



El cambio de las concepciones en futuros maestros sobre los contenidos escolares de ciencias¹

Ángel Ezquerro²; Soraya Hamed³; Rosa Martín del Pozo⁴

Recibido: septiembre 2015 / Evaluado: noviembre 2015 / Aceptado: diciembre 2015

Resumen. El objetivo de este artículo es mostrar los cambios detectados en las concepciones de los futuros maestros de primaria sobre los contenidos escolares de ciencias, antes y después de un curso de formación inicial. El curso constaba de un conjunto de actividades recogidas en un *workbook* y un audiovisual, que solicitaban la elaboración de sucesivas propuestas de enseñanza por parte de los estudiantes de Magisterio y su correspondiente reflexión sobre qué y cómo enseñar ciencias, el papel de las ideas de los alumnos, la metodología de enseñanza y la evaluación. Además, se realizaron prácticas de investigación escolar y escuelas innovadoras fueron visitadas. El estudio se llevó a cabo con 311 estudiantes de 2º curso del Grado de Maestro de Primaria organizados en 92 equipos de trabajo. La información fue recogida a través un cuestionario (pre y pos-test) y tratada con técnicas multifactoriales. El análisis de las concepciones sobre los contenidos escolares revela una posición inicial mayoritaria que podemos considerar próxima al modelo de investigación escolar, pero con una cierta presencia de planteamientos tradicionales sobre los contenidos escolares. Tras el curso formativo se detectaron cambios con diferencias significativas de distinto grado sobre el modo de presentar los contenidos a los alumnos de Primaria, los distintos tipos de contenidos y la selección que se hace de los mismos.

Palabras clave: Formación inicial de maestros; educación primaria; concepciones didácticas; contenidos escolares de ciencias.

[en] The change of conceptions in pre-service primary teachers about contents of sciences

Abstract. The aim of this article is to show the changes detected in the conceptions of future primary school teachers about science contents before and after an initial training course. The course consisted of a series of activities included in a workbook and an audiovisual; requesting the preparation of successive proposals of teaching by Teacher Training students and their corresponding reflection on what and how to teach sciences, the role of students' ideas, teaching methodology and evaluation. In addition, school research practices were conducted and innovative schools were visited. The study was carried out with 311 second-year Primary School Teacher Training students organized in 92 working teams. The information was collected through a questionnaire (pre and post-test) and treated with multivariate techniques. The analysis of the conceptions about school contents reveals an initial majority position, which we can consider close to the inquiry-based model, but with some presence of

¹ Este artículo es parte del Proyecto I+D+i EDU2011-23551: La progresión del conocimiento didáctico de los futuros maestros en un curso basado en la investigación y en la interacción con una enseñanza innovadora de las ciencias, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (hoy de Economía y Competitividad).

² Universidad Complutense de Madrid (España)
E-mail: angel.ezquerro@edu.ucm.es

³ Universidad de Sevilla (España)
E-mail: sha@us.es

⁴ Universidad Complutense de Madrid (España)
E-mail: rmartin@edu.ucm.es

traditional approaches. After the training course changes were observed with significant differences of varying degrees on the way to present contents to primary school students, on the different types of contents and on the selection of those contents.

Keywords: Pre-service primary school teachers; primary education; didactic conceptions; school science contents.

Sumario. 1. Introducción. 2. Metodología. 3. Resultados. 4. Discusión de resultados. 5. Conclusiones e implicaciones formativas. 6. Referencias bibliográficas.

Cómo citar: Ezquerro, A.; Hamed, S. y Martín del Pozo, R. (2017). El cambio de las concepciones en futuros maestros sobre los contenidos escolares de ciencias. *Revista Complutense de Educación*, 28 (3), 779-796.

1. Introducción

La formación de los futuros maestros en los contenidos que habrán de enseñar es uno de los componentes esenciales de su preparación, y su poca calidad es una de las razones que muchos autores apuntan para justificar parte del fracaso en el aprendizaje de las ciencias en la Educación Primaria (Cañal, Travé and Pozuelos, 2011; Martínez-Chico, Jiménez-Liso y López Gay, 2015; Vilchez y Bravo, 2015).

Desde mediados de los años ochenta, se han desarrollado numerosos estudios sobre las concepciones del profesorado de ciencias y las acciones que estos llevan a cabo en el aula (Bryan, 2012). En el caso de los futuros maestros, los estudios indican que, mayoritariamente, suelen iniciar su formación en didáctica de las ciencias con planteamientos de carácter transmisivo o tradicional, explicable por la poderosa influencia de la escolaridad anterior (Martín del Pozo, Porlán y Rivero, 2011; Cañal, Travé y Pozuelos, 2011; Pilitis y Duncan, 2012; Porlán *et al.*, 2011). En concreto, se ha detectado que un importante número de docentes consideran que ellos enseñan conocimiento científico.

Esta creencia muestra un desconocimiento respecto a qué se enseña e implica que los profesores no consideran el contenido escolar como un conocimiento con identidad epistemológica diferenciada (Chan, 2003; Martín del Pozo, 2001.; Sánchez y Valcárcel, 2000) lo cual les hace tender a valorar, seleccionar, secuenciar y organizar los contenidos escolares de ciencias en función de una visión exclusivamente disciplinar y no didáctica (García-Ruiz y Orozco, 2008;). Este enfoque se plasma en la elaboración de propuestas curriculares en las cuales los contenidos conceptuales son lo más o lo único importante, presentándose muy jerarquizados, con secuencias muy lineales y acumulativas, y escasamente relacionados (So y Watkins, 2005).

En las investigaciones sobre el cambio de las concepciones de los futuros maestros, cuando participan en procesos de formación de orientación constructivista, Pilitis y Duncan (2012) señalan que mayoritariamente los futuros maestros incorporan la perspectiva del alumno, y así intentan presentar los contenidos de forma más atractiva, con una lógica más psicológica y menos disciplinar (Rivero *et al.*, 2011).

