación de la Ley de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE, 1990). Los profesionales que impartían las nuevas etapas de Educación Infantil (3-6 años) y Primaria (6-12 años), eran maestros con idénticas denominaciones formados con diplomaturas de tres años. Los profesores de Secundaria Obligatoria (12-16 años) y Bachillerato (16-18 años) habían realizado carreras universitarias de cinco años en las materias que les eran propias, completadas con un insuficiente Curso de Aptitud Pedagógica (CAP), que incluía psicopedagogía (45 horas), didáctica específica (45 horas) y practicum (60 horas). Para la formación permanente se creó una amplia red de Centros de Profesores (CEPs) y, además, Programas de Reforma, Programas Institucionales de Formación del Profesorado, etc. Así mismo, se crearon departamentos universitarios de Didáctica de las Ciencias en 1983 y, más tarde, programas de Doctorado de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Uno de los pioneros fue el de la Universidad de Valencia (UV), que tuvo ocho ediciones entre 1993 y 2009 (Solbes & Souto, 1999).

Luego se produjo un estancamiento y, recientemente, gracias al plan Bolonia, un nuevo relanzamiento. Dicho plan establece la unificación de los estudios universitarios en toda Europa, lo que permite a los estudiantes desplazarse entre diversos países (becas Erasmus). En Europa los grados son mayoritariamente de tres años y los máster de dos, aunque en muchos países la secundaria finaliza a los 19 años. En España se establecen grados de cuatro años y máster de uno a dos. Para ser profesor en enseñanza infantil y primaria es necesario el grado de Maestro, en enseñanza secundaria el grado de Física, Química, Biología, etc., más Máster de Profesorado de Enseñanza secundaria, en la especialidad correspondiente, con un año de duración (600 horas).

Por otra parte, en Argentina existe un sistema no universitario—los llamados profesados terciarios, destinados a la formación docente inicial—gestado a principios del siglo XX como respuesta a necesidades de expansión del sistema educativo. A su vez, las universidades recientemente han reconocido las carreras de profesorado con título de grado, acompañados con másteres (como la Maestría en Educación en Ciencia y Tecnología de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la UNC iniciada en 2008), y

actualmente de doctorados en enseñanza de las ciencias, a los cuales pueden acudir los graduados de profesorado de las universidades y también, con algunas limitaciones, los egresados de los profesorados terciarios. Se está avanzando hacia un proceso de convergencia de los dos sistemas de formación docente.

Sin embargo, después de todos estos esfuerzos anteriores al plan Bolonia, se ha constatado su escasa efectividad en la renovación curricular tanto en otros países como en España (Anderson & Mitchener, 1994; Jiménez-Aleixandre & Sanmartí, 1995) y que la investigación didáctica tiene poco impacto sobre la práctica educativa (Briscoe, 1991; Pekarek et ál., 1996; Sanmartí & Azcárate, 1997; Gil et ál., 1998; Solbes et ál., 2004). Es decir, esta posibilidad de conocimiento de la didáctica de las ciencias, no parece traducirse en la incorporación de las aportaciones de la misma en la práctica docente. Por otra parte conviene averiguar qué tipo de formación tienen los profesores que sí la han incorporado. Así pues, la pregunta que vertebra la investigación sería ¿Qué formación puede ayudar al profesorado de ciencias a mejorar su práctica docente?

Por todo ello nos proponemos investigar los siguientes problemas:

- ¿Qué práctica docente tienen los profesores de ciencias de secundaria? ¿Incorporan en la misma las aportaciones de la investigación y la innovación en la enseñanza y en el aprendizaje de las ciencias?
- ¿Qué relación existe entre ese conocimiento (formación) y la incorporación del mismo a su práctica docente, convirtiéndola en innovadora? ¿Qué tipo de formación contribuye más a dicha práctica innovadora?
- ¿Qué relación existe entre dicho conocimiento y la incorporación de las TIC?

Así pues, nuestro objetivo es investigar en qué medida los profesores de ciencias de secundaria en activo incorporan a su práctica docente los avances de la investigación sobre la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, y si existe alguna relación entre dicha incorporación a su práctica educativa de las nuevas propuestas didácticas y su formación en didáctica de las ciencias o su participación en propuestas de innovación o investigación.

Como consecuencia de este objetivo nos surgen los siguientes objetivos secundarios:

- Analizar la práctica docente de profesores de ciencias de secundaria en activo con formación universitaria y cómo han incorporado en la misma las ideas y las propuestas sobre enseñanza-aprendizaje de las ciencias de la investigación en didáctica de las ciencias.
- Establecer perfiles (clusters) de práctica docente atendiendo a su carácter más o menos innovador e indagar en la relación de los mismos con el tipo de formación en innovación e investigación que han tenido dichos profesores.
- Investigar la forma como estos profesores de ciencias de secundaria han incorporado algunas de las TIC en su docencia.

La primera hipótesis que ha guiado la investigación es que la formación del profesorado consiste mayoritariamente en asistencia a cursillos puntuales que no incorporan en su práctica docente. Una segunda hipótesis es que la formación intensiva del profesorado en didáctica de las ciencias y, en particular, su intervención en investigaciones y/o innovaciones en ese campo que les permiten vivenciar esas propuestas, implican al profesorado en la implementación de las nuevas propuestas que les permiten superar los problemas de enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. En ese sentido, la realización de investigación (tesis de maestría, doctorales u otras investigaciones), puede ser una contribución relevante en la apropiación activa de los resultados de dicha innovación e investigación, a su integración en la propia actividad docente y a la mejora de la misma.

Estos problemas son importantes porque su resolución nos permitirá, por una parte, avanzar en la investigación sobre algunos de los aspectos sociales e institucionales que dificultan el avance de la aplicación de los resultados de la didáctica de las ciencias entre el propio profesorado; y, por otra, permitirá realizar propuestas de mejora para los nuevos programas de formación del profesorado de secundaria, en estos momentos de cambios en la formación inicial y continuada de los docentes.

Marco teórico

Para llevar a cabo la observación de la práctica docente de cada uno de los profesores es necesario determinar primero qué aspectos se deben tener en cuenta. Esto se puede hacer tomando como referencia la investigación existente sobre el conocimiento del profesor.

Abell (2007) considera que una de las principales contribuciones al conocimiento del profesor ha sido la de Shulman (1986). A partir de este trabajo, surgieron otros que intentaban responder a la pregunta ¿Qué conocimiento es esencial para la enseñanza?, como el de Gil (1991). Estos modelos tenían como objetivo determinar cuál es el conocimiento especializado que distingue a un profesor eficaz de otro centrado en el contenido de la disciplina. Shulman (1987) lo denominó «conocimiento del profesor» y lo definió como el conocimiento que desarrollan los maestros para ayudar a que otros aprendan, afirmando que es algo que construyen mientras enseñan su materia. Incluye en el mismo, en una enumeración no estructurada: el «conocimiento del contenido»; el «conocimiento pedagógico», que tiene en cuenta los principios y estrategias generales de manejo y organización de la clase que trascienden el ámbito de la asignatura; el «conocimiento del currículo», los materiales y los programas que sirven como “herramientas para el oficio” del docente; el «conocimiento didáctico del contenido», esa amalgama entre materia y pedagogía que constituye una esfera exclusiva de los maestros, su propia forma especial de comprensión profesional; el «conocimiento de los alumnos» y de sus características; y el «conocimiento de los contextos educativos».

