

LAS CONCEPCIONES DE MAESTROS EN FORMACIÓN INICIAL RESPECTO A LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA RECIBIDA*

Conxita Márquez**
Josep Bonil***

Márquez, Conxita y Bonil, Josep. (2013). "Las concepciones de maestros en formación inicial respecto a la educación científica recibida". *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*. No. 1, Vol. 9, pp. 107-133. Manizales: Universidad de Caldas.

RESUMEN

Las concepciones que tienen los maestros en formación inicial acerca de la educación científica están claramente influenciadas por sus experiencias personales y, especialmente, por la educación científica recibida. Desde una perspectiva constructivista, es fundamental partir de dichas concepciones para la planificación de su formación como maestros de ciencias. Este estudio presenta las concepciones de educación científica de una muestra de 328 maestros en formación inicial de las especialidades de Educación Infantil y Educación Primaria antes de iniciar la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales. El programa de la misma se estructura a partir de tres ejes: conceptual, actitudinal e ideológico. Y es a partir de estos tres ejes y de las categorías que emergen al analizar los textos escritos por los alumnos en la actividad "Mis clases de ciencias" que se analizan sus concepciones. Los resultados muestran que estas están centradas en los ejes conceptual e ideológico, siendo poco relevante el actitudinal. Asimismo, se establecen pocas relaciones entre los tres ejes mostrando una relación fragmentada y excluyente de los mismos.

PALABRAS CLAVE: educación científica, constructivismo, formación inicial de maestros, concepciones del profesorado.

* Investigación realizada en el marco de los Proyectos: EDU2012-39027-C03-01 y EDU2012-38022-C02-02.

** Profesora Agregada del Dep. Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals, Grup de Recerca LIEC, Universitat Autònoma de Barcelona. E-mail: conxita.marquez@uab.cat

*** Profesor Agregado del Dep. Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals, Grup de Recerca Còmplex, Universitat Autònoma de Barcelona. E-mail: josep.bonil@uab.cat

Recibido, 26 de abril de 2012. Aprobado, 21 de noviembre de 2012.

PRE-SERVICE TEACHERS' CONCEPTIONS REGARDING THEIR SCIENTIFIC EDUCATION

ABSTRACT

The conceptions that pre-service teachers have regarding their scientific education are clearly influenced by their personal experiences and, particularly, by scientific education they have received. From a constructivist perspective, it is fundamental to start from such conceptions when planning their Education as Science teachers. This study presents scientific education conceptions from a 328 pre-service teachers sample with specializations in Preschool and Primary School before having started the Didactics in Experimental Sciences education. The program is structured from three concepts: conceptual, attitudinal and ideological. And it is from these three concepts and from the categories emerging when analyzing text written by the students in the activity "My Science classes" that their conceptions are analyzed. The results show that the pre-service teachers' conceptions are focused on the conceptual and ideological approaches being the attitudinal approach less relevant. Similarly, few connections are established between the three approaches, showing a fragmented, excluding relationship.

KEY WORDS: scientific education, constructivism, pre-service teacher training, teachers' conceptions.

LA FORMACIÓN INICIAL DE LOS MAESTROS EN EL CAMPO DE LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

El constructivismo ha emergido como una forma de entender los procesos de enseñanza-aprendizaje que constituye un fundamento básico en los programas de formación de maestros (Oxford, 1997; Richardson, 1997; Baines y Stanley, 2000; Davis y Sumara, 2003; Gordon y O'Brien, 2007; Gordon, 2010).

El constructivismo (Marlowe y Page, 2005) entiende a los individuos como agentes activos en la construcción del propio conocimiento. Desde este punto de vista, los procesos de enseñanza-aprendizaje se convierten en espacios donde se estimula la reflexión y la capacidad de análisis del alumnado. Haciendo fundamental la conexión entre la comprensión del contenido y la conciencia de la aplicabilidad de este conocimiento.

Asimismo, desde el constructivismo se asume que los individuos aprenden poniendo en contacto sus conocimientos con el contexto sociocultural (Richardson, 1997; Windschitl, 1999; Gordon, 2010). Y que este proceso de construcción de conocimiento es complejo ya que entran en juego multitud de factores (Gordon, 2010) tales como los conocimientos previos de los individuos, sus concepciones, sus experiencias, actitudes y creencias...

Numerosos proyectos de educación científica con fuerte carácter innovador han adaptado el constructivismo como modelo didáctico (Tobin, 1993; Garm y Karlsen, 2004; Kang, 2010). Igualmente lo han incorporado diversidad de programas de formación inicial de maestros en didáctica de las ciencias (Von Glasersfeld, 1989; American Association for the Advancement of Science, 1993; National Research Council, 1996).

Enfocar un programa de formación inicial del profesorado desde el constructivismo, permite diseñar y proponer modelos de formación docente variados. Algunos modelos asumen el trabajo en torno a tres ejes básicos: el conocimiento y la comprensión, capacidades y habilidades, creencias y valores (Pantic y Wubbels, 2010). Otros modelos integran el conocimiento del contenido, el conocimiento pedagógico y el conocimiento pedagógico del contenido (Shulman, 1986, 1987). Considerando asimismo la importancia del conocimiento sobre aspectos psicológicos, históricos y sociológicos vinculados al área de conocimiento (Cowen, 2002).

Independientemente de la concreción del modelo de formación, diversas investigaciones ponen de relevancia la necesidad de considerar de manera explícita las creencias de los docentes (Cochran-Smith y Lytle, 1993, 1999) llegando a proponer que la formación de profesorado no puede desvincularse de sus valores, actitudes y creencias (Day, 2002; Fives y Buehl, 2008). Y por tanto, se propone que un modelo de formación docente que tome como eje el constructivismo debe considerar como punto de referencia fundamental las concepciones del alumnado (Fishman et al., 2003).

NUESTRA PROPUESTA DE FORMACIÓN

El enfoque constructivista ha orientado el programa de la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales para maestros de Educación Infantil y Primaria en

la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Autónoma de Barcelona (Figura 1). Los contenidos que se trabajan en el programa hacen referencia a tres ejes: el ideológico, el actitudinal y el conceptual. Estos recogen aspectos que contemplan los modelos formativos de carácter constructivista presentados anteriormente.

En el eje *ideológico* se incluyen aspectos históricos, sociológicos y de valores, en definitiva los aspectos relacionados con el rol que ocupa la ciencia en la sociedad, y la función de la educación científica en la formación de la ciudadanía.

En el eje *actitudinal* se trabajan las actitudes científicas y las actitudes y creencias hacia la ciencia, y sobre todo, hacia su enseñanza.