Resultados similares se apuntan en el estudio de Martínez-Chico, Jiménez-Liso y López Gay (2015) con 17 equipos de futuros profesores antes y después de una actividad formativa sobre ¿Qué enseñar sobre el Sistema Sol-Tierra en Primaria? Aquí también el cambio se da desde un planteamiento parecido al de los libros de texto

hacia un enfoque integrado de conceptos, procedimientos y actitudes que tienen sentido para los que aprenden.

2. Metodología

Para investigar el cambio en las concepciones sobre los contenidos escolares con las que se identifican los futuros maestros al iniciar y finalizar un curso de formación, se realizó un estudio cuantitativo, descriptivo e inferencial a partir las respuestas extraídas del pre-test y pos-test de un cuestionario tipo Likert de 6 valores con diferentes declaraciones sobre los contenidos escolares de ciencias.

2.1. Descripción del curso y muestra

Esta investigación se llevó a cabo en el contexto de un curso de formación inicial de maestros para aprender a enseñar ciencias en Primaria, tomando como referente la investigación escolar tal y como recomiendan las instituciones, tanto europeas (Rocard *et al.*, 2007) como americanas (National Research Council, 2007). La enseñanza de las ciencias por investigación (Inquiry-based Science Education) de problemas escolares relevantes e interesantes para los alumnos sobre el mundo físico-natural que les rodea, permite trabajar en el aula con sus ideas (hipótesis), discutir la forma de comprobarlas, realizar actividades prácticas, llegar a conclusiones y comunicarlas, en definitiva, se trata de aprender haciendo, pensando y disfrutando con las ciencias.

La propuesta formativa se fundamenta en: a) la utilización de las concepciones de los estudiantes de Magisterio durante todo el proceso formativo, b) el desarrollo de actividades propias de la profesión de maestro, como es la elaboración de propuestas de enseñanza sobre contenidos escolares de ciencias, y c) el contraste con prácticas docentes innovadoras, basadas en la enseñanza de las ciencias por investigación escolar (Azcarate, Hamed y Martín del Pozo, 2013; Martínez-Chico, Jiménez-Liso y López-Gay, 2015; Porlán *et al.*, 2010).

Las actividades de formación se recogen en un workbook (Rivero *et al.*, 2012a) y un audiovisual (Ezquerro, Rodríguez y Rivero, 2012; Ezquerro y Rodríguez, 2013). En primer lugar, y para tener una referencia individual del modelo de enseñanza y aprendizaje de las ciencias con el que se identifican los futuros maestros al iniciar el curso, cumplimentan un cuestionario tipo Likert sobre los elementos curriculares esenciales: contenidos escolares de ciencias, las ideas de los alumnos, la evaluación y la metodología de enseñanza. En este artículo haremos referencia a los contenidos escolares.

Una vez formados los equipos, éstos seleccionan el contenido que van a tratar y elaboran una primera propuesta de enseñanza, a partir de sus conocimientos y experiencias. Los contenidos seleccionados libremente por los equipos hacen referencia a temáticas incluidas en el currículo de Primaria (el sistema Sol-Tierra-Luna, las Basuras, los Mamíferos, el Aparato digestivo, la Densidad, etc.)

La puesta en común y el análisis de estas primeras propuestas sirven para hacer un contraste entre los diferentes equipos y tomar conciencia de las similitudes y diferencias entre ellos. Para ello se les facilita un guion de análisis, con preguntas para reflexionar sobre cada uno de los elementos curriculares con diferentes opciones de respuesta.

A partir de ese momento, y para cada elemento curricular, se realizan actividades en las que se trabaja con documentos (escritos y audiovisuales) de diferente naturaleza: a) motivadores, b) relacionados con el currículo oficial de Primaria, c) reflexiones teóricas elaboradas por los formadores del grupo de investigación, y d) ejemplificaciones (mapas conceptuales, análisis de libros de texto, problemas escolares para investigar, etc.).

También deben cumplimentar un guion de reflexión que recoja sus ideas sobre el elemento curricular que se esté trabajando y sus propuestas de cambio para la primera propuesta. Después, se trata de que elaboren una segunda propuesta de enseñanza, recogiendo las modificaciones parciales que se hayan ido proponiendo.

Una vez llevado a cabo todo ese trabajo de contraste, se trata de observar cómo en la práctica real se lleva a cabo una enseñanza de las ciencias basada en la investigación escolar, debatir sobre ello y cumplimentar un guion de reflexión. Para ello se utilizan tres tipos de documentos audiovisuales: a) declaraciones de profesores innovadores que con el lenguaje de la práctica, abordan cuestiones que suelen preguntarse los futuros profesores, b) ejemplos de tipos de actividades de aula coherentes con una enseñanza de las ciencias basada en la investigación escolar, y c) secuencias completas de actividades de los alumnos de Primaria haciendo investigación escolar. En función de todo ello, los equipos elaboran una tercera propuesta de enseñanza, que se compara con las dos primeras.

La actividad final consiste en cumplimentar de nuevo el cuestionario de la actividad inicial, así como la valoración de su aprendizaje y de todo el proceso formativo.

El curso de formación descrito se desarrolló a lo largo del año académico 2012-13, en cinco grupos de la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales (9 créditos) del 2º curso del Grado de Maestro de Primaria de la Universidad de Sevilla. Los 311 estudiantes se organizaron en 92 equipos de trabajo de entre 3 y 6 componentes, y cada profesor de la asignatura desarrollo todas las actividades del curso incluidas en el workbook (Rivero *et al.*, 2012a).