Por eso lo hemos modificado teniendo en cuenta a Abell (2007), que establece tres categorías de conocimiento profesional, y otras contribuciones posteriores de la investigación respecto al conocimiento profesional (Magnusson et ál., 1999; Roth, 2007; Furió & Carnicer 2002), que incluyen:

- a) El «conocimiento de la disciplina», referido tanto a los contenidos como a la organización de los mismos que posee el profesor; lo que incluye además conocer la historia de las ciencias, las metodologías que los científicos utilizan para resolver los problemas y construir conocimientos, las interacciones Ciencia, Tecnología, Sociedad (CTS), los desarrollos científicos recientes y sus perspectivas, así como la capacidad de seleccionar y secuenciar los contenidos didácticos adecuados.
- b) El «conocimiento pedagógico», referido a la gestión de aula, los principios instruccionales, los objetivos educativos, etc. Aquí incluiríamos la utilización de las TIC, no consideradas por Shulman por las fechas en que desarrolló el modelo.
- c) El «conocimiento didáctico del contenido», es decir, las formas de presentar y formular la materia de forma que la haga comprensible, que pueden provenir de la investigación o de su propia práctica reflexiva. Incluye estos cinco aspectos:

- «Orientaciones hacia la enseñanza de las ciencias», que hace referencia al conocimiento más general para enseñar, a la visión y propósito de la enseñanza de la ciencia.
- «Conocimiento sobre el currículo de ciencias», entendido como la programación de la materia que se ha de enseñar y la variedad de materiales disponibles para su enseñanza, así como las características que permiten determinar qué programar y qué aspectos trabajar o no en cada circunstancia particular.
- «Conocimiento sobre estrategias de instrucción para enseñar ciencia», referido a estrategias de cambio conceptual, enseñanza orientada en base a preguntas o estrategias para ayudar a entender un concepto determinado.
- «Conocimiento sobre los estudiantes de ciencias», que implica conocer lo que sabe un estudiante sobre un concepto, las posibles concepciones alternativas y los aspectos que le pueden crear dificultades, así como motivación, estilo de aprendizaje, intereses o niveles de desarrollo de los estudiantes.
- «Conocimiento sobre evaluación en ciencias», que supone saber qué es importante evaluar y conocer los métodos por los que el aprendizaje puede ser evaluado, para lo que se necesita conocer los instrumentos y actividades específicas.

Esto se puede representar mediante el siguiente esquema:

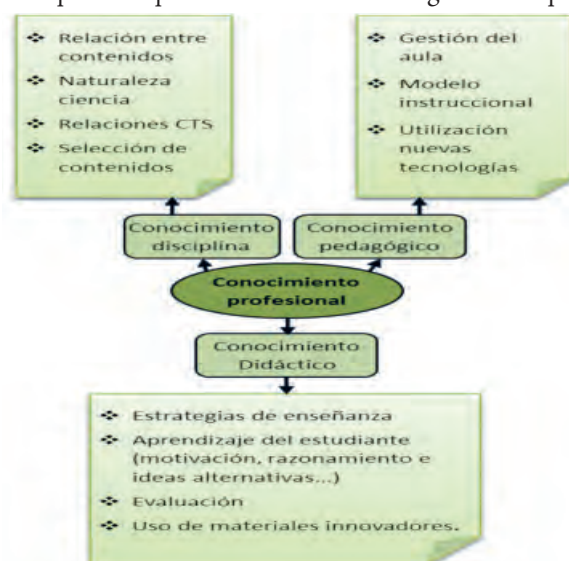


Figura 1. Modelo del conocimiento del profesor actualizado

Otro autor que hemos tenido en cuenta es Gil (1991), quien a partir de un trabajo de reflexión con los profesores en formación, intentó dar respuesta a la pregunta: ¿Qué deberíamos ‘saber’ y ‘saber hacer’ los profesores de ciencias para poder dar respuesta a los problemas que el proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias plantea? Estableció los siguientes saberes: 1. Conocer la materia a enseñar. 2. Cuestionar las ideas de sentido común sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. 3. Adquirir conocimientos teóricos sobre el aprendizaje de las ciencias. 4. Realizar una crítica fundamentada de la enseñanza habitual. 5. Saber preparar las actividades de aprendizaje. 6. Saber dirigir la actividad de los alumnos. 7. Saber evaluar. 8. Utilizar la investigación e innovación. La propuesta de Gil tiene paralelismos con la de Shulman, aunque la de Gil está menos estructurada, pero a cambio tiene un espíritu más crítico. Ninguna de las propuestas, por los años en que fueron realizadas, incluye la utilización de las TIC.

Para categorizar la práctica docente del profesorado, los perfiles que plantean Guisasaola et ál. (2013) son: El «profesorado constructivista y los profesores centrados en la disciplina». Según Furió y Carnicer (2002) el primero realiza acciones tales como: discusión del interés del tema con los estudiantes; negociación de la comprensión de ideas clave con los estudiantes; proponer problemas y proyectos “abiertos” a concretar con el estudiante; conducir a los estudiantes a reconstruir cómo se ha utilizado la evidencia para formular ideas científicas; uso de métodos centrados en el estudiante tales como el trabajo en grupo, los mapas de conceptos y la escritura para representar ideas; y uso de diferentes formas de evaluación que se integran con la instrucción. Los «profesores centrados en la disciplina» realizan acciones tales como un uso predominante de los métodos de enseñanza centrados en el profesor; resolución de problemas “con receta” cuyas respuestas son conocidas; instrucción que busca corregir ideas no científicas sin consideración del conocimiento previo de los estudiantes; escritura para reconfigurar la información proporcionada; y uso limitado de las evaluaciones alternativas. En realidad Furió y Carnicer (2002) hablan de profesorado que realiza una “transmisión recepción del conocimiento” y una “transmisión social del conocimiento”.

Los que más categorías o perfiles plantean son Porlán et ál. (1998) que clasifican al profesorado en tres categorías de imagen de la ciencia: racionalismo, empirismo y relativismo moderado. Así mismo, en tres teorías subjetivas del aprendizaje: apropiación formal de significados, asimilación de significados

y construcción de significados. En cuanto a la metodología de enseñanza plantean tres categorías: transmisión verbal del profesor, secuencia cerrada de actividades o secuencia orientada por los intereses de los alumnos, e investigación escolar de problemas significativos. En consecuencia para el modelo didáctico personal plantean tres categorías y nuevamente subdividen en dos la intermedia: el «tradicional», el «tecnológico» y el «espontaneista» y el alternativo «constructivista e investigativo». Parecen dar por supuesto que cuando un profesor tiene unas concepciones sobre la ciencia (por ejemplo racional), tiene similares sobre su metodología de enseñanza (transmisión verbal), sobre el aprendizaje (apropiación formal de significados) y sobre el modelo didáctico personal (tradicional). Si bien el modelo didáctico, la teoría de aprendizaje y la metodología de enseñanza parecen estar relacionados, algunos autores (Vázquez & Manassero, 2007) discrepan en que la imagen de la ciencia lo esté.

