

RELACIONES ENTRE CREENCIAS SOBRE ENSEÑANZA, APRENDIZAJE Y CONOCIMIENTO DE CIENCIAS

BENARROCH, ALICIA¹ y MARÍN, NICOLÁS²

¹ Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada

² Departamento de Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales. Universidad de Almería

aliciabb@ugr.es

nicolas.marin@gmail.com

Resumen. En este trabajo, se describe una experiencia docente realizada con futuros profesores de secundaria, en la que se ha intentado controlar la diversidad de variables influyentes en la formación de docentes para centrarnos sólo en tres, dos como variables independientes y una como dependiente. Esta última se refiere a las creencias y visiones espontáneas que tiene el futuro docente sobre la enseñanza de las ciencias (VdE), y las dos variables independientes se relacionan respectivamente con las visiones y creencias sobre la construcción del conocimiento de ciencias (VdC) y del alumno (VdA). Se obtienen conclusiones para *a*) la validez y fiabilidad de los datos, *b*) la coherencia epistemológica del futuro docente, *c*) el progreso del alumno tras la experiencia, y *d*) el grado de variación de VdE que se explica con las variables VdC y VdA. El trabajo concluye que no es posible mantener como cierta la hipótesis de que «un cambio epistemológico sobre los conocimientos de ciencias y del alumno (VdC y VdA) conlleva un cambio de la visión de la enseñanza de las ciencias (VdE)».

Palabras clave. Formación de profesores, visión sobre enseñanza, creencias científicas, visión sobre aprendizaje, cuestionario opciones múltiples.

Relationships between beliefs in Science teaching, Science learning and knowledge of science

Summary. This work describes an educational experiment carried out with future secondary teachers in an attempt to control the diversity of influential variables in teachers' training by focusing only on three, two as independent variables and one as dependent. The latter refers to the beliefs and spontaneous views that the future teacher has regarding Science education (VdE) and both independent variables relate respectively to their views and beliefs on the construction of scientific knowledge (VdC) and the learners (VdA). Conclusions are obtained for *a*) data validity and reliability; *b*) the epistemological consistency of future teachers; *c*) the students' progress after the experience, and *d*) the degree of variation of VdE, which is explained with the variables VdA and VdC. The paper concludes that it is not possible to maintain as true the hypothesis that «a change in the epistemology of science and knowledge of the student (VdC and VdA) implies a change in the vision of Science education (VdE)».

Keywords. Teacher training, educational beliefs, scientific beliefs, learning assumptions, multiple choice questionnaire.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Conocer los factores de los que depende la buena actuación del docente de ciencias es el fundamento de todo programa formativo. Permite hacer una selección de contenidos fundamentada y desplegar las estrategias más adecuadas para alcanzar la mejor formación docente.

Dentro del paradigma mediacional centrado en el profesor, una de las líneas de trabajo más fructíferas es la que considera que las creencias del docente actúan como mediadores no racionales o inconscientes de su actuación

en el aula. En ella se integran las teorías implícitas, el conocimiento espontáneo, las teorías subjetivas, ingenuas o privadas, la perspectiva personal, los principios de la práctica, los sistemas de constructos, las teorías de la acción y el pensamiento o conocimiento práctico. Aunque los términos difieran, la idea que expresan es que el marco de referencia cognitivo explícito de la conducta del profesor está orientado por un sistema personal privado e implícito de creencias (Peme-Aranega, De Longhi, Baquero, Mellado y Ruiz, 2005).

En esta línea se encuentra el presente trabajo, en el que se recoge una experiencia docente, con futuros profesores de secundaria (N = 60), para estudiar los posibles cambios en las relaciones existentes entre A) concepciones sobre la naturaleza de la ciencia, B) concepciones sobre el aprendizaje de las ciencias y C) concepciones sobre la enseñanza de las ciencias.

Con este fin, se ha intentado controlar la diversidad de variables que influyen en la formación de docentes para centrarnos sólo en tres, dos como variables independientes y una como dependiente. Esta última se refiere a las creencias y visiones espontáneas que tiene el futuro docente sobre la enseñanza de las ciencias (VdE), sobre qué y cómo enseñar, cuáles son los posibles resultados al aplicar diferentes métodos de enseñanza, limitaciones y capacidades de los recursos de enseñanza, etc. Y las dos variables independientes que se van a medir son las visiones y creencias sobre la construcción del conocimiento de ciencias (VdC) y del aprendizaje del alumno (VdA).

Los instrumentos utilizados para ello han sido cuestionarios de opciones múltiples elaborados ex profeso. El cuestionario para medir las creencias sobre enseñanza se presenta en el anexo 1, y será identificado como *Cuestionario de Opciones Múltiples para evaluar las Visiones sobre la Enseñanza* (COMVdE), mientras que los utilizados para medir creencias sobre la ciencia y sobre el aprendizaje del alumno, COMVdC y COMVdA, han sido publicados con anterioridad (Marín y Benarroch, 2009; 2010).

La hipótesis de trabajo es: «un cambio epistemológico sobre los conocimientos de ciencias y del aprendizaje del alumno (VdC y VdA) conlleva un cambio de la visión de la enseñanza de las ciencias (VdE)».

No obstante, la investigación ha sido diseñada para arrojar información suficiente no sólo sobre las relaciones entre VdC con VdE, y de VdA con VdE, sino también de VdC con VdA. Y a un nivel más detallado, estas mismas relaciones para los sujetos de mayor actitud constructivista frente a aquellos más empiristas o racionalistas, aunque esta parte de la misma no será tratada en este artículo por limitaciones de espacio. Por tanto, los objetivos del trabajo son:

1. Presentar el Cuestionario de Opciones Múltiples para evaluar las Visiones sobre la Enseñanza (COMVdE), así como el sentido de los ítems que lo conforman, la estructura interna de los mismos y la valoración tanto de la calidad de los ítems como de la fiabilidad global del cuestionario.
2. Evaluar el grado de coherencia epistemológica, entendida ésta como la relación interna entre las visiones que tiene el futuro docente sobre la ciencia, aprendizaje y enseñanza de las ciencias.
3. Evaluar el progreso experimentado por los futuros docentes, tanto en sus visiones sobre ciencia, aprendizaje y enseñanza, como en su coherencia epistemológica, tras una experiencia docente de formación en un curso reglado del CAP.
4. Analizar las relaciones de dependencia existentes de las visiones sobre enseñanza (VdE) con las visiones sobre la ciencia (VdC) y con el aprendizaje (VdA).

MARCO TEÓRICO Y ALGUNOS PRESUPUESTOS PREVIOS

Este trabajo se encuadra en la línea del pensamiento del profesor, que pretende una mejor comprensión de los procesos de enseñanza-aprendizaje, de los procesos de reforma y de desarrollo curricular. Todos estos trabajos consideran al profesor como un elemento clave al concebirlo como un profesional reflexivo, que toma decisiones racionales.

Algunos de los aspectos de esta línea de investigación que destacamos por la importancia para este estudio son las relaciones no evidentes entre las creencias sobre la ciencia, su enseñanza y aprendizaje (Porlán y Martín del Pozo, 2006), la escasez de concepciones caracterizadas como más avanzadas sobre estos tres aspectos y la falta de concreción sobre cuáles han de ser los mecanismos específicos de cambio que llevarían a esas posiciones más avanzadas (Pérez Echeverría, Mateos, Scheuer y Martín, 2006).

En este estudio, entendemos que:

a) Coherencia epistemológica es la manifestación de una determinada visión, opinión, interpretación o valoración entre diferentes contextos, a saber, ciencia, aprendizaje y enseñanza. Se dirá que existe coherencia epistemológica parcial cuando se mantiene cierto grado de coherencia intracontextual (en el mismo o en semejantes contextos) pero no entre contextos diferentes.