2.2. Problemas de investigación

En trabajos anteriores hemos analizado el cambio de las concepciones de los futuros maestros en otras dimensiones curriculares, como la metodología de enseñanza, las ideas de los alumnos o la evaluación (Rivero *et al.*, 2011; Hamed, 2013; Hamed, Rodríguez y Ezquerro, 2014; Martín del Pozo, Rivero y Azcárate, 2014; Ezquerro y Rodríguez, 2013). En este estudio, nos centraremos en las siguientes cuestiones: *¿con qué concepciones sobre los contenidos escolares se identifican los futuros maestros al iniciar y finalizar un curso de formación de orientación constructivista?* y *¿qué cambio se produce en dichas concepciones?*

2.3. Instrumento de investigación

Para la recogida de información se confeccionó un cuestionario derivado de trabajos anteriores (Porlán, Rivero y Martín del Pozo, 1997; Martínez Aznar *et al.*, 2002; Rivero *et al.*, 2012b), pero en esta ocasión el instrumento de investigación se centra en estudiar a fondo una de las dimensiones curriculares del trabajo en el aula: los contenidos escolares. Así, se definieron tres categorías relevantes (Selección de los contenidos, Tipos de contenidos y Presentación a los alumnos) y cuatro ítems para

cada categoría, dos de ellos corresponden con lo que consideramos Nivel de Partida (NP) coincidentes básicamente con el modelo tradicional y otros dos con el Nivel de Referencia (NR) próximo al modelo de enseñanza de las ciencias por investigación escolar (Tabla 1). El cuestionario consta, por tanto de doce ítems. Esta estructura permite tener una visión global del cambio producido en las declaraciones de los estudiantes de Magisterio a partir de la propuesta formativa.

Los futuros maestros tenían que expresar el grado de acuerdo (A) o desacuerdo (D) con cada una de las respuestas, apoyándose en una escala de 6 valores. Se consideró que la muestra estaba de acuerdo con un ítem si los promedios eran iguales o superiores al valor 4; en desacuerdo si eran iguales o inferiores al valor 3 y la opinión de la muestra fue considerada insegura si los promedios eran mayores de 3 y menores de 4. Sobre las respuestas extraídas de pre y post-test se realizó el cálculo de porcentajes (%), medias () y desviaciones típicas (ds).

DIMENSIÓN CURRICULAR	CATEGORÍAS	NIVELES DE FORMULACIÓN DE LAS DECLARACIONES		
Contenidos escolares	1. Selección de los contenidos	Nivel de Partida (NP) (modelo tradicional)	Nivel de Referencia (NR) (modelo de investigación escolar)	
	2. Tipos de contenidos			
	3. Presentación de contenidos			

Tabla 1. Estructura del cuestionario

Con respecto a la fiabilidad del instrumento, para determinar la estabilidad o consistencia de los resultados obtenidos, se calculó el coeficiente *alfa de Cronbach* con el programa estadístico SPSS v.22.0. Los valores obtenidos indican una alta fiabilidad interna tanto para los ítems correspondientes con una visión transmisiva de la enseñanza de las ciencias como para los ítems propios de una enseñanza más investigadora (Tabla 2). Para el análisis de las medias y desviaciones típicas se utilizó el mismo programa.

Ítems	Pre-test	Pos-test
Nivel de Partida (24)	0,793	0,892
Nivel de Referencia (24)	0,896	0,887

Tabla 2. Estadísticos de fiabilidad

También se ha determinado si existen diferencias estadísticamente significativas entre el pre-test y pos-test a través de pruebas de contraste no paramétricas. El incumplimiento de los supuestos de normalidad de los datos recolectados y la imposibilidad de transformación de la naturaleza de los mismos, justifica la pertinencia de su aplicación.

Así, se ha realizado, por un lado, la prueba U de Mann-Whitney como opción con mayor potencia estadística para contrastar medianas de dos muestras (la inicial y la final) procedentes de la misma población y, por otro lado, la prueba H de Kuskal-

Wallis para el contraste de más de dos muestras (k muestras), en este caso, de las cinco clases.

Además, se ha estimado la *magnitud* o *fortaleza* de las diferencias (significativas y no significativas) entre las declaraciones mediante el tamaño del efecto (TE). Para ello, se ha tenido en cuenta, como referencia orientativa la diferencia tipificada (d) sugerida por Cohen (1988) y el coeficiente de correlación (ρ de Spearman) para cada par de variables extraídas antes y después del curso (Morales, 2012) (Tabla 3).

Diferencia tipificada (d) de Cohen (1988)	Tamaño del efecto (TE)	Índice de correlación (r)
0.20	Diferencia pequeña	0.10
0.50	Diferencia moderada	0.30
0.80	Diferencia grande	0.50

Tabla 3. Criterios sobre magnitud o fortaleza del tamaño del efecto.

3. Resultados

3.1. Resultados obtenidos antes de desarrollarse el curso (pre-test)

Como se puede observar en la Tabla 4, los resultados iniciales (pre-test) presentan medias elevadas en las afirmaciones referidas al Nivel de Referencia (NR) lo que implica un cierto grado de acuerdo con estos planteamientos, así como desacuerdo con las declaraciones cercanas a una visión tradición (NP). Esto es así en todos los aspectos sobre los contenidos, a excepción de la naturaleza de los contenidos escolares, en el que la muestra está más de acuerdo con un planteamiento tradicional: los contenidos escolares como simplificación del conocimiento científico.

Inicialmente, los futuros maestros están de acuerdo con que para seleccionar y secuenciar los contenidos escolares de ciencias hay que tener en cuenta varios referentes (las ideas de los alumnos, la historia de la ciencia, el contexto en el que vive el alumno,...) (declaración 8), dado que éstos deben ser relevantes para la vida cotidiana y la integración social de las personas (declaración 1) y no deben ser solo conceptos (declaraciones 3 y 6). Así pues deben presentarse a los alumnos como problemas de interés para investigar (declaración 4). Por el contrario, muestran su desacuerdo con las correspondientes declaraciones próximas a un modelo tradicional (declaraciones 2, 7, 10 y 12).

Sin embargo, la muestra parece dividida con respecto a la valoración de los conceptos científicos (declaración 9). Y, como hemos señalado, una mayoría (67,6%) declara su desacuerdo con la idea de que los contenidos escolares son una forma peculiar de conocimiento, distinta del conocimiento científico y del conocimiento cotidiano, y su acuerdo (69,4%) en que son una simplificación del conocimiento científico.