Aikenhead (2003) establece la existencia de tres grandes grupos estereotípicos en cuanto al profesorado de ciencias en enseñanza secundaria: a) «Profesorado tradicional»: partidario de la enseñanza propedéutica de las ciencias que se resiste a las innovaciones y algunos son comprometidos activistas contra ellas; b) «Profesorado partidario de participar en proyectos innovadores» para mejorar su enseñanza; una pequeña proporción de ellos estarían dispuestos a apoyar un currículo CTS; y c) «Profesorado intermedio»: no comprometido con ninguno de los otros dos grupos; puede ser razonablemente persuadido hacia uno u otro lado. Estos últimos pueden unirse a los primeros en su rechazo a las innovaciones propuestas por la didáctica de las ciencias. Esto es atribuido, por los propios docentes, a dos causas: un currículo educativo amplio a impartir en un número reducido de horas lectivas y una falta de formación en didáctica de las ciencias tanto a nivel inicial como permanente.

Por último, Contreras (2011), basándose en las tres racionalidades de Habermas (1992), la tecnológica, hermenéutica y crítica, establece tres tipos o perfiles de profesores: a) «Tecnológico», enseñanza como ciencia aplicada, dirigida a resolución de problemas mediante aplicación de teoría y técnicas (recetas); b) «Práctico-reflexivo», el conocimiento profesional es un conocimiento en la acción: saber hacer, reflexión en la acción y sobre la acción, desarrollado por Elliot et ál. (1986); y c) «Socio-crítico», un proceso de emancipación individual y colectiva para transformar la sociedad actual, desarrollado por autores como Freire (1970) y Giroux (2004). Estos perfiles

no coinciden con los anteriores dado que el profesor constructivista se aproxima más al práctico reflexivo y no incluye necesariamente al crítico, así como el tecnológico se aproxima al transmisor. En Brasil, Schäfer y Ostermann (2013) han puesto de manifiesto la dificultad de conseguir profesorado con un perfil crítico. Estos resultados son coherentes con otras investigaciones (Solbes & Torres, 2013), en las que un grupo de 55 docentes en activo de España, Argentina y Colombia afirman que se debería enseñar la ciencia de una forma crítica, pero que no se hace así, bien porque se limita a ofrecer una acumulación de conceptos y fórmulas (51%), o porque se enseña una ciencia conceptual y lineal, olvidando la parte histórica y social (33%). En algún caso se dice que se favorece en espacios como el laboratorio (16%), es decir, a lo sumo consideran que la ciencia es metodológicamente crítica y de ahí el papel que le atribuyen al laboratorio; pero como ponen de manifiesto diversos autores (Jiménez-Aleixandre, 2010; Sadler et ál, 2004; Solbes, 2013), para que se pueda considerar como pensamiento crítico, tiene que abordar cuestiones científicas con implicaciones sociales (es decir, cuestiones socio-científicas, CSC) que puedan cuestionar el discurso o intereses de las clases y poderes dominantes.

Es decir, no resulta fácil clasificar al profesorado en perfiles, depende mucho de los instrumentos utilizados (y nosotros usamos tres como podemos ver a continuación); pero parece importante si queremos obtener propuestas de mejora de la formación.

Metodología

Para llevar a cabo el trabajo se ha obtenido información de 44 profesores de Física y Química que han participado como tutores en el Practicum del Máster de Profesorado de Educación Secundaria de la Universidad de Valencia UV (MPS). El único requisito exigido para ser tutor en la Comunidad Valenciana es solicitarlo y ser profesor definitivo de un centro cuyo equipo directivo, a su vez, haya solicitado recibir en el centro estudiantes del MPS. Aunque los profesores que han realizado el programa de Doctorado en Didáctica de las Ciencias de la UV han solicitado ser tutores, como los estudiantes escogen centro para realizar las prácticas por la proximidad a su domicilio, sólo uno de los tutores había realizado dicho programa de doctorado. Por tanto se ha ampliado la muestra con 11 profesores más que lo han realizado, quedando la muestra constituida por un total de 55 profesores, 12 del programa de doctorado (grupo experimental) y 43 tutores (grupo control).

En Argentina se ha trabajado con un grupo experimental, cuyos integrantes ya han cursado la Maestría de Educación en Ciencias y Tecnología de la UNC y han realizado investigación educativa (N=13), y un grupo control cuyos integrantes no lo han cursado (N=11). Para que las muestras de Argentina y España fueran comparables, en el estudio se eligieron exclusivamente docentes formados en las universidades, lo cual hace razonable suponer una formación disciplinar inicial común.

Por ello, estamos ante un grupo de profesores que se han ofrecido voluntariamente, lo que nos puede llevar a considerar que se trata de una muestra no probabilística. No obstante, consideramos que esta participación voluntaria puede significar una cierta concienciación sobre la importancia educativa de la innovación docente, de manera que esta elección de la muestra podría, incluso, aumentar la significación de los resultados. Como ambas muestras son no probabilísticas y como la formación intensiva ya se ha realizado y, por tanto, no es susceptible de variación, podemos decir que se trata de una investigación 'ex post facto' (Cohen et ál., 2007).

La información sobre la investigación y la innovación realizada por cada uno de los profesores y cómo ha influido en su desarrollo profesional se ha obtenido mediante tres herramientas diferentes: por una parte, un cuestionario y una entrevista, cumplimentados por el propio profesor y, por otra, la observación directa de su actuación en el aula, cuyos resultados se relacionan posteriormente con los obtenidos a partir del cuestionario y la entrevista, para analizar su convergencia. Dichos cuestionarios y los criterios para su confección aparecen con detalle en otras publicaciones (Solbes et ál., 2012 y 2013).

- El cuestionario fue cumplimentado personalmente por cada uno de los profesores. Era meramente descriptivo y tenía como objetivo conocer aspectos generales de su formación, como titulación y formación inicial en didáctica, experiencia docente, conocimiento e interés por las publicaciones de didáctica.
- La entrevista personal fue grabada en audio por uno de los investigadores y posteriormente transcrita. Tres investigadores diferentes analizaron las opiniones vertidas en la misma sobre los aspectos que más habían influido en su desarrollo profesional. Esto supuso un proceso cualitativo de interpretación que llevó a alcanzar un consenso (Kvale, 1996). Se han identificado tendencias comunes en las respuestas del profesorado.