El eje *conceptual* se refiere a todos aquellos conocimientos relacionados con el contenido: conocimiento del contenido, conocimiento pedagógico, conocimiento pedagógico del contenido, habilidades y capacidades que constituyen un componente fundamental de las capacidades y habilidades de los docentes.

Asimismo, en el desarrollo del programa se considera que orientar la formación de maestros desde el constructivismo comporta trabajar a partir de las concepciones y creencias de lo que para cada alumno significa el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que estas influirán en su posterior pensamiento y desempeño profesional.

Por tanto, es de gran interés encontrar mecanismos que permitan a los futuros maestros manifestar y reflexionar sobre sus concepciones de la educación científica. Estas concepciones son el resultado de su historia formativa en la que se incluyen las experiencias vividas en su itinerario formativo, constituidas básicamente por clases de ciencias recibidas como alumnos en la educación obligatoria y post-obligatoria, los conocimientos adquiridos en los cursos previos en la facultad y otros tipos de formaciones y vivencias en la educación no formal.

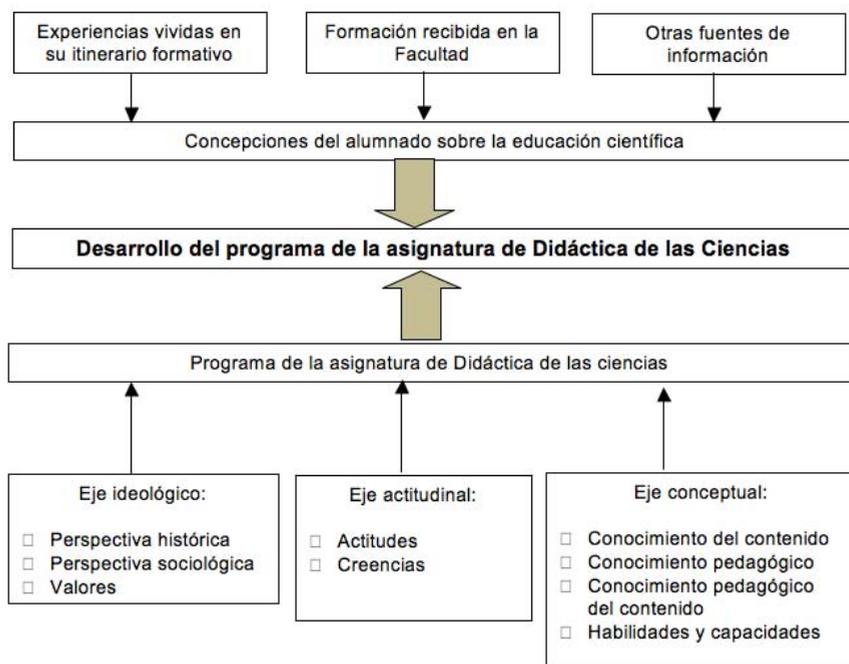


Figura 1. Propuesta de formación docente en Didáctica de las Ciencias.

EXPERIENCIAS DEL ALUMNADO EN RELACIÓN A LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA

En nuestros años de experiencia como profesores responsables de esta asignatura, hemos observado que los maestros en formación manifiestan poca confianza en relación a sus conocimientos científicos y un cierto desinterés por la ciencia. En muchas ocasiones estas manifestaciones son producto de las experiencias vividas a lo largo de su escolarización.

Nuestras observaciones coinciden con distintos estudios (Lyons, 2006). Por ejemplo, Lyons (2006) tras analizar distintas investigaciones destaca la presencia de tres elementos recurrentes en las experiencias que tienen los estudiantes sobre las clases de ciencias y que podrían explicar esta tendencia al desinterés por la ciencia: contenidos descontextualizados, dificultad innecesaria y modelo didáctico transmisivo.

Para Lyons (2006) los contenidos suelen ser, según los alumnos, aburridos, irrelevantes y desvinculados de su vida cotidiana. Y sobre todo destacan que pocas veces llegan a saber por qué necesitan aprender un determinado contenido. La consideración de la ciencia como una asignatura especialmente difícil está fundamentada en la manera de aprenderla, en la percepción de la irrelevancia del contenido y en la memorización requerida, más que por la dificultad conceptual en sí misma. También contribuye a esta apreciación el discurso científico, caracterizado, según los alumnos, por una terminología poco familiar y muy especializada. Asimismo, los modelos didácticos transmisivos comportan que el alumnado perciba la ciencia como un cuerpo de conocimiento que debe ser memorizado y reproducido, por lo que la actividad que ellos deben realizar es fundamentalmente escuchar, copiar de la pizarra y realizar ejercicios de papel y lápiz, es decir, no se sienten sujetos activos en su aprendizaje (Lyons, 2006).

Otro factor que juega un rol determinante en la actitud del alumnado hacia la ciencia es el profesorado. Según Osborne et al. (2003), Tai et al. (2006) y Maltese y Tai (2010) el profesor puede convertirse en un elemento favorecedor de una vinculación positiva entre ciencia y alumnado o bien en un obstáculo para construir esta relación. Los profesores más bien valorados son aquellos capaces de crear un clima de aula comunicativo, entusiasta y de fuerte implicación personal. Son docentes que fundamentan su modelo didáctico en principios constructivistas y presentan a su alumnado diversidad de actividades y estrategias.

Respecto a la edad en que se despierta el interés del alumnado por la ciencia, Maltese y Tai (2010) después de entrevistar una muestra de 116 personas adultas con estudios en ciencias, destacan que el interés por la ciencia se despierta en el alumnado durante la educación primaria. Lindahl (2007) en un estudio realizado sobre 70 estudiantes suecos, plantea que el interés por seguir estudios de ciencias se da ya desde los 12 años, señalando la importancia potencial que tiene el contexto escolar en la vinculación que el alumnado establece con la ciencia.

El presente artículo es el resultado de una investigación centrada en las experiencias sobre educación científica de una muestra de 328 alumnos de Magisterio de las especialidades de Educación Infantil y Educación Primaria. La investigación se ha desarrollado en dos fases, una primera, de carácter piloto (Bonil y Márquez, 2011) y esta segunda, mucho más amplia, donde, a la luz de los resultados del estudio piloto, se complementan elementos clave del marco teórico y se consolida una

metodología validada en la primera fase. El resultado final es la caracterización de las experiencias de la población participante en la investigación, lo que permite conectar la experiencia del alumnado con los contenidos del programa de la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales y orientar su desarrollo.

FINALIDAD Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación que se presenta aborda la siguiente finalidad:

Conocer y caracterizar las concepciones de una muestra de maestros en formación inicial de la especialidad de Educación Primaria e Infantil respecto a las clases de ciencias experimentales recibidas.