Por ejemplo, sería deseable saber si un alumno que es constructivista ante la ciencia, lo es también ante el aprendizaje de las mismas o incluso ante su enseñanza. Lo mismo se podría decir respecto a su postura empirista o racionalista. ¿Conserva esta postura al cambiar de contexto, a saber, ciencia, aprendizaje y enseñanza o por el contrario, tiene distintas visiones epistemológicas ante el cambio del mismo? A priori, es posible que los aprendices tengan una visión muy simple sobre algún aspecto del conocimiento y otra visión más compleja y sofisticada sobre otros aspectos. Por ejemplo, se podría tener una concepción dicotómica y certera sobre el conocimiento (hay una realidad y ésta se conoce o no se conoce –o se soluciona un problema o no se soluciona–), aunque se conciba que la manera de llegar a aprender esta realidad es muy compleja y requiere poner en marcha muchos procesos cognitivos y poseer gran cantidad de conocimientos.

El problema de la coherencia epistemológica está muy relacionado con el estatus cognitivo de estas creencias, si constituyen una verdadera teoría o están compuestas por creencias independientes, así como con su posible desarrollo o evolución.

b) Visiones de ciencia, visiones de aprendizaje y visiones de enseñanza son las concepciones y creencias individuales derivadas de la experiencia, del conocimiento previo, o de la fantasía. Aunque teóricamente se pueda distinguir las creencias de los conocimientos por su diferente carga afectiva y por la diferente necesidad de fundamentación de uno y otro concepto (Thompson, 1992), la dificultad de encajar adecuadamente el término en cada uno de los aspectos involucrados en la investigación, y la naturaleza epistemológica tan compleja del constructo que analizamos, nos ha llevado a englobarlo bajo el término de *visión*.

c) Una estrategia de formación de profesores de orientación socioconstructivista es la más adecuada para hacer evolucionar las visiones del futuro profesor (Abd-El-Khalick y Akerson, 2004), así como para conseguir una mayor coherencia epistemológica entre las visiones sobre ciencia, sobre aprendizaje de las ciencias y sobre la enseñanza de las ciencias. Este presupuesto está fundamentado en las últimas investigaciones sobre el profesor como profesional reflexivo o sobre la intuición en la práctica docente, en las que la reflexión metacognitiva adquiere una importancia primordial como mecanismo que permite avanzar en el continuo implícito-explicito.

METODOLOGÍA

Se trata de un diseño cuasi-experimental de tipo pretest-postest de un único grupo de futuros profesores de ciencias de secundaria (N = 60). La intervención fue realizada en el 2005, en el contexto natural de las 30 horas de clase del Curso de Adaptación Pedagógica, aunque en el 2003 ya había sido desarrollada como experiencia piloto. De modo abreviado, comprende los siguientes pasos:

- Se inicia la experiencia haciendo interactuar individualmente al alumnado con el Cuestionario de Opciones Múltiples para evaluar Visiones sobre la Enseñanza (COMVdE) (Anexo 1).
- Se continúa con una actividad de interacción en grupos pequeños donde se consensúa un informe sobre las cues-

iones más problemáticas y peculiares encontradas en los ítems de COMVdE. Por otro lado, el profesor muestra las características de la enseñanza tradicional, la más usual en nuestras aulas, y cuáles son las creencias docentes espontáneas más usuales en los futuros profesores de ciencias. Todo este bloque está orientado por un objetivo: que el alumno tome conciencia de sus capacidades y limitaciones de sus intuiciones didácticas.

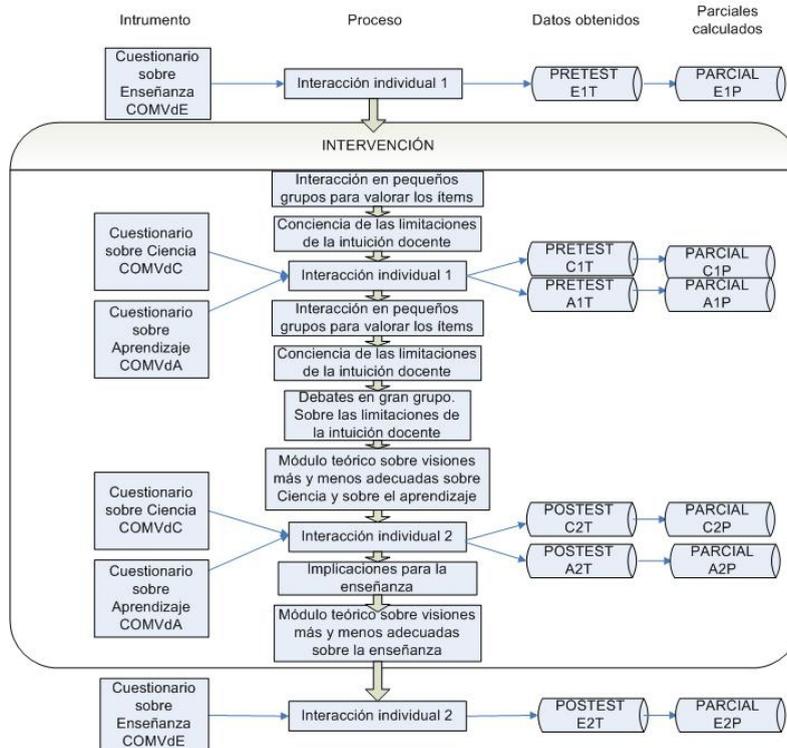
- Se inician dos nuevos módulos, primero uno sobre VdC y después otro sobre VdA, dirigidos a llevar sus intuiciones iniciales a posiciones más coherentes con el constructivismo orgánico (Marín, 2005). En ambos módulos se usa una secuencia similar a la usada con VdE (interacción individual con los cuestionarios COMVdC y COMVdA –pretest–, interacción grupal y elaboración de informes consensuados, explicación del profesor de las visiones más y menos adecuadas tanto para VdC como para VdA, aplicación a varios problemas didácticos vinculados a las clases de ciencias; nueva aplicación de los cuestionarios VdC y VdA –postest–).

- Una vez desarrollados los dos módulos VdC y VdA, se deducen las implicaciones que tienen para la enseñanza de las ciencias las visiones más adecuadas sobre VdC y VdA mediante explicación de presentaciones y debates (módulo teórico sobre VdE).

- Se vuelve a retomar el cuestionario COMVdE para pasarlo como postest.

En la ilustración 1, se presenta este proceso de modo gráfico.

Figura 1
Esquema de los instrumentos utilizados, procesos y datos obtenidos.



INSTRUMENTOS

Los tres instrumentos usados en la investigación, a saber, COMVdC, COMVdA y COMVdE, han sido construidos bajo los mismos presupuestos y mecanismos, por lo que para una mejor comprensión de los mismos remitimos al lector a Marín y Benarroch (2009) donde se precisa el proceso de construcción de COMVdC.

Aquí nos limitamos a presentar los aspectos específicos que afectan al *Cuestionario de Opciones Múltiples para*

evaluar Visiones sobre Enseñanza (COMVdE). Muy brevemente, se siguieron los siguientes pasos:

1. Construcción de una sistemática de contextos sobre visiones consensuadas sobre enseñanza. Entendemos sistemática de contextos a la relación de contenidos o aspectos que, por su relevancia y/o consenso, deben ser enseñados a los futuros profesores, y, en consecuencia, también evaluados mediante el cuestionario. La tabla 1 muestra la sistemática de contextos para el cuestionario sobre enseñanza.