- El protocolo de observación, en el que nos centraremos, permite ver cómo orienta su práctica educativa cada profesor (ver anexo). Está formado por 34 ítems (cuyos indicadores veremos en las figuras 2 y 4), organizados en base a los aspectos del conocimiento profesional del profesor actualizado (ver figura 1). Se realizó previamente un ensayo piloto para ver si eran adecuados y, basándose en estos resultados, cada cuestión fue reformulada, eliminada o mantenida sin cambios. A continuación se le aplicó el alfa de Cronbach obteniendo un valor de 0,94, lo que le da una gran fiabilidad al instrumento. Cada uno de ellos fue valorado por dos observadores, que debían indicar hasta qué punto cada aspecto analizado formaba parte del comportamiento habitual del profesor. La valoración se estableció mediante una puntuación entre 1 y 4, donde 1 significa nada y 4 siempre. Para asegurarse de que los criterios de puntuación eran similares en todos los casos, se estableció previamente una rúbrica para cada uno de los ítems, que clarificaba el significado de las diferentes valoraciones. Los valores de las dos observaciones se comparaban mediante la kappa de Cohen ponderada con pesos cuadráticos, descartando aquellas cuyas diferencias eran significativas ($k < 0,3$).

La utilización de las herramientas que acabamos de describir proporciona un diseño múltiple y convergente, en el que la información sobre el conocimiento para la enseñanza de la ciencia se obtiene de fuentes distintas y complementarias ya que, por una parte, el propio profesor ofrece datos tanto objetivos, de formación, cursos e intereses, como subjetivos, relativos a los cambios que la formación en didáctica de las ciencias ha producido en su actividad docente. Por otra parte, la observación en el aula ofrece la visión de la actividad real del profesor en su trabajo diario con alumnos.

Respecto a los datos obtenidos, que pasamos a analizar a continuación, deseamos aclarar que, en ningún caso, se está cuestionando la actuación docente del profesorado, sino que se está tratando de determinar el nivel de difusión y el grado de influencia que ejercen los resultados de la investigación en didáctica de las ciencias experimentales entre el profesorado.

Resultados y discusión

A continuación presentamos y analizamos los resultados promedios obtenidos por los 43 profesores tutores del practicum (grupo control) y

por los 12 profesores que habían realizado el programa de doctorado en Investigación en Didáctica de las Ciencias de la UV (grupo experimental) en las categorías de observación del profesorado. Los profesores tutores, aunque no tenían formación intensiva en didáctica, pero sí en contenidos (hay 39 Licenciados en Química, de los que 6 son Doctores en Química, 3 Licenciados en Física y 1 en Bioquímica), habían cursado todos el CAP (era obligatorio) y habían realizado múltiples cursillos, ya que en España esta formación se tiene en cuenta para efectos de sueldo y traslados (Solbes et ál., 2012 y 2013).

Se observa a simple vista en la figura 2 que hay bastante diferencia entre el grupo experimental (que ha hecho el doctorado) y el control. Para comprobar la heterogeneidad de los dos grupos con respecto a cada uno de los ítems, hemos utilizado una de las pruebas no paramétricas más potentes, la U de Mann-Whitney, que exige que al menos la escala de medida sea ordinal. Encontramos que no hay diferencias significativas entre los dos grupos con respecto a los ítems 1, 5, 14, 18, 20, 27, 28, 32, 33 y 34 puesto que la significación asintótica bilateral es mayor de 0,05. En resumen, hay diferencias en el 70,6 % de los ítems analizados.

Dado que en los ítems 3 (propone actividades que incluyan relaciones CTS), 7 (favorece la argumentación científica en clase), 17 (incluye en los exámenes cuestiones sobre procedimientos y relaciones CTS), 21 (utiliza distintas fuentes de información —prensa, revistas de divulgación, Internet— y 26 (los alumnos realizan debates), hay diferencias significativas entre el grupo experimental y el control, y son los más relacionados con el desarrollo de competencias críticas (Jiménez-Aleixandre, 2010; Sadler et ál., 2004; Solbes, 2013; Solbes & Torres, 20013), se puede afirmar que el profesorado del grupo experimental utiliza dimensiones del conocimiento didáctico del profesor que permiten desarrollar dichas competencias en mayor grado que el de control.

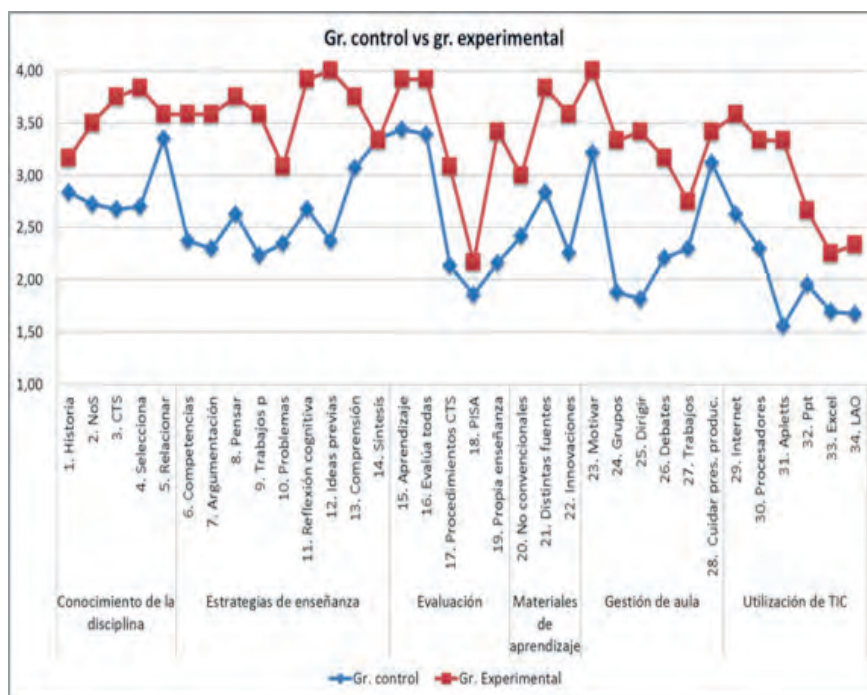


Figura 2. Resultados del protocolo de observación de los grupos control y experimental de Valencia (España)

Para profundizar más en estos resultados hacemos el análisis por conglomerados jerárquicos («clusters»), utilizando el método de Ward, una técnica estadística multivariante, jerárquica y disociativa, que tiene como objeto dividir un conjunto de sujetos en grupos de manera que los perfiles de los sujetos de un mismo grupo sean muy similares entre sí. Utilizando el dendograma creado por el SPSS 19, a partir de la utilización de todos los ítems y sin tener grupos predefinidos, vemos que lo más significativo es una partición en cinco clusters. Para conocer las características que tienen cada uno de estos clusters o perfiles de profesores realizamos pruebas de independencia y de homogeneidad con tablas de contingencia y con la Chi-cuadrado, es decir, ver si hay dependencia entre cada uno de los 34 ítems y la variable de agrupación. Este análisis nos llevó a identificar que 31 ítems de los 34 ítems eran los que nos definían la formación de los 5 clusters, siendo irrelevantes los ítems 5, 14 y 28.