Se concreta en los siguientes objetivos:

- ❖ Identificar la formación científica cursada por los maestros en formación inicial.
- ❖ Identificar las características de las concepciones de los maestros en formación inicial respecto a la educación científica recibida.
- ❖ Obtener tipologías de los maestros en formación inicial en función de las características de sus concepciones respecto a la educación científica recibida.

METODOLOGÍA

Contexto

Los datos que orientan la investigación se han tomado con una muestra de 328 maestros en formación inicial de las titulaciones de Educación Infantil (maestros de alumnado 0-5 años) y Educación Primaria (maestros de alumnado 6-12 años). En el momento de obtener los datos, dichos estudios se componen de un total de 180 créditos ECTS¹ que se distribuyen en 140 créditos obligatorios, 18 optativos y 22 de libre elección.

¹ Los créditos ECTS (European Credit Transfer System) son el estándar adoptado por todas las universidades del EEES para garantizar la convergencia de los diferentes sistemas europeos de educación. Los créditos ECTS se basan en el trabajo personal del estudiante y en todas las actividades de su proceso de aprendizaje. Esto implica las horas lectivas, de estudio y la elaboración de trabajos, prácticas o proyectos. Un crédito ECTS equivale a 25 horas de trabajo del estudiante.

Las asignaturas obligatorias afines a las ciencias experimentales son dos, una en primer curso, Temas Básicos de Ciencias, semestral de 4,5 créditos ECTS; y otra anual en tercer curso, Didáctica de las Ciencias Experimentales, de 6 créditos ECTS en la especialidad de Educación Infantil y de 8 créditos ECTS en la especialidad de Educación Primaria.

La oferta de asignaturas optativas permite que los maestros en formación inicial pueda escoger a lo largo de su formación entre seis itinerarios: Ciencias Experimentales y Matemáticas, Lengua y Literatura, Ciencias Sociales, Educación Artística, Intervención Educativa y Ciencias de la Educación.

Las asignaturas optativas del itinerario de Ciencias Experimentales y Matemáticas son: Geología, Biología, Física, Química, Matemáticas II, Interdisciplinariedad Ciencias-Matemáticas y Didáctica de las Matemáticas II. Las asignaturas de Matemáticas I y Didáctica de las Matemáticas I corresponden a asignaturas comunes cursadas por todos los alumnos.

La configuración global de los estudios hace que el grupo clase que se matricula en la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales en tercer curso, pueda presentar una gran diversidad en relación a la formación científica recibida a lo largo de su itinerario en la Facultad.

Muestra

La muestra de la investigación (Figura 2) está constituida por 328 alumnos y alumnas de los grupos que han cursado la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales durante los cursos 2006-07, 2007-08 y 2008-09. Del total de alumnado 296 son mujeres y 32 son hombres, 86 cursan la especialidad de Educación Infantil y 243 la especialidad de Educación Primaria. De ellos, 58 han realizado los estudios de bachillerato en la especialidad de Ciencias de la Naturaleza y solo 30 han cursado el itinerario de Ciencias Experimentales y Matemáticas durante sus estudios de formación inicial de maestro.

		n (%)
Especialidad	Educación Primaria	243 (73,86)
	Educación Infantil	86 (26,14)
Género	Mujeres	296 (90,24)
	Hombres	32 (9,76)
Bachillerato	Humanístico	105 (33,44)
	Social	96 (30,57)
	Científico	58 (18,47)
	Otros estudios	51 (16,24)
	Artístico	4 (1,27)
Itinerario cursado durante los estudios de formación inicial de maestro	Ciencias de la Educación	76 (24,60)
	Educación Artística	42 (13,59)
	Ciencias Sociales	39 (12,62)
	Lengua y Literatura	36 (11,65)
	Intervención Educativa	34 (11)
	Ciencias Experimentales y Matemáticas	30 (9,71)
	Otros	27 (8,74)
Expresión Musical, Corporal y Plástica	25 (8,09)	

Figura 2. Características de la muestra.

Recogida de datos

Para recoger los datos de la investigación se diseña la primera actividad de la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales: *Mis clases de ciencias*.

El punto de partida de la actividad es un banco de imágenes del que el alumnado selecciona aquella fotografía que refleja mejor su experiencia como alumno(a) en las clases de ciencias recibidas a lo largo de su formación. Las imágenes son de carácter muy diverso, en ellas se muestran entornos naturales, dinámicas de aula y elementos abstractos. La función principal de las imágenes es ser un punto de anclaje que facilite que el alumnado exprese sus vivencias.

A continuación se pide al alumnado que justifique por escrito la selección realizada. Seguidamente se le propone que se distribuya en grupos de 3 o 4 personas y que cada grupo anote las diferencias y similitudes en las respectivas experiencias en torno a las clases de ciencias.

Por último se hace una puesta en común donde cada alumno muestra la fotografía escogida y justifica brevemente la opción tomada. También se presentan las diferencias y similitudes entre la diversidad de grupos. Al acabar la actividad, cada persona, individualmente, entrega al docente el texto que ha escrito, lo que constituye la recogida de datos que se utilizará en la investigación.

Análisis de la información

El tratamiento de la información se ha realizado en dos fases. Una primera en la que tomando como referencia las opiniones expresadas por el alumnado y el marco teórico de la investigación se han definido temáticas y asignado ejes. Una segunda fase en la que se ha realizado el análisis estadístico de los datos.

Definición de temáticas y asignación de ejes

En esta fase se ha tomado como punto de referencia los textos elaborados por los futuros maestros donde justifican la imagen escogida en la actividad "Mis clases de ciencias". Los textos fueron transcritos e importados al software Atlas.ti.

El primer paso para el análisis de los textos consistió en la definición de las categorías de análisis (temáticas) siguiendo un método inductivo-deductivo. Se leyeron todas las respuestas para identificar regularidades emergentes de los datos. Las temáticas fueron refinadas, definidas y finalmente usadas para clasificar los distintos fragmentos significativos presentes en el texto de cada alumno. Finalmente las temáticas se agruparon según los ejes en que se estructura la asignatura: ideológico, actitudinal y conceptual. (Figura 3).