Tabla 1
Sistemática de contextos para el cuestionario sobre VdE.

IND.	CATEGORÍA	VISIÓN +	VISIÓN -	CÓDIGOS	N.º
1	CREENCIAS SOBRE CUESTIONES LIGADAS A LA ENSEÑANZA DE CIENCIAS				8
1a	Qué enseñar	Prioridad aprendiz	Prioridad disciplinar	1111 (2c), 1112 (3-) 1113 (2-)	3
1b	Objetivo a lograr	Enriquecimiento cognitivo	Llegar a metas según lógica disciplinar	1118 (1c)	1
1c	Modos de lograrlos	Atendiendo al aprendiz	Atendiendo a la transmisión	1115 (1c), 1116 (1-) 1117 (1c), 1119 (1c)	4
2	ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y CONOCIMIENTO DE CIENCIAS				9
2a	Coherencia de la enseñanza de las ciencias con la actividad de la ciencia erudita	La coherencia no implica comprensión	La coherencia implica mejor comprensión	1131 (2c), 1138 (3-)	2
2b	Influencia de la visión de ciencia del profesor sobre su enseñanza	Es sólo un factor más entre muchos	Existe una dependencia significativa	1132 (3-), 1133 (3c)	2
2c	Previsión ante actividades acordes con la científica	Efectos limitados	Panacea	1134 (2-), 1135 (1c)	2
2d	La enseñanza usual induce creencias sobre qué es y cómo se construye la ciencia	Vínculos causales con cierta definición	Vínculos imprecisos	1136 (2c), 1137 (2c), 1139 (1c).	3
3	CONDICIONES DE ENSEÑANZA MÁS FAVORABLES PARA EL APRENDIZAJE				12
3a	Relación entre enseñar y aprender	Visión compleja	Visión simple (directa e interpretativa)	1121 (2c), 1122 (2c) 1124 (1c), 1129 (1c)	4
3b	Grado de asimilación de lo enseñado	Asimilación parcial Diversidad de grados	Se admite posibilidad de asimilación total	1125 (0c), 1126 (3-) 1127 (1c)	3
3c	Mejores condiciones de enseñanza	Considera ideas previas e interés del aprendiz	Confundir enseñar bien con aprender bien	1123 (2-), 1128 (3c)	2
3d	Relación entre significantes y significados	Vínculos indirectos, pues la asignación de significados es interior	Se admite apropiación externa de significados	8321 (2c), 8322 (2c) 8323 (3c)	3
4	INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN ENTRE PROFESOR Y ALUMNO				6
4a	Uso del conocimiento previo del alumno por parte del profesor	Se tiene en cuenta	No se tiene en cuenta	8312 (1c), 8332 (2c) 8333 (3c)	3
4b	Expectativas del profesor sobre el aprendizaje del alumno	Un buen método no garantiza el aprendizaje	Se espera mejores resultados que los reales	8311 (1c), 8313 (3c) 8331 (2c)	3

Para cada categoría o contexto (columna 2), se muestra la visión más adecuada (columna 3) y menos adecuada (columna 4), los códigos de los ítems en la base de datos (columna 5) y el número de ítems que, para cada contexto, se incluye en el cuestionario (columna final). Nótese que estas cifras de la última columna suman el total de 35 ítems que conforman el cuestionario final.

2. Construcción de los ítems de tres opciones atendiendo a una misma estructura:

- La opción a) es la más cercana a la visión más adecuada
- Las opciones b) y c) son cercanas a las visiones menos adecuadas.

Esta estructura, que llamamos C, es mantenida en 27 ítems (indicados con una «c» en los códigos de la tabla 1). Para los 8 ítems restantes no se ha podido, o quizás no se ha sabido, aplicar.

3. Valoración de los ítems por grupos de expertos. Al administrar el cuestionario a los alumnos como pretest se les solicitaba, además de sus respuestas correctas, otro tipo de respuestas relacionadas con la valoración de los mismos, y, en el postest, asimismo, una valoración afectiva o sentimental al conocer la respuesta del experto. Estas demandas permitieron calcular 22 índices que, agrupados por factores, fueron valorados por cinco grupos de expertos (ver Marín y Benarroch, 2009, para una comprensión más amplia del significado de estos índices y de los factores en que se agruparon). La tabla 2 muestra, para cada ítem del cuestionario, la calificación que los cinco grupos de jueces (columnas 4-8) adjudicaron a cada ítem y la media aritmética de las mismas (columna 9), que, agrupadas en intervalos, se traducen en un nivel de calidad (columna 10). Así, en el cuestionario COMVdE, resultan 13 ítems de nivel 1 (mayor calidad), 13 ítems del nivel 2 y 9 ítems del nivel 3 (menor calidad).

Es necesario resaltar que la estructura de los ítems de este cuestionario COMVdE es ligeramente distinta a las utilizadas en los dos anteriores (COMVdC y COMVdA). En estos últimos, hay dos tipos de estructuras bien delimitadas: una tipo C3, en la que se evalúa aspectos constructivistas frente a racionalistas y empiristas, y otra tipo O, que evalúa aspectos organicistas. Si bien las C3 son similares a las estructuras C que se han usado en este cuestionario, en las estructuras C no se ha podido respetar la asociación de cada distractor con una determinada tendencia epistemológica (racionalista o empirista) como se hizo en los ítems C3. Por otro lado, en COMVdE no hay estructuras tipo O ya que, en el plano de la enseñanza, frente a la visión más tradicional, eminentemente disciplinar y centrada en la transmisión-recepción, se encuentra genéricamente la «visión constructivista» y su diferenciación con el organicismo sólo se lleva a cabo en los planos de la construcción del conocimiento de ciencias y del conocimiento y aprendizaje del alumno (Marín, 2005). En definitiva, en COMVdE sólo hay ítems con estructuras C y los que carecen de estructura identificable, que han sido catalogados como X en la tercera columna de la tabla 2.

Un concepto relevante para comprender ciertos cálculos específicos será el de «parcial». Llamaremos «parcial de ítems» al grupo de ítems de mayor calidad

de cada test y «parcial» a las calificaciones para este subgrupo de ítems. Por ejemplo, para COMVdE, si se cuentan los ítems de nivel de calidad 1 y 2 (columna 10) que tienen estructura C (columna 3), se obtienen 21 ítems, que son los que forman el parcial 1. Uniendo este dato a los de los restantes cuestionarios, se identifican dentro del parcial 1:

- Para COMVdC (40 ítems): 12 ítems tipo C3 de calidad 1 y 2.
- Para COMVdA (40 ítems): 15 ítems tipo C3 con calidad 1 y 2.
- Para COMVdE (35 ítems): 21 ítems tipo C con calidad 1 y 2.

Las calificaciones totales y parciales han sido obtenidas a partir de la conocida fórmula de corrección de los cuestionarios de opciones múltiples, que es:

$$Nota = Aciertos - \frac{Errores}{n.^{\circ} distractores} = Aciertos - \frac{Errores}{2}$$

RESULTADOS

La tabla 3 muestra las calificaciones totales y parciales obtenidas por los 60 alumnos en los tres cuestionarios, aplicados como pretest y postest.