	Nivel de Partida (NP)	%i		Pre (ds)	%i	Pre (ds)	Nivel de Referencia (NR)
Selección	5. Los contenidos escolares de ciencias son una versión simplificada de los contenidos más importantes del conocimiento científico	D	30,7	4,00 (1,01)	67,6	2,99 (1,14)	11.-Los contenidos escolares son una forma peculiar de conocimiento, distinta del conocimiento científico y al conocimiento cotidiano
		A	69,4		32,5		
	7. Los libros de texto realizan una buena selección de los contenidos a enseñar, por lo que el profesor no tiene que realizar esta tarea	D	85,3	2,24 (1,14)	11,9	4,86 (1,05)	
		A	14,8		88,1		
Tipos	9. En las aulas se deben enseñar los contenidos de tipo conceptual (datos, leyes, teorías,...) ya que son los contenidos científicos esenciales	D	51,1	3,39 (1,22)	12,8	4,59 (1,00)	6.-Los contenidos científicos deben incluir los procesos característicos de la actividad científica (observación, hipótesis, etc.)
		A	48,8		87,2		
	10. Los llamados contenidos procedimentales y actitudinales no tienen mucho interés en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias	D	85,8	2,11 (1,20)	7,1	5,05 (0,92)	
		A	14,2		93		
Presentación	12. Los contenidos se deben presentar a los alumnos con la misma organización y secuencia que se estudian en la universidad	D	79,2	2,43 (1,28)	10,3	4,93 (1,03)	4.-Para los alumnos tiene más sentido investigar sobre problemas que les interesen que el habitual listado de temas
		A	20,8		89,6		
	2. Los contenidos de cada tema deberán formularse tal y como aparecen en los libros de texto	D	77,8	2,62 (1,17)	12,6	4,80 (1,04)	
		A	22,2		87,5		

Tabla 4. Estadísticos extraídos según el nivel de acuerdo (A) y desacuerdo (D) sobre los contenidos escolares antes de desarrollarse el programa formativo.

En la Figura 2 se aprecia como al inicio del curso la mayoría de la muestra participa de afirmaciones cercanas al Nivel de referencia, aunque una minoría mantiene un cierto grado de acuerdo con enunciados típicos del Nivel de Partida.

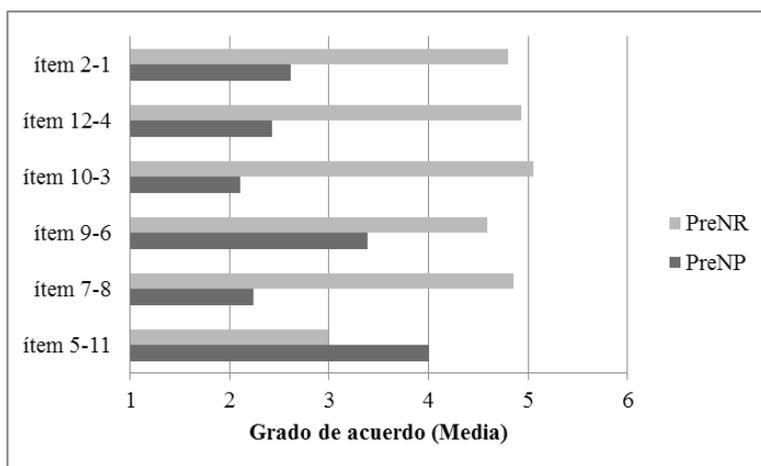


Figura 2. Promedios obtenidos antes de desarrollarse el curso formativo.

3.2. Comparación de los resultados entre pre-test y pos-test relativos al nivel de partida

Para la comparación entre los resultados de pre-test y pos-test (Tabla 5) se consideraron los dos niveles propuestos. Así, se observó que para todas las afirmaciones del Nivel de Partida aumentó el desacuerdo tras llevar a cabo el curso pero el grado del cambio fue muy diferente.

En concreto, en la *selección de contenidos*, se percibe una variación significativa de carácter suave. En particular, la muestra pasa del acuerdo con la idea de que los contenidos escolares de ciencias son una versión simplificada de los contenidos más importantes del conocimiento científico (declaración 5) a la inseguridad sin apenas diferencias significativas. También aumenta de forma moderada el desacuerdo en la buena selección de contenidos que realizan los libros de texto (declaración 7).

Respecto a las afirmaciones sobre los *tipos de contenidos*, la muestra exhibe un cambio altamente significativo, aumentando el desacuerdo con que los contenidos procedimentales y actitudinales no tienen mucho interés en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias (declaración 10). Asimismo los futuros maestros pasan de la inseguridad al desacuerdo en el pensamiento de que en las aulas se deben enseñar los contenidos de tipo conceptual (datos, leyes, teorías,...) ya que son los contenidos científicos esenciales (declaración 9).

Y, finalmente, en la *presentación de contenidos* hubo un aumento significativo en el desacuerdo ante la idea de que los contenidos de cada tema deberán formularse tal y como aparecen en los libros de texto (declaración 2). También se pudo comprobar un aumento moderado del desacuerdo con la creencia de que los contenidos se deben presentar a los alumnos con la misma organización y secuencia que se estudia en la universidad (declaración 12).

	Nivel de Partida	Pre		Post		
		%	(ds)	%	(ds)	
Selección	5. Los contenidos escolares de ciencias son una versión simplificada de los contenidos más importantes del conocimiento científico	D	30,7	4,00	31,4	3,86
		A	69,4	(1,01)	68,6	(1,03)
	Sig.	0,279				
	TE	-0,04 (Débil)				
Tipos	7. Los libros de texto realizan una buena selección de los contenidos a enseñar, por lo que el profesor no tiene que realizar esta tarea	D	85,3	2,24	90,5	1,99
		A	14,8	(1,14)	9,4	(1,10)
	Sig.	0,002				
	TE	-0,12 (Moderado)				
Tipos	9. En las aulas se deben enseñar los contenidos de tipo conceptual (datos, leyes, teorías,...) ya que son los contenidos científicos esenciales	D	51,1	3,39	73,4	2,74
		A	48,8	(1,22)	26,5	(1,16)
	Sig.	0,000				
	TE	-0,26 (Alto)				
Tipos	10. Los llamados contenidos procedimentales y actitudinales no tienen mucho interés en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias	D	85,8	2,11	94,2	1,50
		A	14,2	(1,20)	5,8	(0,93)
	Sig.	0,000				
	TE	-0,32 (Alto)				
Presentación	12. Los contenidos se deben presentar a los alumnos con la misma organización y secuencia que se estudian en la universidad	D	79,2	2,43	88,4	2,02
		A	20,8	(1,28)	11,6	(1,06)
	Sig.	0,000				
	TE	-0,16 (Moderado)				
Presentación	2. Los contenidos de cada tema deberán formularse tal y como aparecen en los libros de texto	D	77,8	2,62	93,9	1,79
		A	22,2	(1,17)	6,1	(0,98)
	Sig.	0,000				
	TE	-0,38 (Alto)				

Tabla 5. Estadísticos extraídos según el grado de desacuerdo (D) y acuerdo (A) de las declaraciones relativas al Nivel de Partida sobre los contenidos escolares.