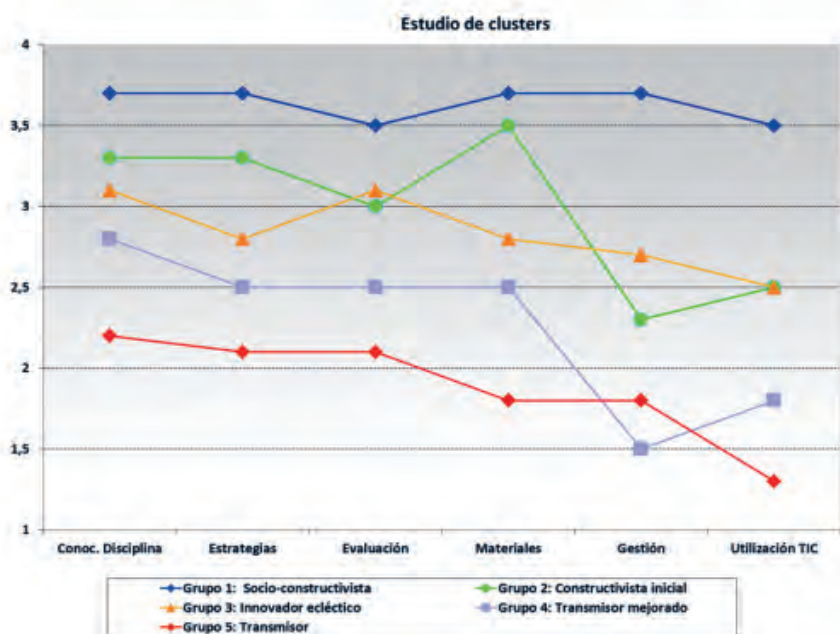


Figura 3. Resultados de los clusters de los profesores de Valencia (España)

Para establecer los nombres de estos grupos hemos tenido en cuenta las denominaciones de otros autores en el marco teórico, las propias observaciones que aquí se presentan y las entrevistas realizadas.

En la figura 3 se aprecia un gradiente entre los diferentes grupos, aunque este no es nada homogéneo, así en estrategias de evaluación el grupo «innovador ecléctico» sobrepasa al «constructivista inicial» y también lo hace en técnicas de gestión de aula innovadoras. En gestión de aula también el grupo «transmisor» sobrepasa al «transmisor moderado». Este gradiente entre los grupos es menor en los tres primeros conocimientos sobre contenidos, estrategias de enseñanza y evaluación, y es mayor en el caso de las técnicas de gestión de aula y la utilización de las TIC; en estos dos casos la diferencia de las medias entre el grupo «socio-constructivista» y el que le sigue es grande.

El grupo «socio-constructivista» utiliza casi siempre «conocimientos amplios de la disciplina» (3,7) en un sentido amplio—Historia de la Ciencia, Naturaleza de la Ciencia (NoS), CTS—, aplica casi siempre «estrategias de

enseñanza innovadoras» (3,7), utiliza casi siempre «materiales de enseñanza innovadores» (3,7) y «técnicas de gestión de aula innovadoras» (3,7), y utiliza muy frecuentemente «estrategias de evaluación innovadoras» (3,5) y «las TIC» (3,5). En este grupo de diez profesores cuatro son mujeres (40%), siete de ellos han realizado el programa de Doctorado en Didáctica de las Ciencias, uno el Máster de Investigación en Didácticas Específicas, y los otros dos son profesores sin programas de formación intensivos en TIC, una veterana y un joven. Salvo este último todos son profesores con mucha experiencia, lo que pone de manifiesto que la innovación de las TIC responde más al espíritu innovador que a la edad.

El «grupo constructivista inicial» utiliza bastante «conocimientos amplios de la disciplina» (3,3), emplea casi siempre «materiales de enseñanza innovadores» (3,5), usa bastante estrategias de evaluación innovadoras» (3,0) y «estrategias de enseñanza innovadoras» (3,3) y utiliza moderadamente «técnicas de gestión de aula innovadoras» (2,3) y «las TIC» (2,5). En este grupo de seis profesores tres son mujeres (50 %), cuatro de ellos han realizado el programa de Doctorado en Didáctica de las Ciencias, y otro el Máster de Investigación en Didácticas Específicas. Tanto su formación, como las elevadas valoraciones de conocimiento de la disciplina, y la utilización de estrategias y materiales innovadores ponen de manifiesto conocimiento de la investigación didáctica que utilizan moderadamente en aspectos como gestión de aula, evaluación y TIC. De las entrevistas realizadas a cuatro de ellos se infiere que no lo usan por planteamiento o por ser docentes en grupos 'difíciles'.

El «grupo innovador ecléctico» utiliza bastante «conocimientos amplios de la disciplina» (3,1), pero a diferencia de este aplica «las estrategias de enseñanza innovadoras» (2,8) y «los materiales de enseñanza innovadores» (2,8) en un grado menor, es decir, bastante. Con respecto a la utilización de «estrategias de evaluación innovadoras (3,1), «técnicas de gestión» (2,7) y «TIC» (2,5), estas son utilizadas con la misma frecuencia que el grupo constructivista inicial, es decir, bastante las primeras y moderadamente las otras dos. En este grupo de once profesores seis son mujeres (54,6 %) y todos son del grupo control; tienen conocimientos teóricos del nuevo modelo constructivista pero no utilizan mayoritariamente estrategias que implican a los estudiantes en el proceso de aprendizaje.

El grupo «transmisor mejorado» utiliza bastante «conocimientos amplios de la disciplina de la disciplina» (2,8) como el intermedio, aunque ligeramente

menos. Tampoco se ve una diferencia significativa entre ambos grupos tanto en «estrategias de enseñanza innovadoras» (2,5) como en «materiales de enseñanza innovadores» (2,5), aunque el convencional las utiliza moderadamente. Donde sí es significativa la diferencia entre ellos es en «evaluación innovadora» (2,5) y «las TIC» (1,8), que estos utilizan poco, y la «gestión de aula innovadora» (1,5), que solo utilizan ocasionalmente. Son trece profesores, todos del grupo control, y siete son mujeres (53,8 %).

El «grupo transmisor» lo es en todas las agrupaciones de ítems. La forma de «evaluar» (1,9) y «gestionar el aula» (1,8), poco utilizadas por este grupo, no se diferencian con respecto al grupo convencional. La diferencia se hace evidente en la poca utilización de «conocimientos amplios de la disciplina» (2,2), de «estrategias de enseñanza» (2,1), y de «materiales de enseñanza innovadores» (1,8). Este grupo no utiliza nada las TIC (1,3), únicamente incita un poco la búsqueda de información en Internet. Son quince profesores (siete mujeres) y todos, salvo uno, son del grupo control.