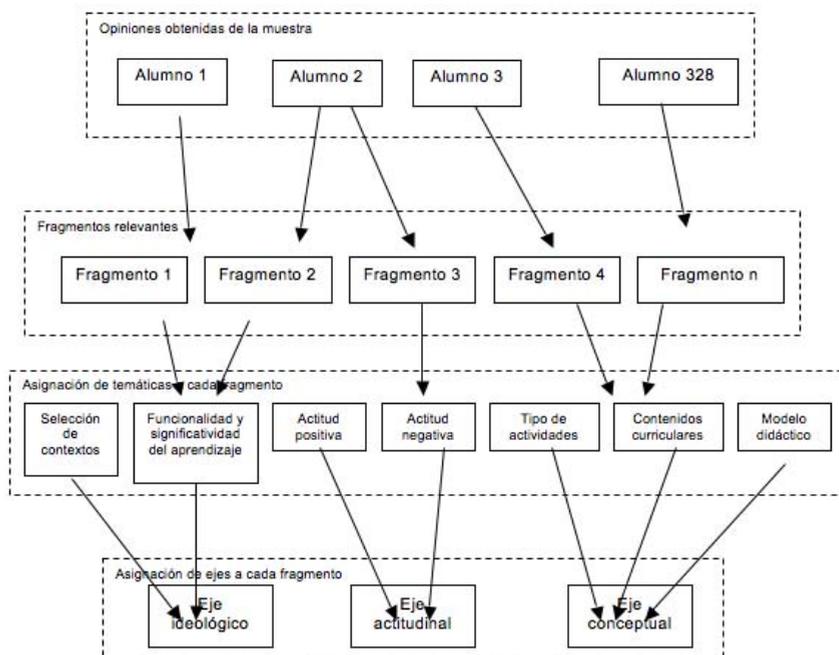


Figura 3. Organización de la información en temáticas y ejes.

A continuación se describe cada una de las siete temáticas definidas. La temática selección de contextos se ha asignado cuando el alumnado hace referencia a los fenómenos en torno a los cuales se estructuraban las clases de ciencias. Por ejemplo el alumno 1 expresa la relevancia del trabajo sobre los inventos y descubrimientos: “los temas trabajados en ciencias naturales estaban relacionados con descubrimientos tales como la luz artificial, la imprenta, la pila, la penicilina...”.

La funcionalidad y significatividad del aprendizaje se ha asignado cuando el alumnado hace referencia a la conexión que establece entre sus experiencias y la vida cotidiana valorando la utilidad del contenido recibido en las clases de ciencias para entender su entorno. La alumna 53 destaca: “en algunos momentos la clase de ciencias se mostraba interesante y útil”.

Ambas temáticas se han asociado al eje ideológico pues nos sitúan ante el espacio que ocupa la ciencia y la educación científica en la sociedad. La selección de contextos refleja la elección que los docentes hacen sobre la totalidad del

conocimiento científico que genera la comunidad. La funcionalidad y significatividad del aprendizaje nos sitúa ante la relación que el alumnado establece entre la educación científica recibida y su utilidad para la vida. Ambos aspectos están determinados por un conjunto de decisiones docentes de fuerte carácter ideológico.

La asignación de fragmentos respecto a las actitudes positivas y actitudes negativas hacia la educación científica, hace referencia al tipo de emociones que expresa el alumnado sobre sus vivencias en la clase de ciencias. La alumna 10 enfatiza experiencias positivas asociadas a un tipo concreto de actividad: “uno de los recuerdos más agradables que tengo de la clase de ciencias era ir al laboratorio”. En el caso de la alumna 8 la actitud que expresa es negativa: “no eran clases motivadoras, todo lo contrario, y la foto refleja lo que yo sentía en aquellas clases”.²

Ambas temáticas se han asociado al eje actitudinal pues reflejan el estado emocional del alumnado respecto a la educación científica recibida.

Se asignan a la temática tipo de actividades, aquellos textos en que el alumnado hace referencia a las actividades que recuerda haber realizado en las clases de ciencias. La opinión de la alumna 53 expresa de forma clara un tipo de actividad: “rellenar un dossier que muchas veces no tenías tiempo de acabar”.

Se asignan a la temática contenidos curriculares, aquellas reflexiones en las que el alumnado hace referencia al tipo de contenidos que recuerda haber trabajado en clase con la finalidad de aprenderlos (conceptuales, procedimentales y actitudinales). Por ejemplo la alumna 12 expresa: “observar, pensar, razonar y manipular cosas”.

La última temática que se ha definido ha sido la de modelo didáctico. Se asigna esta temática cuando el alumnado expresa más de una característica no repetitiva que haga referencia a la forma de explicar la dinámica del aula. Se puede tomar como ejemplo un fragmento de la opinión de la alumna 53: “mayoritariamente muy pautadas, transmisivas, reproductivas y a menudo un poco rutinarias”.

Estas tres temáticas se asocian al eje conceptual pues reflejan el conocimiento pedagógico de los docentes y el conjunto de habilidades y capacidades que ponen en juego en su actividad profesional.

² La alumna ha seleccionado la fotografía de un niño con cara de aburrimiento y que mira hacia el infinito.

En la Figura 4 se muestra un ejemplo de análisis de uno de los textos. En la opinión del alumno 53 se identifican cuatro fragmentos (en negrita) que se asignan a 4 temáticas distintas y a su vez se refieren a los tres ejes definidos.

Opinión	Fragmento seleccionado	Temática	Eje
53. Porque refleja el carácter de las clases de ciencias que he vivido: interesantes, útiles, a veces incluso divertidas, pero mayoritariamente muy pautadas, transmisivas, reproductivas y a menudo un poco rutinarias. Incluso la mayoría de observaciones se limitaban a rellenar un dossier que muchas veces no tenías tiempo de acabar.	interesantes, útiles,	Funcionalidad y significatividad del aprendizaje	Ideológico
	a veces incluso divertidas	Actitud positiva	Actitudinal
	rellenar un dossier que muchas veces no tenías tiempo de acabar	Tipos de actividades	Conceptual
	mayoritariamente muy pautadas, transmisivas, reproductivas y a menudo un poco rutinarias	Modelo didáctico	Conceptual

Figura 4. Forma de organizar la información de los textos del alumnado.

En la Figura 5 se presenta un cuadro resumen con los ejes y temáticas que orientan la investigación.

Eje	Temáticas
Ideológico	Selección de contextos.
	Funcionalidad y significatividad del aprendizaje.
Actitudinal	Actitudes positivas.
	Actitudes negativas.
Conceptual	Tipo de actividades.
	Contenidos curriculares.
	Modelo didáctico.

Figura 5. Ejes y temáticas que orientan el programa.

Tratamiento estadístico de los datos

La segunda fase del estudio ha consistido en la realización del análisis estadístico de los datos. Se han analizado en tres niveles.