En la Figura 3 se puede observar de modo global como en todos los ítems se produce un descenso en el grado de acuerdo (o aumento del desacuerdo) con las afirmaciones del Nivel de Partida entre el pre-test y el pos-test.

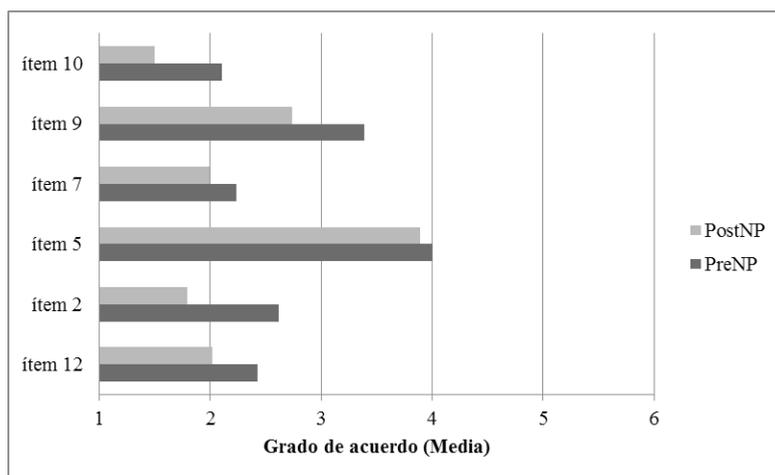


Figura 3. Promedios obtenidos antes y después de desarrollarse el curso formativo para el Nivel de Partida.

3.3. Comparación de los resultados entre pre-test y pos-test relativos al nivel de referencia

Como se puede comprobar en la Tabla 6, tras la realización del curso, la muestra parece llevar a cabo una mayor aproximación a las posiciones del Nivel de referencia. Pero esta variación resulta más moderada que el cambio producido en el Nivel de Partida.

En concreto, en la *selección de contenidos*, se percibe que la muestra se aproxima de un modo significativamente notable hacia la convicción de que para seleccionar y secuenciar los contenidos escolares de ciencias hay que tener en cuenta varios referentes (las ideas de los alumnos, la historia de la ciencia, el contexto en el que vive el alumno,...) (declaración 8). Además, aunque moderado, también se detecta un mayor acercamiento a considerar que en la enseñanza de la ciencia, los contenidos deben ser relevantes para la vida cotidiana y la integración social de las personas (declaración 1).

Respecto a las afirmaciones sobre los *tipos de contenidos*, la muestra exhibe una variación moderada hacia los planteamientos del nivel de referencia, expresados en la afirmación que los contenidos científicos se deben considerar no solamente los conceptos, sino también los procedimientos y actitudes (declaración 3). Del mismo modo, se produce un acercamiento suave a la idea de que los contenidos científicos deben incluir los procesos característicos de la actividad científica (observación, hipótesis, etc.) (declaración 6).

Por último, en la *presentación de contenidos* se puede observar un afianzamiento moderado respecto a la relevancia de la investigación de los alumnos sobre problemas que les interesen frente al habitual listado de temas (declaración 4). Sin embargo, se pasa de la inseguridad al desacuerdo en la creencia de que los contenidos escolares son una forma peculiar de conocimiento, distinta del conocimiento científico y al conocimiento cotidiano (declaración 11).

	Nivel de Referencia	Pre		Post		
		%	(ds)	%	(ds)	
Selección	8. Para seleccionar y secuenciar los contenidos escolares de ciencias hay que tener en cuenta varios referentes (las ideas de los alumnos, la historia de la ciencia, el contexto en el que vive el alumno,...)	D	11,9	4,86	3,2	5,38
		A	88,1	(1,05)	96,8	(0,83)
		Sig.	0,000			
		TE	0,27 (Alto)			
	1. En la enseñanza de la ciencia, los contenidos deben ser relevantes para la vida cotidiana y la integración social de las personas	D	12,6	4,80	3,8	5,23
		A	87,5	(1,04)	96,2	(0,87)
		Sig.	0,000			
		TE	0,22 (Moderado)			
Tipos	3. En los contenidos científicos se deben considerar no solamente los conceptos, sino también los procedimientos y actitudes	D	7,1	5,05	3,2	5,40
		A	93	(0,92)	96,7	(0,82)
		Sig.	0,000			
		TE	0,21 (Moderado)			
	6. Los contenidos científicos deben incluir los procesos característicos de la actividad científica (observación, hipótesis, etc.)	D	12,8	4,59	8,2	4,81
		A	87,2	(1,00)	91,8	(0,95)
		Sig.	0,002			
		TE	0,13 (Moderado)			
Presentación	4. Para los alumnos tiene más sentido investigar sobre problemas que les interesen que el habitual listado de temas	D	10,3	4,93	2,6	5,40
		A	89,6	(1,03)	97,4	(0,78)
		Sig.	0,000			
		TE	0,24 (Moderado)			
	11. Los contenidos escolares son una forma peculiar de conocimiento, distinta del conocimiento científico y al conocimiento cotidiano	D	67,6	2,99	73	2,77
		A	32,5	(1,14)	27,1	(1,36)
		Sig.	0,005			
		TE	-0,11 (Moderado)			

Tabla 6. Estadísticos extraídos según el grado de desacuerdo (D) y acuerdo (A) de las declaraciones relativas al Nivel de Referencia sobre los contenidos escolares.