Si nos fijamos en la procedencia de los profesores que conforman cada uno de los cinco grupos obtenemos los siguientes resultados:

	Control (N=43)	Exp (N=12)	Total (N=55)
socio-constructivista	3 (9'1 %)	7 (58'3%)	10 (18'2 %)
constructivista inicial	2 (4'5 %)	4 (33'3%)	6 (10'9 %)
innovador ecléctico	11 (25'0 %)	0	11 (20'0 %)
transmisor mejorado	13 (29'5 %)	0	13 (23'6 %)
transmisor	14 (31'8 %)	1 (8'33%)	15 (27'3 %)

Tabla 1. Cantidad de profesores que integra cada uno de los clusters

Como se puede apreciar en la tabla anterior, hay muchos profesores del grupo de control en los grupos transmisores y todo el grupo experimental, excepto uno, está en los grupos de orientación constructivista. También se puede apreciar que hay cinco profesores del grupo control en los constructivistas, y si bien dos de ellos habían cursado un Máster en Didáctica de las Ciencias, los tres restantes atribuían en las entrevistas sus competencias docentes a la experiencia o al contacto con otros profesores innovadores.

En Argentina el grupo experimental ha cursado la Maestría de Educación en Ciencias y Tecnología de la UNC y ha realizado investigación educativa (N=13); hay un grupo control cuyos integrantes no lo han cursado (N=11).

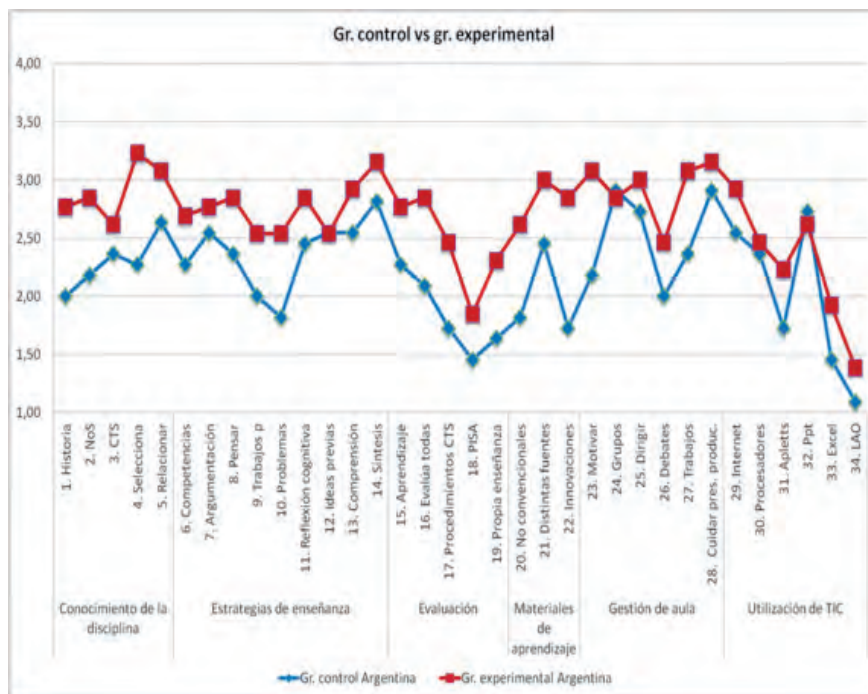


Figura 4. Resultados del protocolo de observación de los grupos control y experimental de Córdoba (Argentina)

En la figura 4 podemos ver que los valores de las medias de los dos grupos son en casi todos los casos mayores para el grupo experimental. Por una simple observación podría decirse que los mayores avances se dan en «evaluación y materiales de aprendizaje». De esta misma manera se aprecia una caída muy fuerte, en ambos grupos, en lo que se refiere a la utilización de las TIC por los estudiantes en el aula. Comparando ahora estos resultados, utilizando el estadístico mencionado, se obtiene que solo hay diferencias significativas en 10 ítems que mostramos en la figura 5. Por otra parte, en los ítems 3 (CTS), 7 (argumentación), 17 (evaluación de procedimientos y CTS), 21 (distintas fuentes de información) y 26 (los alumnos realizan debates), relacionados con el desarrollo de competencias críticas, el grupo experimental está por encima del control, aunque sólo hay diferencias significativas en el ítem 21.

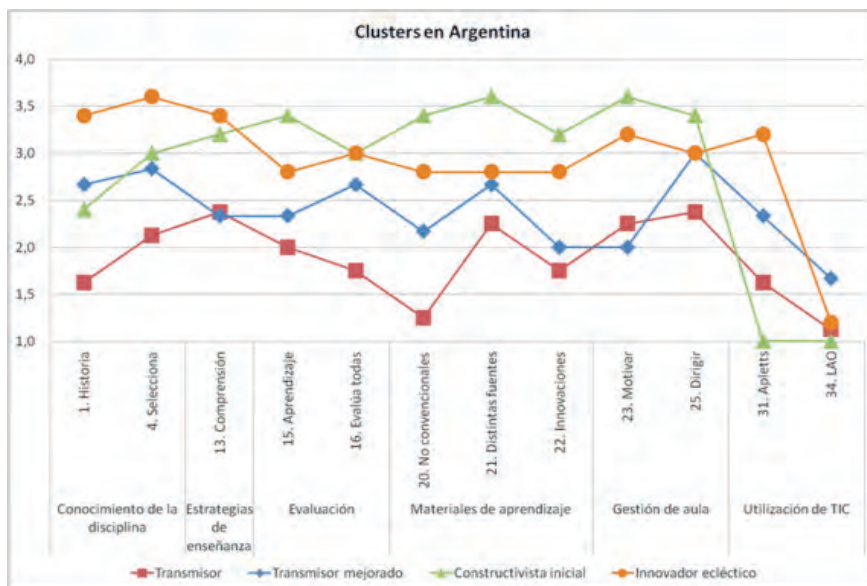


Figura 5. Resultados de los clusters de los profesores de Córdoba (Argentina)

Los clusters muestran la existencia de cuatro grupos bien diferenciados que podríamos denominar: transmisor, transmisor mejorado, constructivista inicial e innovador ecléctico. No aparece un grupo socio-constructivista.

El «transmisor» tiene las puntuaciones más bajas. Sus ítems con puntuaciones más elevadas están en comprensión, uso de distintas fuentes, motivación y dirección. Se trata de un grupo con inquietudes de cambio en las cuestiones más cercanas. Está integrado casi totalmente por docentes del grupo control. El «transmisor mejorado» es similar al anterior pero con puntuaciones más elevadas en algunos ítems. Se evidencian avances en temas disciplinares y en estrategias de enseñanza. Está integrado por mayoría de docentes del control pero con un componente del experimental. Es un cluster cruzado o de transición. Los dos clusters avanzados no diferían entre sí globalmente en las medias, pero sí en las puntuaciones según cada ítem, es decir que hay diferencias de estilo entre ellos. El «constructivista inicial» toma ventaja en aprendizaje, en materiales y en gestión de la clase y motivación. No se separa en el conocimiento de la disciplina y en las TIC.

El innovador ecléctico tiene puntuaciones similares al constructivista inicial, pero con alteraciones según los ítems, mejorando los aspectos de

contenidos y las TIC. Ambos clusters están formados centralmente por docentes del grupo experimental, lo cual es muy razonable, y sólo por uno del control en cada uno.