Los resultados se van a presentar en cuatro grupos:

- En el primero se hará una valoración sobre la bondad y fiabilidad de COMVdE
- El segundo girará sobre lo que se ha denominado coherencia epistemológica, esto es, la relación interna entre las visiones que tiene el futuro docente sobre enseñanza, aprendizaje y visión de las ciencias.
- El tercer grupo versa sobre una evaluación de la propia experiencia docente en términos de los progresos adquiridos tanto en sus visiones sobre ciencia, aprendizaje y enseñanza, como en su coherencia epistemológica, tras la experiencia docente.
- Por último, se analizarán las relaciones de dependencia existentes de las visiones sobre enseñanza (VdE) con las visiones sobre la ciencia (VdC) y con el aprendizaje (VdA).

a) Evaluación de la bondad y fiabilidad de COMVdE

Según la valoración cualitativa realizada por cinco grupos de expertos, el cuestionario que aquí se presenta, para medir las visiones sobre enseñanza, contiene 21 ítems de calidad buena y 14 ítems de calidad inferior. Este hecho tiene relación con la fiabilidad del cuestionario final. Si ésta se calcula con el índice alfa de Cronbach para todo el cuestionario, se obtiene un resultado bajo de 0,603. Pero si se eliminan los ítems de calidad inferior, el alfa de Cronbach aumenta a 0,854, lo que confirma que las notas obtenidas en los parciales de estos ítems son las más significativas para las conclusiones que se alcancen con este estudio.

Tabla 2
 Valoración de ítems sobre VdE.

ORDEN EN PRUEBA	CÓDIGO ÍTEM	TIPO	GRUPO N.º 1	GRUPO N.º 2	GRUPO N.º 3	GRUPO N.º 4	GRUPO N.º 5	MEDIA ARITMÉTICA	NIVEL DE CALIDAD
n.º 01	1111	C	4	3	4	4	4	3,8	2
n.º 02	1112	X	1	1	2	2	1	1,4	3
n.º 03	1113	X	3	3	3	3	3	3	2
n.º 04	1115	C	5	5	4	4	5	4,6	1
n.º 05	1116	X	5	5	6	5	6	5,4	1
n.º 06	1117	C	5	6	5	5	5	5,2	1
n.º 07	1118	C	5	4	5	6	5	5	1
n.º 08	1119	C	6	4	4	5	5	4,8	1
n.º 09	1121	C	5	3	4	5	4	4,2	2
n.º 10	1122	C	5	5	4	5	4	4,6	1
n.º 11	1123	X	4	3	4	4	4	3,8	2
n.º 12	1124	C	5	5	5	5	5	5	1
n.º 13	1125	X	2	1	2	3	3	2,2	3
n.º 14	1126	X	4	3	3	4	3	3,4	2
n.º 15	1127	C	4	6	5	4	5	4,8	1
n.º 16	1128	C	1	1	2	1	1	1,2	3
n.º 17	1129	C	5	6	6	6	6	5,8	1
n.º 18	1131	C	3	4	4	3	4	3,6	2
n.º 19	1132	X	3	2	2	3	2	2,4	3
n.º 20	1133	C	2	3	2	3	2	2,4	3
n.º 21	1134	X	4	5	4	5	4	4,4	2
n.º 22	1135	C	5	6	6	5	6	5,6	1
n.º 23	1136	C	5	5	4	4	4	4,4	2
n.º 24	1137	C	3	4	3	4	4	3,6	2
n.º 25	1138	X	2	2	2	3	2	2,2	3
n.º 26	1139	C	5	5	5	5	4	4,8	1
n.º 27	8311	C	6	4	4	5	5	4,8	1
n.º 28	8312	C	5	6	5	5	5	5,2	1
n.º 29	8313	C	2	2	2	3	2	2,2	3
n.º 30	8321	C	4	4	3	5	4	4	2
n.º 31	8322	C	5	4	3	4	4	4	2
n.º 32	8323	C	3	2	2	3	2	2,4	3
n.º 33	8331	C	4	3	4	4	4	3,8	2
n.º 34	8332	C	4	5	4	4	4	4,2	2
n.º 35	8333	C	3	2	2	3	2	2,4	3

Se muestra la calificación que los cinco grupos de jueces (columnas 4-8) para cada ítem y la media aritmética de las mismas (columna 9), que, agrupadas en intervalos, se traducen en un nivel de calidad (columna 10).

Otro aspecto del cuestionario relevante es su validez de contenido. Ésta se refiere al grado en que sus ítems representan todo el dominio de contenido de la variable a medir. En el caso de COMVdE, así como de los otros dos cuestionarios usados en esta experiencia, al haber partido de la sistemática de contextos y al haber creado ítems específicos para cada uno de estos contextos, la validez de contenido está garantizada en la medida en que lo estén los contenidos de partida. Ahora bien, si se eliminan los ítems de calidad inferior, esta validez disminuye. Por ejemplo, si se eliminan los ítems de baja calidad 1132 (n.º 19 del cuestionario) y 1133 (n.º 20 del cuestionario), no queda ninguno para valorar el contexto 2b establecido en la tabla 1. Este hecho nos lleva a valorar más que el cuestionario en sí, la mecánica de autocorrección gradual al que se puede someter, de modo que, identificados los ítems de menos calidad, éstos puedan alterarse y, en consecuencia, ir convergiendo hacia un cuestionario cada vez más válido y fiable.

b) Evaluación de la coherencia epistemológica de los futuros docentes de ciencias

Para estudiar este aspecto, se pueden calcular las correlaciones entre las calificaciones de los tres cuestionarios en el pretest entre sí (columnas C1T, A1T y E1T de la tabla 3) y eso mismo se puede hacer en los postest (columnas C2T, A2T y E2T de la misma tabla 3). El dato más sobresaliente es que la coherencia individual es bastante pequeña. Si se calculan las correlaciones entre los parciales de ítems mejor contruidos, esto es, entre C1P, A1P y E1P, así como entre C2P, A2P y E2P, por las razones expuestas más arriba, el análisis es más riguroso. En este caso, se obtienen los resultados de la tabla 4.

Atendiendo a parciales de ítems en los pretest (columna de la izquierda de la tabla 4), las correlaciones muestran que sólo son significativas las existentes entre enseñanza y aprendizaje. Éstas se mantienen en los parciales de ítems de los postest (columna derecha de la tabla 4) aunque en este caso surge además una correlación débilmente significativa entre enseñanza y ciencia.

Es muy probable que la baja y mediana coherencia epistemológica, simplemente sea la interpretación más adecuada de la realidad cognitiva del futuro profesor de ciencias. Los avances en el conocimiento que veremos en el apartado siguiente, aun a pesar de ser significativos, muestran que éstos son difíciles y que por supuesto no logran llevar al sujeto a una aceptable coherencia epistemológica, quizás porque posiblemente sea insuficiente conseguir esto con 30 horas de curso. Es posible que el camino sea el correcto pero que se requiera una mayor interacción y reflexión con el contenido.

c) Progresos adquiridos tanto en sus visiones sobre ciencia, aprendizaje y enseñanza, como en su coherencia epistemológica, tras la experiencia docente

Los progresos experimentados sobre VdC, VdA y VdE han sido notables y significativos. Para mostrar esto, hay que comparar la calificación obtenida por los futuros do-

centes en los tres cuestionarios, COMVdC, COMVdA y COMVdE, aplicados como pretest y postest. Estas calificaciones se encuentran en la tabla 3; y si se consideran únicamente los parciales de los mejores ítems, hay que fijarse en las columnas definidas por las variables E1P, E2P, C1P, C2P, A1P y A2P.

Para comparar E1P con E2P, C1P con C2P y A1P con A2P, se ha utilizado la prueba de Wilcoxon (Wilcoxon, 1945; Bruin, 2006) de los rangos con signo, para evitar toda suposición acerca de la normalidad de las distribuciones. Esta prueba tiene en cuenta la información del signo de las diferencias y de la magnitud de las diferencias entre cada par de valores. Estas diferencias se muestran en la tabla 5.