En la Figura 4 puede apreciarse que en cinco de las seis declaraciones del Nivel de referencia se produce un aumento del grado de acuerdo entre el pre-test y el post-test.

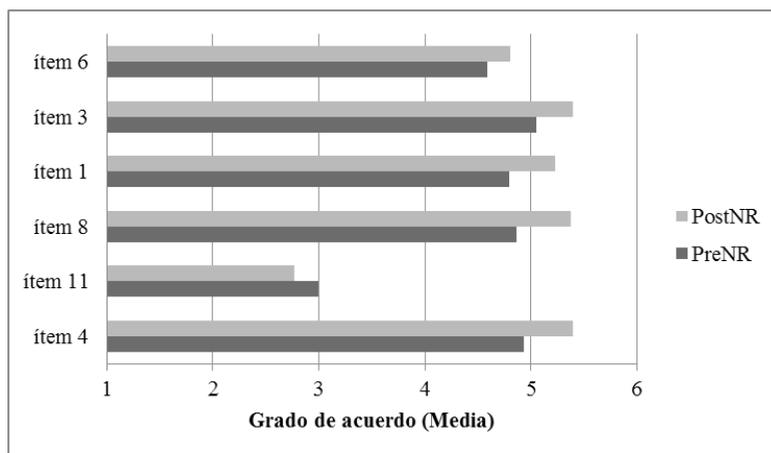


Figura 4. Promedios obtenidos antes y después de desarrollarse el curso formativo para el Nivel de Referencia.

4. Discusión de resultados

Al iniciar el curso, los equipos parecen mostrar un alto nivel de desacuerdo con declaraciones propias de un enfoque transmisivo de la enseñanza, mientras comparten acuerdo con declaraciones próximas a la enseñanza de las ciencias por investigación. No obstante, no conciben el conocimiento escolar como un conocimiento alternativo al científico (declaración 11), sino, más bien, como una simplificación de éste (declaración 5). Los resultados son similares a los obtenidos en otros estudios con muestras reducidas (Porlán *et al.*, 2011; Rivero *et al.*, 2011). Y están en línea con los trabajos que han encontrado diferencias entre las concepciones declaradas (alejadas de un enfoque tradicional), y las concepciones implícitas en sus propuestas de enseñanza (próximas a un enfoque tradicional) (Martín del Pozo, Porlán y Rivero, 2011).

Los cambios detectados al finalizar el curso mostraron diferencias significativas de distinto grado entre las distintas declaraciones propuestas (Tabla 7). En concreto, se observó que las declaraciones del Nivel de Partida sufrieron un abandono alto en tipos de contenidos, entre moderado y alto en presentación de contenidos y entre bajo y moderado en selección de los contenidos. También hemos podido comprobar que los ítems en los que está implicada la naturaleza de los contenidos escolares (5 y 11) son los más “resistentes” al cambio. En definitiva, como señalan otros estudios, los obstáculos epistemológicos son más resistentes que los de naturaleza didáctica (Martín del Pozo, Porlán y Rivero, 2011; Porlán *et al.*, 2011; Rivero *et al.*, 2011).

Del mismo modo, se pudo comprobar una aproximación al Nivel de Referencia. Este acercamiento también presentó diferencias entre las distintas categorías. Así, se acortó entre alta y moderadamente la distancia al Nivel de Referencia en la selección de los contenidos, moderadamente en la presentación de contenidos y también moderadamente en tipos de contenidos. Progresiones parecidas han sido observadas por Cheng *et al.* (2009) que indican la intención de los futuros maestros por establecer relaciones entre los contenidos conceptuales y los factores socioculturales o incorporar contenidos procedimentales a sus propuestas de enseñanza.

CATEGORÍAS	Cambios en las Declaraciones del Nivel de Partida	Cambios en las Declaraciones del Nivel de Referencia
Selección de los contenidos	Abandono entre Moderado y Bajo	Aproximación entre Alta y Moderada
Tipos de contenidos	Abandono Alto	Aproximación Moderada
Presentación de contenidos	Abandono entre Alto y Moderado	Aproximación Moderada

Tabla 7. Cambios en las declaraciones del Nivel de Partida y de Referencia según las categorías de análisis.

En resumen, los enfoques asumidos por los estudiantes de Magisterio sufrieron modificaciones que no se produjeron de modo igualitario: ni en el abandono de los planteamientos tradicionales, ni en la aproximación a los enfoques constructivistas-investigativos. Esto indica que la fuerza del cambio producido no se reparte por igual. Esta falta de sincronía puede ser analizada desde, al menos, dos puntos de vista: distinta velocidad entre el abandono y la aproximación a las ideas, o bien, por la asincronía entre las distintas categorías.

En primer lugar, tanto el abandono de las ideas antiguas como el asentamiento de las nuevas se producen a unas “velocidades” distintas. Entendiendo por “velocidad de cambio de las concepciones” la razón entre la modificación o cambio de las ideas y el tiempo empleado para llevarlo a cabo. En nuestro caso, el cambio ha sido medido como grado de acuerdo o desacuerdo con las declaraciones de los niveles de Partida y Referencia. El tiempo ha quedado fijado entre los instantes inicial (pre-test) y final (pos-test) de nuestro estudio.

Así, bajo estos parámetros y observando los resultados de la Tabla 7, se comprueba que la selección de contenidos la velocidad de alejamiento del Nivel de Partida es lenta, mientras que la aproximación al Nivel de Referencia es rápida. Sin embargo, para las otras dos categorías el alejamiento es rápido, mientras que la velocidad de aproximación a las declaraciones de Referencia es moderada.

En segundo lugar, parece que la intensidad del cambio también es específica de cada categoría. Así, la longitud del cambio en tipos de contenidos parece más evidente que la ocurrida en presentación de los contenidos y en la selección que se hace de los mismos.