En el primer nivel se ha analizado la asociación entre las características del alumnado (género, optatividad cursada en los estudios post-obligatorios e itinerario realizado en sus estudios de Formación inicial de maestro) y los ejes que orientan la investigación (ideológico, actitudinal y conceptual) mediante el Test de Chi-cuadrado (χ^2), el test exacto de Fisher o el test de Razón de Verosimilitud (RV) según criterios de aplicación. En el segundo nivel se ha medido la correlación entre los ejes en que se han agrupado las opiniones expresadas por el alumnado y entre las temáticas con el estadístico tau-b de Kendall (Kendall, 1938; Bradley, 1968; Lebart et al., 2000) Finalmente, en el tercer nivel, se ha realizado un análisis de correspondencias múltiples. A partir de los resultados del análisis de correspondencias se ha aplicado un algoritmo de clasificación con el objetivo de obtener perfiles de alumnado que presentan características similares.

El análisis estadístico se ha realizado con el software SAS v9.1 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) y SPAD v5.0. El nivel de significación ha sido el 0,05.

RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados para los tres niveles definidos anteriormente.

Primer nivel: relación entre las características del alumnado y los ejes que orientan el programa

En relación a la titulación que cursa el alumnado hemos observado (Figura 6):

- La proporción de alumnos que ha indicado el eje ideológico, es mayor en la titulación de Educación Infantil (37,2%) que en Educación Primaria (26,7%).
- La proporción de alumnado que ha indicado el eje conceptual, es mayor en la titulación de Educación Primaria (83,1%) que en Educación Infantil (52,3%).

- La proporción de alumnos que ha indicado el eje actitudinal, es mayor en la titulación de Educación Infantil (64,0%) que en Educación Primaria (39,1%).
- En ninguno de los tres casos las diferencias son estadísticamente significativas (Figura 6).

	Ideológico*	Conceptual**	Actitudinal***
Infantil	37,2%	52,3%	64,0%
Primaria	26,7%	83,1%	39,1%

* $p < 0,1$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

Figura 6. Relación entre la titulación cursada por el alumnado y los ejes.

En relación al itinerario cursado durante los estudios de Formación inicial de maestro hemos observado (Figura 7):

- La proporción de alumnado que ha indicado el eje ideológico, es mayor en los itinerarios de Expresión Musical (44%) e Intervención Educativa (41,2%). A su vez, el alumnado que cursa el itinerario de Ciencias Experimentales es el que hace menos referencias (16,7%), aunque estas diferencias no son estadísticamente significativas (p -valor = 0,0505).
- La proporción de alumnado que ha indicado el eje conceptual, es mayor en los itinerarios de Ciencias Sociales (87,2%), Ciencias Experimentales (86,7%), Lengua y Literatura (86,1%) y Educación Artística (83,3%), aunque estas diferencias no son estadísticamente significativas (p -valor = < 0,0001).
- La proporción de alumnado que ha indicado el eje actitudinal, es mayor en los itinerarios de Intervención Educativa (70,6%) y Expresión Musical y Plástica (64,0%), aunque estas diferencias no son estadísticamente significativas (p -valor = 0,0020).

Itinerario	Ideológico	Conceptual	Actitudinal
Ciencias Experimentales y Matemáticas	16,7%	86,7%	36,7%
Ciencias Sociales	23,1%	87,2%	28,2%
Lengua y Literatura	19,4%	86,1%	44,4%
Educación Artística	38,1%	83,3%	52,4%
Ciencias de la Educación	23,7%	80,3%	34,2%
Intervención Educativa	41,2%	47,1%	70,6%
Expresión Musical, Corporal y Artística	40,7%	44,0%	64,0%
Otros	44%	66,7%	48,1%

Figura 7. Relación entre el itinerario cursado por el alumnado y los ejes.

Segundo nivel: ejes y temáticas

Cuando se comparan los datos obtenidos en relación a cada uno de los ejes, se obtiene una correlación negativa entre los ejes ideológico y conceptual (-0,24) y entre los ejes actitudinal y conceptual (-0,33). Los resultados indican que en ambos casos, cuando el alumnado señala una referencia a los ejes ideológico o actitudinal, las referencias al eje conceptual son más bajas. No se han encontrado correlaciones significativas entre el resto de ámbitos.

En relación a las temáticas se ha hecho un doble tratamiento de la información. En primer lugar se han buscado correlaciones entre las temáticas dentro de cada uno de los ejes. En segundo lugar se han buscado correlaciones entre todas las temáticas (Figura 8).

Se han encontrado correlaciones significativas entre temáticas del eje conceptual. No se observan correlaciones significativas dentro de los ejes ideológico y actitudinal.

Respecto a las temáticas del eje conceptual, se observa una asociación negativa entre la temática tipo de actividades y modelo didáctico ($\tau\text{-}b = -0,12186$). El alumnado que hace referencia a las actividades realizadas hace menos referencias al modelo didáctico que vivió en sus clases.

Cuando se tratan en su conjunto la totalidad de temáticas se obtienen correlaciones que muestran que:

- Se establece una relación positiva entre selección de contextos y tipos de actividades ($\tau\text{-}b = 0,12$, $p = 0,031$), el alumnado que hace referencia al contexto señala con mayor frecuencia el tipo de actividades realizadas.
- Relación negativa entre selección de contextos y actitudes negativas ($\tau\text{-}b = -0,13$, $p = 0,02$), el alumnado que hace referencia al contexto señala con menor frecuencia las actitudes negativas hacia las clases de ciencias realizadas.
- Relación negativa entre selección de contextos y modelo didáctico ($\tau\text{-}b = -0,15$, $p\text{-}valor = 0,05$), el alumnado que hace referencia al contexto señala con menor frecuencia referencias al modelo didáctico que orientaba las clases de ciencias realizadas.
- Relación negativa entre funcionalidad y tipos de actividad ($\tau\text{-}b = -0,15$, $p\text{-}valor = 0,01$), el alumnado que hace referencia a la funcionalidad de las clases de

ciencias recibidas señala con menor frecuencia las actividades realizadas.

- Relación negativa entre actitudes positivas y modelo didáctico (tau-b = -0,19, p-valor = 0,0005), el alumnado que hace referencia a actitudes positivas hacia las clases de ciencias recibidas señala con menor frecuencia elementos del modelo didáctico que orientaba las clases.
- Relación negativa entre actitudes negativas y tipos de actividades (tau-b = -0,16, p-valor = 0,003), el alumnado que hace referencia a actitudes negativas respecto a las clases de ciencias recibidas señala con menor frecuencia las actividades realizadas en las clases de ciencias.