Los rangos negativos contienen los casos para los cuales el valor del pretest es mayor que el del postest. Se observa en la tabla 5 que esto sólo ocurre para 6 casos en COMVdE, 9 en COMVdC y 19 en COMVdA. Los rangos positivos contienen todos los casos para los que los valores del postest son superiores a los del pretest, lo que ocurre para 43 sujetos en COMVdE, 37 en COMVdC y 25 en COMVdA. Los empates contienen los casos que obtienen las mismas calificaciones en el pretest y en el postest, lo que sucede para 2 alumnos en COMVdE, 2 alumnos en COMVdC y 9 en COMVdA.

Si los resultados entre pretest y postest fueran similares, la suma de rangos positivos sería aproximadamente igual a la suma de los rangos negativos. La diferencia entre la suma de rangos positivos frente a los negativos muestra los valores superiores obtenidos en los postest frente a los pretest. Si se comparan estas diferencias para las tres variables estudiadas, VdE, VdC y VdA, se constata que el aprendizaje ha sido mayor en VdE, seguido del aprendizaje en VdC, y que el de VdA ocupa el último lugar. Dado que el tiempo dedicado a la enseñanza de cada uno de los contenidos fue el mismo, se puede concluir que la dificultad asociada al aprendizaje de estos contenidos es desigual; concretamente, aprender sobre «aprendizaje de las ciencias» parece suponer un esfuerzo mayor que hacerlo sobre la misma «naturalidad de la ciencia» y esto, a su vez, mayor que aprender sobre la «enseñanza de las ciencias».

Z es el estadístico estandarizado de contraste que usa esta prueba para mostrar las diferencias entre cada par de valores. Tiene en cuenta la suma de los rangos para el signo menos frecuente obtenido (rangos negativos). En la tabla 6 se muestran sus pequeños valores de significación ($< 0,05$) indicando que, en todos los cuestionarios, los postest arrojan valores significativamente superiores a los pretest.

Asimismo, los gráficos de dispersión de las calificaciones de los postest enfrentados a los pretest, que se muestran en la tabla 7, ponen de manifiesto que los progresos totales más importantes se experimentan en VdE con incrementos que en promedio rondan los 20 puntos. En VdC se incrementan sobre los 14 puntos y 11 puntos para VdA. Aunque no se muestran en este trabajo, para los parciales, como se consideran sólo los ítems de mayor calidad, se obtienen incrementos aun mayores.

Tabla 3
Calificaciones totales y parciales de los alumnos.

La nomenclatura usada para dar nombre a las variables ha sido la siguiente:														
Primer carácter: C, A y E se refieren respectivamente a los cuestionarios COMVdC, COMVdA y COMVdE						Segundo carácter: «1» para datos del pretest «2» para datos del postest						Tercer carácter: T si se refiere a la nota de todos los ítems, P si se refiere al parcial.		
NIK	E1T	E1P	E2T	E2P	C1T	C1P	C2T	C2P	A1T	A1P	A2T	A2P		
02	05	-8	23	42	12	12	27	26	45	67	63	76		
03	09	08	33	31	24	17	47	30	17	-19	22	-24		
04	00	05	06	00	10	12	30	17	03	-7	07	-24		
05	10	12	70	93	29	09	40	38	25	26	45	26		
06	13	-1	23	36	10	05	39	26	14	-24	29	-12		
07	12	08	53	65	13	00	28	38	13	12	18	09		
08	12	24	36	51	XX	XX	40	51	59	38	59	38		
09	19	15	23	29	07	00	33	51	-7	12	-7	12		
10	23	29	38	51	28	17	43	38	22	21	33	30		
11	00	-3	28	29	14	-7	38	34	04	-36	18	-36		
13	32	31	49	51	22	42	25	38	22	26	29	26		
14	18	24	40	42	17	-3	08	05	25	-44	22	-49		
15	12	20	40	29	30	09	34	12	17	-36	63	51		
16	29	36	XX	XX	27	05	38	34	30	30	37	00		
17	28	39	40	42	13	05	29	30	08	-15	10	-15		
18	15	08	10	15	XX	XX	40	26	44	12	40	-12		
19	08	17	50	74	12	09	19	17	53	38	47	26		
20	00	-6	36	36	22	21	29	34	04	-12	02	-19		
21	22	17	28	15	13	-12	35	38	09	-28	07	-24		
22	23	36	23	29	19	-19	52	63	13	-19	22	-24		
23	26	46	36	42	23	00	30	00	35	30	38	26		
24	05	03	53	72	05	-3	33	38	18	30	48	38		
25	-13	-18	45	58	27	00	37	51	05	-15	15	-12		
26	03	12	45	65	24	42	42	34	34	00	59	26		
27	03	15	19	15	25	-28	19	05	14	-19	07	-12		
28	42	62	58	79	24	26	35	34	44	55	48	38		
30	05	-8	36	51	34	09	29	38	12	-12	07	-12		
31	-1	00	40	29	34	46	22	76	05	-7	14	00		
32	32	36	45	51	32	42	55	51	22	12	18	00		
33	32	42	49	60	45	30	42	51	39	26	74	63		
34	02	05	32	58	20	05	43	30	13	-19	22	00		
35	25	31	49	72	29	21	44	42	10	-36	14	-24		
36	32	39	40	42	23	30	50	51	47	26	45	-7		
37	16	24	16	21	35	42	35	30	22	09	32	05		
39	-10	-21	28	42	17	34	40	30	22	00	50	17		
40	52	48	49	51	43	26	XX	XX	18	34	44	12		
41	29	39	XX	XX	19	-7	38	38	48	26	52	38		
42	25	17	62	72	32	38	59	51	38	05	37	00		
43	06	-6	36	36	37	38	34	30	-11	09	37	26		
44	35	46	58	79	37	38	XX	XX	30	42	52	63		
45	16	21	30	24	18	12	35	09	18	26	25	26		
47	28	29	28	36	30	26	40	38	67	38	82	76		
48	10	-1	32	36	30	12	27	12	00	-15	09	-36		
50	36	36	49	42	30	59	49	42	20	-12	22	-24		
51	06	-6	-6	-27	19	17	20	12	19	-7	34	-7		
52	23	31	40	65	25	12	43	42	27	05	45	26		
53	20	21	58	65	12	-7	23	26	05	-32	14	-12		
55	02	00	23	29	02	17	29	34	04	-15	14	-24		
56	18	31	58	79	24	26	44	38	33	12	57	51		
57	-10	-25	-4	-18	05	05	XX	XX	-6	-24	13	-7		
58	10	17	40	58	37	34	24	46	14	-40	30	-12		
59	10	08	10	08	29	51	50	42	10	-19	40	12		
60	22	17	45	58	08	-24	40	63	57	26	63	51		
NIK	E1T	E1P	E2T	E2P	C1T	C1P	C2T	C2P	A1T	A1P	A2T	A2P		

Tabla 4
Estudio de coherencia epistemológica.

CORRELACIONES ENTRE PRETEST				CORRELACIONES ENTRE POSTEST			
	E11	C11	A11		E21	C21	A21
E11	1	,120	,380(**)	E21	1	,296(*)	,370(**)
C11	,120	1	,163	C21	,296(*)	1	,115
A11	,380(**)	,163	1	A21	,370(**)	,115	1

**Correlación significativa al nivel 0,05 (bilateral).

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).
** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 5
Progresión en el aprendizaje. Prueba de los rangos con signo de Wilconxon.