En resumen, no parece que siempre se produzca un alejamiento inicial de las ideas tradicionales para luego asumir las más constructivistas; en ocasiones, se produce un primer acercamiento muy llamativo a las ideas investigativas mientras el abandono de los principios anteriores es más lento.

La consecuencia inmediata es que ambos enfoques —de Partida y de Referencia— comparten tiempo en la vida profesional del maestro, lo que explica que los docentes adopten comportamientos mixtos entre ambos planteamientos. En definitiva, esta falta de sincronía en el cambio nos lleva a entender un hecho muy conocido en la formación del profesorado el porqué, al menos a nivel declarativo, durante un tiempo conviven ambos principios (tradicional y constructivista) en los maestros.

Como hemos comentado, la razón inmediata de este desajuste es que la fuerza del cambio es distinta para cada elemento y cada individuo, pero las razones más pro-

fundas, que deben ser analizadas en otros trabajos, deben tener su origen en el efecto específico que producen los distintos planteamientos de los cursos de formación o que la resistencia al cambio de los futuros maestros es distinta según la categoría considerada, o ambas razones actuando simultáneamente.

En cualquier caso, parece que el abandono de las ideas antiguas en los maestros en formación no resulta sencillo y necesita del conocimiento de las nuevas, su puesta a prueba por parte de los futuros maestros en distintos contextos, el contraste personal entre ambos planteamientos y, por fin, la aplicación en la práctica de los aspectos que funcionan en la solución de las situaciones problemáticas en el aula de Primaria (Guisasola, Barragués y Garmendia, 2013).

5. Conclusiones e implicaciones formativas

Los resultados indican que los maestros en formación se identifican inicialmente con la idea de que los contenidos escolares de ciencias son una versión simplificada del conocimiento científico por lo que en las aulas se deben enseñar principalmente conceptos (datos, leyes, teorías,...) ya que son los contenidos científicos esenciales, pero también asumen que se deben trabajar los procedimientos y las actitudes, y que para los alumnos tiene más sentido investigar sobre problemas de interés que el habitual listado de temas. La asunción de estos planteamientos les impulsa a diseñar una enseñanza escorada hacia los contenidos conceptuales aunque traten de acercarse a los intereses de los alumnos, y para ello tienden a tener en cuenta el libro de texto y otros referentes (las ideas de los alumnos, la historia de la ciencia, el contexto en el que vive el alumno...). Después del curso se identificaron con más contundencia con una tendencia más cercana a los planteamientos constructivistas-investigativos, lo que les permitió hacer un diseño de contenidos menos dependiente de los libros de texto y de los contenidos conceptuales; en definitiva, elaborar una propuesta de enseñanza más atenta a los intereses de los alumnos.

De acuerdo con esto, podemos sugerir que aprender a enseñar ciencias es un proceso complejo, lento y gradual, que requiere de tiempo y trabajo para generar modificaciones. Además, las vías de progresión de estos cambios no están sincronizadas, observándose un desajuste en el modo de alejarse de las posiciones cercanas al modelo tradicional en cada categoría y la manera de aproximarse al enfoque constructivista-investigativo.

Entendemos que es necesario que los futuros maestros experimenten con modelos metodológicos alternativos a como, en general, fueron enseñados durante su escolaridad (Ireland *et al.*, 2012). Esto permite la realización de una autoevaluación sobre la evolución de sus propias ideas al principio y al final de la propuesta formativa (Abd-El-Khalick, 2013; Akerson y Hanuscin, 2007; Wandersee Mintzes y Novak., 1994). Obviamente, estos programas nos aportan información sobre el ritmo del cambio pero, mucho más importante, sitúan a los futuros maestros en el lugar *del que aprende algo nuevo* (Dennis, 2000) y facilita la reflexión sobre cómo se produce su formación como docentes (Martínez-Chico, Jiménez-Liso y López-Gay, 2015).

Por último, volver a incidir en que este estudio es un primer nivel de acercamiento a las concepciones de los futuros maestros. Se necesita profundizar más sobre qué es lo que comprenden de los modelos de enseñanza de las ciencias planteados en un contexto formativo e integrar los análisis llevados a cabo con otros instrumentos (guiones

de reflexión, entrevistas y propuestas de enseñanza) y, si fuera posible, considerar su actuación en la práctica de aula. Como muestran estudios como el de Contreras (2010) existen diferencias entre todos estos niveles de análisis de las concepciones de los profesores. Todo ello, nos debe hacer moderar las expectativas de cambio en la formación inicial (Flores et al., 2000) y profundizar en el conocimiento de lo que realmente aprenden los futuros maestros en este tipo de cursos de formación (Abell, 2007).