Kendall Tau-b Correlation Coefficients							
p-value							
	Selección de contextos	Funcionalidad	Positivas	Negativas	Tipos de actividades	Contenidos curriculares	Modelo didáctico
Selección de contextos	1.00000	-0.06536 0.2365	0.07841 0.1556	-0.13112 0.0176	0.11880 0.0314	0.02992 0.5879	-0.15569 0.0048
Funcionalidad		1.00000	-0.03286 0.5517	-0.00162 0.9766	-0.14657 0.0079	0.00397 0.9427	-0.09684 0.0795
Positivas			1.00000	-0.07942 0.1504	-0.03123 0.5717	-0.01775 0.7478	-0.19188 0.0005
Negativas				1.00000	-0.16222 0.0033	-0.06505 0.2387	-0.08491 0.1241
Tipos de actividades					1.00000	0.09373 0.0896	-0.12186 0.0273
Contenidos curriculares						1.00000	0.05845 0.2898
Modelo didáctico							1.00000

Figura 8. Relaciones entre el conjunto de las temáticas.

Tercer nivel: análisis multivariante

Una vez establecidas las posibles correlaciones entre los datos analizados se ha llevado a cabo un análisis de correspondencias múltiples, del que han emergido cuatro tipologías o grupos de alumnado según sus concepciones respecto a las clases de ciencias recibidas. Dichas tipologías se pueden representar en un mapa factorial (Figura 9).

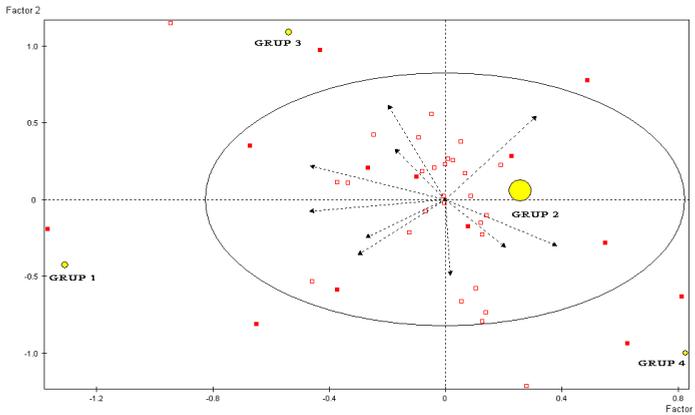


Figura 9. Distribución de los individuos de la muestra en tipologías.

Las tipologías se han establecido en relación a los ejes y temáticas en que se ha organizado la información recogida y las características del alumnado recogidas en la fase descriptiva de la investigación.

Tipología 1 (n = 197, 59,88%)

Variables	Modalidades	% de la modalidad dentro del grupo	% de la modalidad (total)	% del grupo dentro la modalidad
Eje ideológico	No	100,00	70,52	84,91
Selección de contextos	No	100,00	82,67	72,43
Contenidos curriculares	No	100,00	84,80	70,61
Funcionalidad	No	100,00	86,32	69,37
Modelo didáctico	Sí	49,75	43,16	69,01

La columna CLA/MOD representa el porcentaje de alumnado clasificado en esta clase del total de alumnado que presenta la característica.

La columna MOD/CLA representa el porcentaje de alumnado que presenta la característica dentro de la clase.

La columna global representa el porcentaje de alumnado que presenta la característica del total de alumnado que forma la muestra.

Figura 10. Caracterización de la primera tipología de alumnado.

La primera tipología está formada por el 59,88% del alumnado, un total de 197 individuos, lo que constituye el grupo mayoritario (Figura 10), la hemos denominado alumnado *conceptual-modelo didáctico*. Es un grupo de alumnado en que la reflexión sobre su itinerario formativo es exclusivamente conceptual, centrando sus experiencias en los aspectos relacionados con el modelo didáctico. Es un alumnado que no hace ninguna reflexión en torno al eje ideológico.

La segunda tipología está formada por el 13,98% del alumnado, un total de 46 individuos (Figura 11). La hemos denominado alumnado *ideológico-contextual*. Es un grupo de alumnado que en la reflexión sobre su itinerario formativo enfatiza el eje ideológico y en concreto la temática selección de contextos.

Tipología 2 (n = 46, 13,98%)

Variables	Modalidad	% de la modalidad dentro del grupo	% de la modalidad (total)	% del grupo dentro la modalidad
Selección de contextos	Sí	100,00	17,33	80,70
Eje ideológico	Sí	100,00	29,48	47,42
Modelo didáctico	No	82,61	56,84	20,32
Contenidos curriculares	No	100,00	84,80	16,49

La columna CLA/MOD representa el porcentaje de alumnado clasificado en esta clase del total de alumnado que presenta la característica.

La columna MOD/CLA representa el porcentaje de alumnado que presenta la característica dentro de la clase.

La columna global representa el porcentaje de alumnado que presenta la característica del total de alumnado que forma la muestra.

Figura 11. Caracterización de la segunda topología de alumnado.

La tercera tipología está formada por el 13,68% del alumnado lo que constituye un total de 45 individuos (Figura 12). La hemos denominado alumnado *conceptual-curricular*. Es un grupo de alumnado que en la reflexión sobre su itinerario formativo enfatiza el eje conceptual y en concreto la temática contenidos curriculares. Es la única tipología en la que aparecen de forma significativa características vinculadas al análisis descriptivo, en concreto la titulación de Educación Primaria y el itinerario artístico durante los estudios de Formación inicial de maestro.

Tipología 3 (n = 45, 13,68%)

Variables	Modalidades	% de la modalidad dentro del grupo	% de la modalidad (total)	% del grupo dentro la modalidad
Contenidos curriculares	Sí	100,00	15,20	90,00
Curso académico	06-07	53,33	20,06	36,36
Eje conceptual	Sí	100,00	75,08	18,22
Especialidad en la Formación inicial de maestro	Primaria	91,11	73,86	16,87
Itinerario en la Formación inicial de maestro	Ed. artística	26,67	12,77	28,57

La columna CLA/MOD representa el porcentaje de alumnado clasificado en esta clase del total de alumnado que presenta la característica.

La columna MOD/CLA representa el porcentaje de alumnado que presenta la característica dentro de la clase.

La columna global representa el porcentaje de alumnado que presenta la característica del total de alumnado que forma la muestra.

Figura 12. Caracterización de la tercera topología de alumnado.

La cuarta tipología está formada por el 12,46% del alumnado lo que constituye un total de 41 individuos (Figura 13). La hemos denominado alumnado *ideológico-funcional*. Es un grupo de alumnado que en la reflexión sobre su itinerario formativo enfatiza el eje ideológico y en concreto la temática funcionalidad de los aprendizajes. A la vez es un alumnado que no hace ninguna reflexión del eje conceptual.