		N	RANGO PROMEDIO	SUMA DE RANGOS
Postest-pretest COMVdE	Rangos negativos	3(a)	4,83	14,50
	Rangos positivos	44(b)	25,31	1.113,50
	Empates	4(c)		
	Total	51		
Postest-pretest COMVdC	Rangos negativos	8(d)	9,56	76,50
	Rangos positivos	39(e)	26,96	1.051,50
	Empates	1(f)		
	Total	48		
Postest-pretest COMVdA	Rangos negativos	10(g)	9,95	99,50
	Rangos positivos	41(h)	29,91	1.226,50
	Empates	2(i)		
	Total	53		

Tabla 6
Estadísticos de contraste postest-pretest. Prueba de los rangos con signo de Wilconxon.

	POSTEST- PRETEST COMVdE	POSTEST- PRETEST COMVdC	POSTEST- PRETEST COMVdA
Z	-5,816(a)	-5,161(a)	-5,285(a)
Sig. asintót. (bilateral)	0,000	0,000	0,000

a Basado en los rangos negativos.

Tabla 7
Nubes de distribución del progreso individual.
Calificaciones de los postest (eje horizontal) frente a los pretest (eje vertical).

VISIONES SOBRE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

	-9-1	0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-80
-9		57		01		39		25	
-1							31		
0			04	27	55	11	34	20	26
9	51			02	03	43	30	24	19
10			59	06	48	08	58	15	07
19			18	37	09	45	14		56
20				22	21	10	52	60	53
29				47	23	17	35		42
30						36	33	32	
39						50	13		44
40									28
49									
50						40			
59									
60									
70									

VISIONES SOBRE NATURALEZA DE LA CIENCIA

	-9-1	0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-80
-9									
-1									
0					55				
9					24	09	60		
10				19	53	17	07	04	21
19			14		51		45	41	39
20					20	13	23	28	56
29				27			25	16	52
30					31	48	30	15	47
39					58	43	37		50
40									42
49								33	
50									
59									
60									
70									

VISIONES SOBRE APRENDIZAJE DEL ALUMNO

	-9-1	0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-80
-9	09			57			43		
-1									
0		20	48	04	55	11			
9			21	53	31	17	25		
10			30	27	35	07	34	22	06
19					03	45	51	40	24
20				32	50	13	37	10	
29				14				52	05
30						16		44	56
39						42	23		
40						18	28		
49						36	41	02	
50						19			
59							08	60	
60									
70									47

Este progreso notable y significativo se ha visto empañado, como se ha mostrado en el apartado anterior, con el progreso sobre la coherencia epistemológica de los sujetos, el cual ha sido bajo o medio. Es plausible concluir que las estrategias didácticas aplicadas en 30 horas de docencia han sido efectivas pero insuficientes. Es muy probable que para lograr alta coherencia epistemológica se requiera más tiempo de aprendizaje, más aún cuando se ha apreciado que el punto de partida sobre el grado de coherencia en las tres visiones medidas es bajo. Desafortunadamente, no se ha podido comprobar que al aplicar la experiencia docente, junto con las estrategias de enseñanza socioconstructivistas, durante un tiempo más prolongado, se alcanza la coherencia epistemológica deseable.

d) Análisis de las relaciones de dependencia existentes de las visiones sobre enseñanza (VdE) con las visiones sobre la ciencia (VdC) y con el aprendizaje (VdA).

Para investigar la relación estadística que existe entre la variable dependiente VdE y las dos variables independientes VdC y VdA, se ha realizado un análisis de regresión, en el que el coeficiente cuadrático de regresión R^2 indica la proporción de VdE que puede ser explicado por las variables independientes. Si se realizan los cálculos del análisis de regresión utilizando las calificaciones parciales, por ser las más significativas, se obtiene un valor de R^2 muy bajo ($R^2 = 0,148$) para el pretest y sólo algo mayor ($R^2 = 0,187$) para el postest. Según esto, el porcentaje de variación de la variable VdE que se puede explicar con la combinación lineal de VdA y VdC es del 14,8% en el pretest y del 18,7% en el postest.

Si se indaga en la influencia relativa de ambas variables independientes, se constata que ésta es mayor para VdA que para VdC. De hecho, el coeficiente cuadrático de regresión R^2 en el primer caso es de 14,4% en el pretest y de 13,5% en el postest. En el segundo, esto es, considerando únicamente VdC como variable independiente, se obtienen los valores de 1,4% en el pretest y de 7,2% en el postest.

Esto es, las relaciones de dependencia existentes de las visiones sobre enseñanza (VdE) con las visiones sobre la ciencia (VdC) y con el aprendizaje (VdA) son bastante pequeñas antes de la intervención y, aunque aumentan ligeramente, continúan siendo también pequeñas después de la misma; no se puede concluir, por tanto, que los mejores resultados en las concepciones sobre enseñanza estén supeditados a mejores resultados epistemológicos sobre el aprendizaje de las ciencias y, menos aún, sobre la visión de ciencias.

CONCLUSIONES

El cuestionario que se presenta en el anexo 1 permite indagar en una hora de tiempo las visiones sobre enseñanza (VdC) que tienen los futuros profesores de ciencias. Cada ítem está diseñado para evaluar las visiones más o menos avanzadas de los contenidos que se muestran en la tabla 1. Para obtener resultados fiables del mismo, tal cual se presenta, es conveniente tener en cuenta que los ítems n.ºs 2, 13, 16, 19, 20, 25, 29, 32 y 35 han sido calificados por los jueces como de peor calidad. Conviene por tanto extraer parciales de notas a partir de los ítems restantes.

Tras la experiencia docente realizada durante 30 horas con un grupo de profesores de secundaria, en la que tanto este cuestionario como otros dos publicados con anterioridad (Marín y Benarroch, 2009; 2010), diseñados para evaluar la visión sobre ciencia (VdC) y las visiones sobre aprendizaje de las ciencias (VdA), se pasaron como pretest y postest, se ha revelado que:

- La coherencia epistemológica, esto es, la relación interna entre VdA, VdE y VdC, es pequeña y, aunque mejora después de la experiencia, sigue siendo baja.
- Los progresos experimentados sobre VdC, VdA y VdE han sido notables y significativos pero no suficientes para alcanzar la coherencia epistemológica deseada.
- Las relaciones de dependencia existentes de las visiones sobre enseñanza (VdE) con las visiones sobre la ciencia (VdC) y con el aprendizaje (VdA) son bastante pequeñas antes de la intervención y, aunque aumentan ligeramente, continúan siendo también pequeñas después de la misma.
- Tanto en los estudios sobre coherencia como en los análisis de regresión, se pone de manifiesto que VdE está más relacionada con VdA que con VdC.