6. Referencias bibliográficas

- Abd-El-Khalick, F. (2013). Teaching with and about nature of science, and science teacher knowledge domains. *Science & Education*, 22(9), 2087-2107.
- Abell, S. K. (2007). Research on science teacher knowledge. *Handbook of research on science education*, 1105-1149.
- Akerson, V. L. y Hanuscin, D. L. (2007). Teaching nature of science through inquiry: Results of a 3-year professional development program. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(5), 653-680.
- Azcárate, P.; Hamed, S. y Martín del Pozo, R. (2013). Recurso formativo para aprender a enseñar ciencias por investigación escolar. *Investigación en la Escuela*, 80, 49-66.
- Bryan, L. A. (2012). Research on science teacher beliefs. En *Second international handbook of science education*, 477-495. Netherlands: Springer.
- Cañal, P., Travé, G. y Pozuelos, F. J. (2011). Análisis de obstáculos y dificultades de profesores y estudiantes en la utilización de enfoques de investigación escolar. *Investigación en la Escuela*, 73, 5-26.
- Chan, K-W. (2003). Hong Kong teacher education students' epistemological beliefs and approaches to learning. *Research in Education*, 69(1), 36-50.
- Cheng, M., Chan, K-W., Tang, S. y Cheng, A. (2009). Pre-service teacher education students' epistemological beliefs and their conceptions of teaching. *Teaching and Teacher Education*, 25(2), 319-327
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale: L. Erlbaum Associates.
- Contreras, S.A. (2010). *Las creencias y actuaciones curriculares de los profesores de ciencias de secundaria de Chile*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- Dennis, E.C. (2000). Globos flotantes, teorías flotantes. En Rosebery y Warren (comp.). *Barcos, globos y vídeos en el aula: enseñar ciencias como indagación*, 27-42. Barcelona: Gedisa.
- Ezquerro, A. y Rodríguez, F. (2013). Aprender a enseñar ciencias a maestros en formación a través del uso del vídeo. *Investigación en la Escuela*, 80, 67-76.
- Ezquerro, A., Rodríguez, F. y Rivero, A. (2012). *La investigación escolar en la práctica. Enseñar ciencias en Primaria*. DVD. Sevilla: Copiarte
- Flores, F., López, Á., Gallegos, L. y Barojas, J. (2000). Transforming science and learning concepts of physics teachers. *International Journal of Science Education*, 22(2), 197-208.
- García-Ruiz, M. y Orozco, L. (2008). Orientando un cambio de actitud hacia las ciencias naturales y su enseñanza en profesores de educación primaria. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 7(3), 539-568.
- Guisasola, J., Barragués, J. I. y 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*, 10, 568-581.
- Hamed, S. (2013). ¿Qué ideas tienen los futuros maestros de primaria acerca de qué y cómo enseñar y evaluar en ciencias? *Actas del IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, Universidad de Girona.
- Hamed, S., Rodríguez, F. y Ezquerro, A. (2014). ¿Qué cambios se detectan con respecto al conocimiento profesional de los futuros maestros de Primaria tras realizar un curso formativo basado en la Investigación Escolar? *Actas del XXVI Encuentro de DCE*. Huelva.
- Ireland, J. E., Watters, J. J., Brownlee, J. y Lupton, M. (2012). Elementary teacher's conceptions of inquiry teaching: Messages for teacher development. *Journal of Science Teacher Education*, 23(2), 159-175.
- Martín del Pozo, R. (2001). Prospective teachers' ideas about the relationships between concepts describing the composition of matter. *International Journal of Science Education*, 23(4), 353-371.
- Martín del Pozo, R., Porlán, R. y Rivero, A. (2011) The progression of prospective teachers' conceptions of school science content. *Journal of Science Teacher Education*, 22(4), 291-312.
- Martín del Pozo, R., Rivero, A. y Azcárate, P. (2014). Las concepciones de los futuros maestros sobre la naturaleza, cambio y utilización didáctica de las ideas de los alumnos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(3), 348-363.
- Martínez Aznar, M., Martín del Pozo, R., Rodrigo, M., Varela, P., FERNÁNDEZ, P., y Guerrero, A. (2002). Un estudio comparativo sobre el pensamiento profesional y la «acción docente» de los profesores de ciencias de educación secundaria. Parte II. Enseñanza de las Ciencias, 20 (2), 243-260.
- Martínez-Chico, M., Jiménez-Liso, M. R. Y López-Gay, R. (2015). Efecto de un programa formativo para enseñar ciencias por indagación basada en modelos, en las concepciones didácticas de los futuros maestros. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 149-166.
- Morales Vallejo, P. (2012). "Estadística aplicada a las Ciencias Sociales. El tamaño del efecto (effect size) análisis complementario al contraste de medias". Facultad de Ciencias Humanas y Sociales. Universidad Pontificia Comillas. Madrid. Consultado en (19/X/2014): <http://www.upcomillas.es/personal/peter/investigacion/Tama%F1oDelEfecto.pdf>
- National Research Council (NRC) (2007). *Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Pilitis, V. y Duncan, R.G. (2012). Changes in Belief Orientations of Preservice Teachers and Their Relation to Inquiry Activities. *Journal of Science Teacher Education*, 23 (8), 909-936.
- Porlán, R. Rivero, A. y Martín del Pozo (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: Teoría, métodos e instrumentos. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(2), 155-171.
- Porlán, R., MARTÍN del Pozo, R., Rivero, A., Harres, J., Azcárate, P., y Pizzato, M. (2011). El cambio del profesorado de ciencias II: Resultados y conclusiones sobre la progresión de las concepciones didácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(3), 413-426
- Porlán, R., Martín del Pozo, R., Rivero, A., Harres, J., Azcárate, P., Y Pizzato, M. (2010). El cambio del profesorado de ciencias I: Marco teórico y formativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 31-46.
- Rivero, A., Azcárate, P., Porlán, R., Martín del Pozo, R., y Harres, J. (2011) The Progression of Prospective Primary Teachers' Conceptions of the Methodology of Teaching. *Research in Science Education*, 41(5), 739-769.

- Rivero, A., Martín del Pozo, R. Solís, E., Porlán, R. Y Hamed, S. (2012b). Conocimiento sobre la enseñanza de las ciencias de los futuros maestros: un instrumento para detectarlo. Actas XXV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Santiago de Compostela.
- Rivero, A., Porlán, R., Solís, E., Rodríguez, F., Hamed, S., Martín del Pozo, R., Ezquerro, A., y Azcárate, P. (2012a) *Aprender a enseñar ciencias en primaria. Actividades de formación inicial de maestros para aprender a enseñar ciencias por investigación escolar*. Sevilla: Copiarte.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. Y Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: A renewed Pedagogy for the future of Europe*. European Communities: Belgium.
- Sánchez, G. y Valcárcel, M. (2000). *¿Qué tienen en cuenta los profesores cuando seleccionan el contenido de enseñanza? Cambios y dificultades tras un programa de formación. Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), 423-437
- So, W. Y Watkins, D.A. (2005). From beginning teacher education to professional teaching: a study of the thinking of Hong Kong primary science Teachers. *Teaching and Teacher Education*, 21(5), 525-541
- Vilchez, J.M. y Bravo, B. (2015). Percepción del profesorado de ciencias de educación primaria en formación acerca de las etapas y acciones necesarias para realizar una indagación escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(1), 185-202.
- Wandersee, J.H., Mintzes, J.J. y Novak, J.D. (1994). Research on alternative conceptions in science. En: Gabel D.L. (ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. A Project of the National Science Teachers Association (pp. 177-210). New York: MacMillan Pub. Co.