Tipología 4 (n = 41, 12,46%)

Variables	Modalidades	% de la modalidad dentro del grupo	% de la modalidad (total)	% del grupo dentro la modalidad
Funcionalidad	Sí	100,00	13,68	91,11
Eje ideológico	Sí	100,00	29,48	42,27
Eje conceptual	No	53,66	24,92	26,83
Tipo de actividades	No	80,49	55,02	18,23
Selección de contextos	No	97,56	82,67	14,71

La columna CLA/MOD representa el porcentaje de alumnado clasificado en esta clase del total de alumnado que presenta la característica.

La columna MOD/CLA representa el porcentaje de alumnado que presenta la característica dentro de la clase.

La columna global representa el porcentaje de alumnado que presenta la característica del total de alumnado que forma la muestra.

Figura 13. Caracterización de la cuarta topología de alumnado.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

La discusión de los resultados de la investigación se ha organizado tomando como referencia los objetivos que la orientan.

En relación al objetivo 1: Identificar la formación científica cursada por los maestros en formación inicial

La primera constatación de este trabajo es la baja formación científica del alumnado objeto de estudio (si se consideran las horas de formación recibidas en su paso por el sistema educativo). De los 328 alumnos que constituyen la muestra, solo 58 han realizado unos estudios de bachillerato (16-18 años) afines a las ciencias experimentales (18,45% del total de la muestra). Y de estos 58 alumnos, solo 30 optan por seguir el itinerario científico en sus estudios de magisterio (9,71% del total de la muestra).

En relación al objetivo 2: Identificar las características de las concepciones de los maestros en formación inicial respecto a la educación científica recibida

Los resultados obtenidos muestran que el alumnado que cursa la especialidad de Educación Infantil reinterpreta sus experiencias en clave ideológica y actitudinal. Mientras que el alumnado de la titulación de Educación Primaria estructura mayoritariamente sus experiencias formativas en torno a la ciencia a partir del eje conceptual. Una aproximación global a la muestra pone en evidencia que el eje conceptual es el que tiene mayor presencia.

También se observa una correlación negativa entre el eje conceptual y el resto de ejes. Ello tiene como consecuencia un cierto grado de fragmentación de la muestra pues se establecen dos grandes bloques que se excluyen entre sí.

Cuando se focaliza el análisis en las temáticas aparecen siete correlaciones significativas, de las que seis tienen un carácter marcadamente negativo. Las temáticas sobre las que pivotan las correlaciones son la selección de contextos, los tipos de actividades y el modelo didáctico. El número de correlaciones negativas redundan en la fragmentación de la muestra que se ha señalado anteriormente.

En relación al objetivo 3: Obtener tipologías de los maestros en formación inicial en función de las características de sus concepciones respecto a la educación científica recibida

En referencia a las tipologías podemos destacar elementos respecto al tamaño de cada una y respecto a la presencia de los ejes y temáticas que caracterizan cada tipología (Figura 14).

Respecto al tamaño de los grupos vemos que el grupo 1 tienen una presencia muy significativa respecto al resto: 59,88% lo que le hace aparecer de forma clara como el grupo mayoritario. Los otros tres grupos que caracteriza la investigación tienen una presencia muy homogénea.

Tipología	Perfil	N	Porcentaje
1	Conceptual-modelo didáctico	197	59,88%
2	Ideológico-contextual	46	13,98%
3	Conceptual curricular	45	13,68%
4	Ideológico-funcional	41	12,46%

Figura 14. Tipologías de alumnado obtenidas.

Respecto a la presencia de ejes y temáticas se puede observar:

- Se da una presencia mayoritaria del eje conceptual que aparece vinculado a las tipologías 1 y 3, siendo significativo para el 73,56% del alumnado que constituye la muestra.
- La temática con presencia mayoritaria dentro del eje conceptual es el modelo didáctico, que es la que estructura la tipología 1.
- Se observa una presencia significativa del eje ideológico que aparece vinculado a las tipologías 2 y 4, siendo significativo para el 26,44% del alumnado que forma la muestra.
- Se observa una presencia similar de las dos temáticas que estructuran el eje ideológico: selección de contenidos (13,98%) y funcionalidad (12,46%).
- Ausencia del eje actitudinal y de las temáticas asociadas a dicho eje. No tiene suficiente significatividad como para aparecer en una tipología y mucho menos para estructurarla.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES DIDÁCTICAS

¿Cómo caracterizamos las concepciones de los maestros en formación inicial respecto a la educación científica? Analizando los datos obtenidos de la investigación creemos que de forma general las concepciones del alumnado se caracterizan por:

- La baja formación científica.
- Sus reflexiones tienen un claro componente conceptual.
- Sus concepciones se focalizan únicamente en uno de los tres ejes que orientan el programa de la asignatura obviando el resto.
- Los modelos didácticos, los contextos, las actividades realizadas y las actitudes durante la escolaridad son determinantes en la relación que establecen entre las temáticas que componen los tres ejes.

Estas características coinciden con algunas de las aportaciones que se han presentado en el marco teórico del presente artículo.

Los resultados muestran la baja formación científica del futuro profesorado, lo que coincide con Lyons (2006) respecto al bajo interés de los estudiantes hacia la ciencia. Dicho aspecto nos sitúa ante dos retos, uno cuantitativo y un segundo cualitativo. El reto cuantitativo demanda trabajar para aumentar el número de futuros docentes interesados en cursar el itinerario de educación científica, para asegurar la presencia de maestros competentes en esta área en los equipos docentes de los centros. El reto cualitativo supone que, desde las asignaturas obligatorias afines a las ciencias experimentales, se capacite a los futuros maestros para promover una educación científica significativa y de calidad en el contexto de la Educación Primaria.

Respecto a las experiencias vividas por el alumnado, los resultados globales muestran que la tipología más frecuente es la que centra sus experiencias en el eje conceptual, coincidiendo con el modelo de formación docente fundamentado en el conocimiento pedagógico del contenido propuesto por Shulman (1986, 1987). Podemos valorar como positivo este resultado, pues refleja aspectos relativos al conocimiento pedagógico de los docentes y el conjunto de habilidades y capacidades que ponen en juego en su actividad profesional. A su vez, coincide con la mayoría de contenidos trabajados durante los dos primeros cursos de su formación.