Estos resultados apuntan a que, al menos en los cortos períodos de tiempo que caracterizan la formación de los futuros profesores de ciencias, es posible conseguir mejoras en sus concepciones y creencias, pero éstas quedan lejos de integrarse en un marco epistemológico único que le dé verdadero sentido a su actuación. Concretamente, en estas condiciones, la inclusión de contenidos sobre la naturaleza de la ciencia y sobre el conocimiento y aprendizaje del alumno no se traducen en un cambio significativo de sus visiones sobre cómo hay que enseñar las ciencias. En los momentos actuales, donde se están diseñando las nuevas estructuras de máster de formación del profesorado de secundaria sería deseable pero también ingenuo pensar que datos como éstos fueran tenidos en cuenta para evitar la degradación de estos estudios hacia los ineficaces CAP.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABD-EL-KHALICK, F. y AKERSON, L.V. (2004). Learning as Conceptual Change. Factors Mediating the Development of Preservice Elementary Teachers' Views of Nature of Science. *Science Education*, 88(5). pp. 785-810.
- BRUIN, J. (2006). Newtest: command to compute new test. UCLA: Academic Technology Services, Statistical Consulting Group. <<http://www.ats.ucla.edu/stat/stata/ado/analysis/>>.
- MARÍN, N. (2005). *La enseñanza de las ciencias en Educación Infantil*. Granada: Grupo Editorial Universitario.
- MARÍN, N. y BENARROCH, A. (2009). Desarrollo, validación y evaluación de un cuestionario de opciones múltiples para identificar y caracterizar las visiones sobre la naturaleza de la ciencia de profesores en formación. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(1), pp. 89-108.
- MARÍN, N. y BENARROCH, A. (2010). Cuestionario de opciones múltiples para evaluar creencias sobre el aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(2), pp. 245-260.
- PEME-ARANEGA, C., DE LONGHI, A.L., BAQUERO, M. E., MELLADO, V. y RUIZ, C. (2005). Creencias explícitas e implícitas, sobre la ciencia y su enseñanza y aprendizaje, de una profesora de química de secundaria. *Perfiles educativos. Enseñanza de las Ciencias*, N.º extra, pp. 1-5.
- PÉREZ ECHEVERRÍA, M.P., MATEOS, M., SCHEUER, N. y MARTÍN, E. (2006). Enfoques en el estudio de las concepciones sobre el aprendizaje y la enseñanza, en Pozo, J.I., Scheuer, N., Pérez Echeverría, M.P., Mateos, M., Martín, E. y de la Cruz, M. *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje*, pp. 55-95. Barcelona: Graó.
- PORLÁN, R. y MARTÍN DEL POZO, R. (2006). ¿Cómo progresa el profesorado al investigar problemas prácticos relacionados con la enseñanza de la ciencia? *Alambique*, 48, pp. 92-100.
- THOMPSON, A. (1992). Teachers' beliefs and conceptions: a synthesis of the research, en Growds, D.A. (ed.). *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. Nueva York: MacMillan.
- WILCOXON, F. (1945). Individual Comparisons by Ranking Methods. *Biometrics*, 1, pp. 80-83.

[Artículo recibido en diciembre de 2008 y aceptado en octubre de 2009]

ANEXO

Cuestionario sobre VdE		Fecha	17-01-2005
Apellidos		Nombre	

1. El mejor curso de física para alumnos de primaria es el que elige los contenidos que aporten al alumno:
 - a) conocimiento científico de valor
 - b) mejor conocimiento de su entorno
 - c) educación en valores científicos
2. El profesor hace las experiencias del libro de texto que parecen asegurar una buena comprensión del contenido: ¿ocurrirá así?
 - a) sí, siempre que realice las experiencias correctamente
 - b) sí, si ya ha comprobado en otras clases su eficacia
 - c) no siempre, ya que comprender depende de muchos factores
3. En un curso de electricidad para que amas de casa resuelvan problemas caseros, será mejor:
 - a) resolver problemas prácticos sin más teoría
 - b) enseñar y practicar electricidad sin perder rigor disciplinar
 - c) usar modelos simples y aproximados y hacer prácticas
4. El profesor que se inicia sin formación didáctica puede mejorar sus clases si entiende que el significado que da el alumno a sus explicaciones:
 - a) lo toma más fácil cuando la lógica de la explicación es la correcta
 - b) lo construye con el conocimiento que él posee
 - c) lo extrae de los mensajes con los que va explicando
5. Principal razón por la que se suele dar más importancia a enseñar conceptos que habilidades:
 - a) un hábito que pasa de docente a docente
 - b) por razones de tiempo y material disponible
 - c) por adquirir más saberes en menos tiempo
6. El profesor estará más seguro de que el alumno ha comprendido su explicación si:
 - a) escucha del alumno sus propias palabras
 - b) el alumno responde correctamente en el examen
 - c) reconoce lo dicho en palabras del alumno
7. Lo más probable es que el docente sin formación didáctica comience a mejorar su enseñanza cuando:
 - a) cambie sus creencias sobre cómo aprende el alumno
 - b) domine más el conocimiento de ciencias que va a enseñar
 - c) vaya dejando su hábito de usar el libro de texto
8. El significado que da el alumno a una explicación es:
 - a) lo que entiende de la explicación
 - b) lo que percibe del profesor
 - c) su propia actitud ante el mensaje
9. En sus primeros días de clase el profesor que se inicia sin formación didáctica está especialmente preocupado por:
 - a) atender a las preguntas de los alumnos
 - b) no equivocarse cuando explica la lección
 - c) conocer las ideas de los alumnos sobre el tema
10. El significado que da el alumno a las primeras explicaciones que oye sobre el concepto de energía será:
 - a) lo va tomando de mensajes y gráficos del profesor
 - b) muy semejante al del profesor si éste sabe transmitirlo
 - c) el que asocie usando sus ideas sobre el término
11. Un profesor se esfuerza por evitar errores en sus explicaciones, en los ejercicios e intervenciones de los alumnos; ¿qué pueden ganar los alumnos con esta medida?
 - a) poco, les impide desarrollar significados más amplios
 - b) mucho, la mayoría de conceptos se aprenden mejor así
 - c) mucho, es el mejor modo de aprender con certeza
12. El profesor que se inicia sin formación didáctica da un paso para mejorar sus clases cuando entiende que:
 - a) debe mantener la lógica de la disciplina en su explicación
 - b) no basta con que el alumno esté atento a su correcta explicación
 - c) las explicaciones correctas son las que más ayudan a aprender
13. El profesor aplica un método para enseñar ciencias que le aseguran su eficacia para que los alumnos puedan usar lo aprendido en su entorno cotidiano: ¿ocurrirá así?
 - a) no existe garantía, pues aprender depende de muchos factores
 - b) sí, si es verdad que el método es eficaz en la práctica
 - c) sí, si sabe aplicar el método en clase correctamente
14. Ante una explicación del concepto de inercia, lo más probable es que el alumno:
 - a) parte la comprenda tal como se enseña y parte la interprete
 - b) aprenda tanto más cuanto mejor se enseñe
 - c) se forje cierta idea con lo que ha entendido
15. El profesor ha preparado bien la clase con ejemplos, experiencias y ejercicios, ¿logrará que los alumnos aprendan?
 - a) sí, aunque tenga que echar tiempo y esfuerzo
 - b) sí, si organizó bien todo, aprenderán más rápido
 - c) depende, puede que no aprendan nada
16. ¿Qué es lo más probable que esté sucediendo cuando los alumnos no entienden las explicaciones del profesor sobre el concepto de inercia?
 - a) si se dio la versión correcta, los alumnos tienen un nivel bajo
 - b) la explicación no se ajusta a la versión correcta
 - c) se está dando una versión del concepto difícil para ellos
17. A los procesos enseñar y aprender se les puede asociar respectivamente los verbos:
 - a) transmitir y construir

- b) comprender y construir
- c) explicar y escuchar

18. Para lograr que sus alumnos comprendan, el profesor complementa su explicación con experiencias y ejemplos que evidencian el principio de acción y reacción, ¿de qué se puede estar seguro?

- a) de una mayor comprensión, incluso completa
- b) pueden seguir sin entender nada
- c) comprenderán algo más

19. En general, ¿aprender es fácil?

- a) sí, si el alumno está atento y la explicación es correcta
- b) no, compartir significados entre profesor y alumno es difícil
- c) depende, existen contenidos que requieren mucha explicación

20. ¿Qué acciones del profesor favorecen más el aprendizaje del alumno?

- a) atender problemas de comprensión
- b) ilustrar explicación con ejemplos
- c) exponer de forma clara y correcta

21. ¿Enseñar bien conlleva aprender bien?