	Control (N=11)	Exp (N=13)	Total (N=24)
Transmisor	7 (63,6 %)	1 (7,7 %)	8 (33,3 %)
Transmisor mejorado	2 (18,2 %)	4 (30,8 %)	6 (25,0 %)
Constructivista inicial	1 (9,1 %)	4 (30,8 %)	5 (20,8 %)
Innovador	1 (9,1 %)	4 (30,8 %)	5 (20,8 %)

Tabla 2. Cantidad de profesores que integran cada uno de los clusters.

Es decir que los profesores del grupo control se distribuyen casi totalmente entre los clusters uno y dos y los del experimental lo hacen mayoritariamente en los clusters tres y cuatro.

Conclusiones y perspectivas

En primera aproximación podemos decir que, de acuerdo con nuestra hipótesis, la formación intensiva y la puesta en práctica de la misma mediante investigaciones, puede suponer una contribución relevante a la apropiación activa de los resultados de dicha innovación e investigación, a su integración en la propia actividad docente, y a la mejora de la misma. De hecho, en España, de las doce personas del grupo experimental (que realizaron el doctorado) nos encontramos siete en el grupo socio-constructivista y cuatro en el grupo constructivista inicial. Sólo uno de los doctores quedó ubicado en el grupo transmisor. Además, de los restantes cinco profesores ubicados en esos dos grupos, dos habían cursado un Máster de Investigación en Didácticas Específicas y otro había participado en los programas de formación. La amplia formación en didáctica de todos los integrantes de estos dos grupos refuerza la validez de nuestra hipótesis.

En Argentina los resultados muestran avances del grupo experimental en casi todos los aspectos considerados. Sin embargo, las diferencias significativas no son tan espectaculares y sólo abarcan diez ítems. Se evidencia que no logran afirmarse las propuestas de trabajo cooperativo y por indagación en el aula. Un segundo estudio estadístico permite organizar a los participantes en cuatro clusters, que van desde el profesorado transmisor al constructivista inicial, pasando por el innovador. No aparece el socio-constructivista. Los

profesores del grupo experimental se encuentran mayoritariamente en el grupo constructivista inicial e innovador espontáneo y los del grupo control en los transmisores.

En estos resultados se aprecia que en ambos países los profesores de los grupos experimentales superan a los de los grupos de control en la puesta en práctica de las aportaciones de la investigación educativa, lo que concuerda con las hipótesis de trabajo. Así mismo, dichos profesores desarrollan en mayor grado las competencias de pensamiento crítico que los de control. Claramente hay una diferencia a favor en los valores de España respecto de Argentina en el grupo experimental, debido a la presencia del cluster socio-constructivista. En los grupos de control las diferencias apenas son significativas. Aquí podemos apuntar algunas posibles explicaciones: a) en España el grupo experimental está integrado por cursantes de un doctorado, en Argentina de una maestría; b) es evidente que en Argentina las condiciones institucionales de trabajo de los docentes de medias son más desfavorecidas pues no existe el docente funcionario y los salarios son más bajos, todo lo cual lleva a los docentes a pasar sus muchas horas laborales deambulando por muchos colegios; y c) la investigación educativa en ciencias está más instalada en España.

Como conclusión y, a la vez, como perspectiva para formar profesorado constructivista, podemos decir que los cursillos puntuales no se incorporan en la práctica docente, que es necesaria una formación intensiva, enmarcada en estrategias socio-constructivistas y críticas, y la realización de investigaciones que permitan poner en práctica su propuesta en el aula, es decir, vivir y experimentar la innovación. Evidentemente un doctorado da resultados óptimos, pero no parece necesario un proceso de tanta duración en el tiempo, ya que profesores de la maestría argentina obtienen resultados interesantes en esta línea y también los dos profesores del grupo de control español que habían realizado el Máster en Investigación en Didáctica de las Ciencias.

Los resultados de dos universidades de dos países, la Universidad de Valencia (UV), España, y la Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Argentina, muestran que se puede mejorar la práctica docente mediante la implementación de los avances de la investigación en didáctica de las ciencias en la formación del profesorado. El trabajo en dos países con diferentes sistemas educativos y de formación del profesorado ofrece un plus de valor añadido: contribuye, evidentemente, a dar una mayor generalidad a los resultados obtenidos.

Agradecimientos: La investigación se ha llevado a cabo en el marco del proyecto ‘La evaluación de la formación del profesorado de ciencias en la sociedad del conocimiento. Propuestas de mejora’ EDU2011-24285.

Referencias

- ABELL, S. K. (2007). ‘Research on Science Teacher Knowledge’. Abell, S. K. & Lederman, N. G. [ed.] *Handbook of Research on Science Education*. NY: Routledge. [1105-1150].
- AIKENHEAD, G. S. (2003). ‘Review of Research on Humanistic Perspectives in Science Curricula’. *4th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA): Research and the Quality of Science Education*. Noordwijkerhout, The Netherlands.
- ANDERSON, R. D. & MITCHENER, C. P. (1994). ‘Research on science teacher education’. Gabel, D. L. [ed.] *Handbook of Research on Science Teaching Education*. New York: Macmillan Pub. Co.
- BRISCOE, C. (1991). ‘The dynamic interactions among belief, role metaphores and teaching practices. A case study of teacher change’. *Science Education* [14 (3) 349-361].
- COHEN, L.; MANION L. & MORRISON K. (2007). *Research Methods in Education*. London & New York: Routledge.
- CONTRERAS, J. (2011). *La autonomía del profesorado*. Madrid: Morata.
- ELLIOT, J.; BARRETT, G.; HULL, C.; SANGER, J. & WOOD, M. (1986). *Investigación/acción en el aula*. Valencia: Generalitat Valenciana.
- FURIÓ, C. & CARNICER, J., (2002). ‘El desarrollo profesional del profesor de ciencias mediante tutorías de grupos cooperativos. Estudio de 8 casos’. *Enseñanza de las Ciencias* [20 (1) 47-74].
- FREIRE, P. (1970). *Pedagogía del oprimido*, Buenos Aires: Siglo XXI Editores.
- GIL, D. (1991). ‘¿Qué han de saber y ‘saber hacer’ los profesores de ciencias?’ *Enseñanza de las Ciencias* [9 (1) 69-77].
- GIL, D.; FURIÓ, C. & GAVIDIA, V. (1998). ‘El profesorado y la Reforma Educativa en España’. *Investigación en la Escuela* [36, 39-64].
- GIROUX, H. A. (2004). *Teoría y resistencia en educación*. Buenos Aires: Siglo XXI.
- GUISASOLA, J.; BARRAGUÉS, J. I. & GARMENDIA, M. (2013). ‘El Máster de Formación Inicial del Profesorado de Secundaria y el conocimiento práctico profesional del futuro profesorado de Ciencias Experimentales, Matemáticas y Tecnología’. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* [número extra 568-581].
- HABERMAS, J. (1992). *Ciencia y técnica como “ideología”*. Madrid: Tecnos.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.

- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. & 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) 425-439].
- KVALE, S. (1996). *Interviews: an introduction to qualitative research interviewing*. Sage Publications, Inc. Thousand Oaks, California.
- MAGNUSSON, S.; KRAJCIK, J. & BORKO, H. (1999). 'Nature, sources, and development of the PCK for science teaching'. Gess-Newsome, J. & Lederman N. G. [ed.] *Examining pedagogical content knowledge*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer A.P. [95-132].
- ROTH, K. J. (2007). Science Teachers as Researchers. Abell, S. K. & Lederman, N. G. [ed.] *Handbook of Research on Science Education*, N.Y.: Routledge. [1205-1259].
- PEKAREK, R.; KROCKOVER, G. H. & SHEPARDSON, D. P. (1996). 'The research-practice in science education'. *Journal of Research in Science Teaching* [33 (2) 111-113].
- PORLÁN, R.; RIVERO, A & MARTÍN, R. (1998). 'Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II: estudios empíricos y conclusiones'. *Enseñanza de las Ciencias* [16 (2) 271-289].
- SADLER, T; CHAMBERS, F. & ZEIDLER, D. (2004). 'Students conceptualizations of the nature of science in response to a socio-scientific issue'. *International Journal of Science Education* [26, 387-410].
- SANMARTÍ, N. y AZCÁRATE, C. (1997). 'Reflexiones en torno a la línea editorial de la revista Enseñanza de las Ciencias'. *Enseñanza de las Ciencias* [15 (1) 3-9].
- SCHÄFER, E. D. A. & OSTERMANN, F. (2013). 'Autonomia profissional na formação de professores: Uma análise de entrevistas realizadas num mestrado profissional em ensino de física'. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las ciencias* [12 (2) 313-333].
- SHULMAN, L. S. (1986). 'Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching'. *Educational Researcher* [15 (2) 4-14].
- SHULMAN, L.S. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review* [57 (1) 1-22].
- SOLBES, J. (2013). 'Contribución de las cuestiones socio-científicas al desarrollo del pensamiento crítico (I): Introducción'. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* [10 (1) 1-10]. Recuperado el 2 de febrero de 2015 de <http://roderic.uv.es/handle/10550/34997>
- SOLBES, J.; DOMÍNGUEZ, M^a. C.; FERNÁNDEZ, J.; FURIÓ, C.; CANTO, J. & GUIASOLA, J. (2013). '¿El profesorado de física y química incorpora los resultados de la investigación en didáctica?' *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales* [27, 155-178]. Recuperado el 2 de febrero de 2015 de <http://roderic.uv.es/handle/10550/34567>
- SOLBES, J.; FURIÓ, C.; DOMÍNGUEZ, M^a. C.; FERNÁNDEZ, J. & TARÍN, F.; GUIASOLA, J. (2012). What factors have an influence on a quality

- teaching practice in Sciences? *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 4513-4517 Recuperado el 2 de febrero de 2015 de <http://roderic.uv.es/handle/10550/36288>
- SOLBES, J.; FURIÓ, C.; GAVIDIA, V. & VILCHES, A. (2004). 'Algunas consideraciones sobre la incidencia de la investigación educativa en la enseñanza de las ciencias'. *Investigación en la escuela* [52, 103-110]. Recuperado el 2 de febrero 2015 de <http://roderic.uv.es/handle/10550/36391>
- SOLBES, J. & SOUTO, X. M. (1999). 'Investigación desde la escuela y formación del profesorado'. *Investigación en la escuela* [38, 87-99]. Recuperado el 2/2/2015 de <http://roderic.uv.es/handle/10550/36387>
- SOLBES, J. & TORRES, N. Y. (2013). '¿Cuáles son las concepciones de los docentes de ciencias en formación y en ejercicio sobre el pensamiento crítico?' *Tecné, Epísteme y Didaxis* [33, 61-85]. Recuperado el 2 de febrero de 2015 de <http://roderic.uv.es/handle/10550/35214>
- VÁZQUEZ, A. & MANASSERO, M. A. (2007). *Los intereses curriculares en ciencia y tecnología de los estudiantes de secundaria*. Palma: Universitat de les Illes Balears.

Anexo: Protocolo de observación basado en el conocimiento profesional del profesor

I.	Conocimiento de la disciplina	Valor
1	Utiliza en clase la historia de las ciencias	
2	Incluye actividades sobre naturaleza de la ciencia y forma de trabajo de los científicos	
3	Propone actividades que incluyan relaciones CTS	
4	Selecciona y adapta el currículo para que puedan aprender la mayoría de los estudiantes (en oposición al énfasis en dar todo el programa, sin tener en cuenta al alumnado)	
5	Trata de relacionar unos contenidos con otros, de forma que el conjunto tenga una secuencia clara, en lugar de temas aislados	
II.	Estrategias de enseñanza	
6	Propone una enseñanza basada en competencias, es decir, incluye innovaciones que integren conceptos, procedimientos y actitudes	
7	Favorece la argumentación científica en clase	
8	Hace pensar a los estudiantes sobre el tema antes de plantear las cuestiones o actividades	
9	Propone trabajos prácticos como indagaciones	
10	Plantea problemas de lápiz y papel como indagaciones	
11	Propone actividades de reflexión cognitiva que planteen dudas a los alumnos y ayuden a entender mejor los contenidos	

12	Propone actividades para averiguar los conocimientos e ideas previas de los estudiantes y sus dificultades	
13	Propone actividades para impulsar la comprensión de los estudiantes (lecturas, verbalización de los enunciados de los problemas)	
14	Propone actividades de síntesis o de recapitulación al acabar un tema	
III. Evaluación		
15	Utiliza la evaluación como instrumento de aprendizaje, suministrando la retroalimentación adecuada (corrección pública de los exámenes, anotaciones en libreta o portafolios)	
16	Evalúa todas las producciones del estudiante, ayudando así a su valoración por los propios estudiantes	
17	Incluye en los exámenes cuestiones sobre procedimientos o relaciones CTS	
18	Utiliza cuestiones tipo PISA (que evalúan pruebas factuales, distinguen entre teorías y observaciones, etc.)	
19	Evalúa su propia enseñanza (cuestionarios, debates, etc.)	
IV. Materiales de aprendizaje (materiales curriculares)		
20	Usa materiales o libros de texto no convencionales	
21	Utiliza distintas fuentes de información (prensa, revistas de divulgación, Internet)	
22	Utiliza materiales curriculares que incorporan innovaciones fruto de la investigación en educación científica (procedimientos, argumentación, relaciones CTS)	
V. Gestión de aula		
23	Trata de motivar a los alumnos hacia el tema antes de comenzarlo	
24	Estructura la clase en pequeños grupos	
25	Sabe dirigir el trabajo en grupo de sus alumnos	
26	Los alumnos realizan debates	
27	Los alumnos exponen trabajos	
28	Incita a los alumnos a cuidar la presentación de sus producciones	
VI. Promueve la utilización de TIC		
29	Búsquedas en Internet	
30	Presentación de trabajos utilizando procesadores de texto, tablas, gráficos, etc.	
31	Utilizan simulaciones (apletts)	
32	Presentaciones PowerPoint	
33	Tratamiento de datos con Excel	
34	Laboratorio asistido por ordenador (sensores)	