- a) sí, existe cierta dependencia
- b) bastante, si se enseña correcto
- c) no, son procesos diferentes

22. Por las respuestas que da en un examen, un alumno parece tener clara la idea de que la Tierra se mueve; sin embargo, no la admite entre amigos. ¿Qué es lo más probable que haya sucedido?

- a) la ha memorizado pero no le parece creíble
- b) la ha comprendido sólo en el contexto de clase
- c) la ha aprendido incorrectamente

23. Un alumno es rápido para solucionar ejercicios de regla de tres pero es torpe para resolver problemas cotidianos de regla de tres. Lo más probable es que:

- a) no haya comprendido la regla y no sepa aplicarla
- b) no haya automatizado todavía la aplicación de la regla
- c) crea que la regla sólo sirva para problemas académicos

24. Se enseña el concepto de inercia, ¿puede llegar el alumno a aprenderlo completamente?

- a) sí, si se enseña correctamente y con ejemplos
- b) no, sólo lo aprenderá en parte y según su conocimiento
- c) sí, pero supone un gran esfuerzo del alumno y del profesor

25. El profesor enseña correctamente el principio de conservación de la energía con gran variedad de ejemplos y actividades. Sobre el esfuerzo del alumno para aprender lo enseñado se puede decir que:

- a) casi todo o todo está aprendido
- b) depende totalmente de él
- c) la mitad (aprox.) depende de él

26. Ante cualquier concepto de física, ¿puede el alumno adquirir el mismo significado que tiene el profesor que lo enseña?

- a) sólo sería posible para algunos conceptos sencillos
- b) no, pues siempre se adquiere desde sus ideas previas
- c) es posible pero se requiere esfuerzo y tiempo

27. Un docente tiene una visión completa y bien desarrollada de cómo es y cómo se construye el conocimiento de ciencias. Si al enseñar ciencias es coherente con esta visión, entonces sus explicaciones serán:

- a) más coherentes
- b) mejor comprendidas
- c) mejor aprendidas

28. El profesor con una visión realista del conocimiento de ciencias enseñará «las plantas» pensando que lo que explica:

- a) son sólo ideas para comprender mejor las plantas
- b) puede que no se corresponda con lo que son las plantas
- c) se corresponde con lo que son las plantas

29. ¿A qué profesional le será más útil tener una visión realista del conocimiento?

- a) profesor e investigador
- b) cura y novelista
- c) abogado y policía

30. Alumnos que desconocen la refracción realizan experiencias con fenómenos de este tipo al visitar un museo de ciencias. Lo más probable es que:

- a) perciban la cara divertida y anecdótica de la ciencia
- b) construyan conceptos relacionados con la experiencia
- c) se forjen algún concepto tan sólido o más que el académico

31. En general, ¿puede un experimento enseñar por sí mismo?

- a) sí, si después se procura observar detenidamente los datos
- b) sí, si el profesor lo eligió como una evidencia de su explicación
- c) no, requiere de otras actividades antes y después

32. Si se enseñan los diferentes conceptos de física sin mostrar los problemas concretos de donde surgieron, suele inducir al alumno a pensar que la Física es un conocimiento:

- a) inventado e idealista
- b) útil y eficaz
- c) acabado y dogmático

33. Si se enseña los conceptos de ciencias mostrando los problemas de donde surgen, es muy probable que se vea este conocimiento:

- a) menos dogmático y acabado
- b) con un gran valor intrínseco
- c) más neutral, racional y coherente

34. El alumno verá la ciencia como un conocimiento menos neutral y más interesado de lo que se suele suponer si los contenidos teóricos se enseñan junto con:

- a) evidencias experimentales y datos
- b) ejercicios prácticos de clase
- c) los problemas que los originaron

35. Una secuencia de actividades de enseñanza coherente con el modo de construcción del conocimiento de ciencias será:

- a) problemas, posibles soluciones o hipótesis, experiencias
- b) experiencias, conclusiones, información del profesor
- c) información del profesor, experiencias, problemas

Relationships between beliefs in Science teaching, Science learning and knowledge of science

BENARROCH, ALICIA¹ y MARÍN, NICOLÁS²

¹Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada

²Departamento de Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales. Universidad de Almería

aliciabb@ugr.es

nicolas.marin@gmail.com

Summary

Within the teacher centred paradigm, one of the most fruitful research lines assumes that the teacher's beliefs act as mediators of their classroom performance.

This work follows that line in a teaching experimentation to study possible changes in the relationships between conceptions or beliefs held by future secondary school teachers concerning a) the «nature of science» (VdC), b) «Science learning» (VdA) and c) «Science teaching» (VdE).

This work is a quasi-experimental pre-post-test study of a discrete group of future secondary science teachers (N = 60). The educational intervention was conducted in 2005 in the natural context provided by the Pedagogical Adaptation Course (30 hours), although in 2003 it had already been developed as a pilot experience.

The working hypothesis is «an epistemological change in beliefs in nature of science (VdC) and Science learning (VdA) involves a change in the vision of Science teaching (VdE)».

The instruments used were three multiple choice questionnaires designed for the purpose. The questionnaire to measure beliefs in «Science teaching» first appears in this work, identified as Multiple Choice Questionnaire to assess Visions of Teaching (COMVdE), while those used to gauge beliefs on «nature of science» and «Science learning», COMVdC and COMVdA, have been published previously (Marín and Benarroch, 2009; 2010).

A table with pre-test and post-test data in the three variables, as well as the partial data obtained from the best items of the three questionnaires, is the matrix subjected to the SPSS statistical analysis from which the results were obtained.

Results were obtained on: a) the validity and reliability of the questionnaire COMVdE; b) the epistemological coherence of future teachers; c) students' progress after the experiment; and d) the degree of variation of VdE that is explained from VdA and VdC.

The questionnaire COMVDE is presented in Annex 1 and it takes one hour to administer and elicits the beliefs

in teaching (VdE) held by prospective science teachers. Each item was designed to assess the more or less advanced views about Science teaching. To obtain reliable results, it should be noted that items 2, 13, 16, 19, 20, 25, 29, 32 and 35 were rated by judges as of poor quality. It is therefore recommended to extract partial ratings from the remaining items. Cronbach's index for this partial sample of items is high, indicating the reliability of the results achieved.

Other results were:

- The epistemological coherence, i.e. the internal relationship between VdA, VdE and VdC, was low and remained low after the experiment, although it was somehow better. We assume that 30 hours of class are insufficient to achieve this epistemological consistency.
- Students' progress in VdC, VdA and VdE was remarkable and significant but not sufficient to achieve the desired epistemological coherence. Progress was greater in VdE, followed by VdC, while VdA ranked last. Since the time devoted to teaching each of the contents was the same, it may be concluded that the associated difficulties are uneven; specifically, learning about «Science learning» seems to entail a greater effort than learning about «nature of science», which in turn is more demanding than learning about «Science teaching».
- The dependency relationships between beliefs in «the teaching of Science» (VdE), «the nature of science» (VdC) and the «learning of Science» (VdA), were quite low before the educational intervention and, although increasing slightly, remained low after the same.
- Both the studies on coherence and regression analysis showed that VdE is more related to VdA than with VdC.

These results suggest that, at least in the short time taken to conduct the experiment, it was possible to achieve improvements in students' conceptions and beliefs, but they are far from integrated into a single epistemological framework that gives true meaning to their actions. Specifically, under these conditions, progress in beliefs in the nature of science (VdC) and the progress in beliefs in Science learning (VdA), do not translate into a significant change in beliefs in how to teach Science (VdE).