De forma paralela, vemos la necesidad de potenciar la presencia del resto de ejes para superar la fragmentación que reflejan los resultados. El eje ideológico para que los futuros maestros sean conscientes de la función social de la educación científica. El eje actitudinal para que reflexionen en profundidad respecto a las implicaciones que tendrá en su actividad profesional la propia actitud hacia la ciencia y la educación científica. Por ello, se hace fundamental que el programa de formación estimule que el alumnado establezca conexiones entre los ejes ideológico, actitudinal y conceptual tomando como punto de partida aquel que le resulte más significativo.

Los elementos sobre los que se configuran las relaciones significativas entre temáticas son: el modelo didáctico, la selección de contextos, las actividades y las actitudes, lo que coincide parcialmente con las aportaciones de Osborne et al. (2003) y de Maltese y Tai (2010) respecto a los elementos que valora el alumnado en los profesores de ciencias. Vemos que los alumnos cuando expresan sus experiencias hacen emerger como aspectos clave: la manera de realizar las clases de sus profesores, los fenómenos en torno a los cuales se estructuraban las clases de ciencias y la propuesta de actividades. Todo ello ha generado tanto actitudes positivas como negativas, que son determinantes en la configuración de sus concepciones. Ello nos lleva a pensar en la necesidad de que el programa de la asignatura tome como prioridad estos aspectos para hacer consciente al alumnado de las relaciones existentes y reconfigurarlas si es necesario. A continuación es fundamental establecer relaciones con el resto de temáticas que estructuran el programa. Ello convierte el desarrollo de la asignatura en un proceso de reelaboración de una red de elementos cada vez más compleja.

Una vez caracterizadas las concepciones del alumnado, se pone en evidencia su diversidad y la posibilidad de establecer enlaces significativos con los ejes que orientan el programa de la asignatura de Didáctica de las Ciencias.

Desde un posicionamiento constructivista, esta evidencia constituye una ventaja a dos niveles: 1) permite que el profesorado pueda modular el desarrollo del programa de la asignatura tomando como referentes las concepciones del alumnado y, a su vez, no pierda de vista los objetivos y contenidos fundamentales; 2) convierte al alumnado en constructor de su propio conocimiento profesional, enlazando su historia personal como alumno con el proceso formativo que le convertirá en profesional de la educación científica.

Plantear el desarrollo de la asignatura de Didáctica de las Ciencias desde esta perspectiva, permite incidir en la manera en que la escuela construye las concepciones del alumnado hacia la ciencia. Ya que posibilita que los maestros en formación sean capaces de reinterpretar su propia historia desde las claves de la Didáctica de las Ciencias, para convertir su actividad profesional en un contexto favorecedor de nuevas actitudes hacia la ciencia por parte de la ciudadanía.

BIBLIOGRAFÍA

American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York, NY: Oxford University Press.

Baines, L.A. y Stanley, G. (2000). "We want to see the teacher: Constructivism and the rage against expertise". *Phi Delta Kappan*, No. 1, Vol. 55, pp. 91-114.

Bradley, J. (1968). *Distribution-free statistical tests*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Bonil, J. y Márquez, C. (2011). "¿Qué experiencias manifiestan los futuros maestros sobre las clases de ciencias? Implicaciones para su formación". *Revista de Educación*, No. 354, pp. 447-472.

Cochran-Smith, M. y Lytle, S. (1993). *Inside/Outside: Teacher Research and Knowledge*. New York, NY: Teachers College Press.

_____. (1999). "Relationships of Knowledge and Practice: Teacher learning in communities". In: A. Iran Nejad y C.D. Pearson (eds.). *Review of Research in Education* (Vol. 34, pp. 249-305). Washington, DC: American Educational Research Association.

Cowen, R. (2002). "Socrates was right? Teacher education systems and the state". In: T. Elwyn (ed.). *Teacher education: dilemmas and prospects* (pp. 3-12). London: Kogan.

Davis, B. y Sumara, D. (2003). "Why aren't they getting this? Working through the repressive myths of constructivist pedagogy". *Teaching Education*, No. 14, pp. 123-140.

Day, C. (2002). "School reform and transitions in teacher professionalism and identity". *International Journal of Educational Research*, No. 37, pp. 677-692.

Fishman, B.J., Marx, R.W., Best, S. y Tal, R.T. (2003). "Linking teacher and student learning

to improve professional development in systemic reform". *Teaching and Teacher Education*, No. 19, pp. 643-658.

Fives, H. y Buehl, M.M. (2008). "What do teachers believe? Developing a framework for examining beliefs about teachers' knowledge and ability". *Contemporary Educational Psychology*, No. 2, Vol. 33, pp. 134-176.

Garm, N. y Karlsen, G.E. (2004). "Teacher education reform in Europe: The case of Norway; trends and tensions in a global perspective". *Teaching and Teacher Education*, No. 20, pp. 731-744.

Gordon, M. (2010). "Between Constructivism and Connectedness". *Journal of Teacher Education*, No. 4, Vol. 59, pp. 322-331.

Gordon, M. y O'Brien, T. (eds.). (2007). *Bridging the theory and practice in teacher education*. Rotterdam, Netherlands: Sense Publishers.

Kang, N. (2010). "Learning to teach science: Personal epistemologies, teaching goals, and practices of teaching". *Teaching and Teacher Education*, No. 24, pp. 478-498.

Kendall, M. (1938). "A New Measure of Rank Correlation". *Biometrika*, No. 1-2, Vol. 30, pp. 81-89.

Lebart, L., Morineau, A. y Piron, M. (2000). *Statistique exploratoire multidimensionnelle*. Paris, France: Dunod.

Lindahl, B. (2007, April). *A longitudinal study of students' attitudes towards science and choice of career*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, New Orleans, LA.

Lyons, T. (2006). "Different Countries, Same Science Classes: Students' experiences of school science in their own words". *International Journal of Science Education*, No. 6, Vol. 28, pp. 591-613.

Maltese, A.V. y Tai, R.H. (2010). "Eyeballs in the Fridge: Sources of early interest in science". *International Journal of Science Education*, No. 5, Vol. 32, pp. 669-685.

Marlowe, B.A. y Page, M.L. (2005). *Creating and sustaining the constructivist classroom*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.

Osborne, J., Simon, S. y Collins, S. (2003). "Attitudes towards science: A review of the literature and its implications". *International Journal in Science Education*, No. 11, Vol. 29, pp. 1411-1433.

Oxford, R. (1997). "Constructivism: Shape-shifting, substance, and teacher education applications". *Peabody Journal of Education*, No. 1, Vol. 72, pp. 35-66.

Pantic, N. y Wubbels, T. (2010). "Teacher competencies as a basis for teacher education – views of Serbian teachers and teacher educators". *Teaching and Teacher Education*, No. 26, pp. 694-703.

Richardson, V. (ed.). (1997). *Constructivist teacher education: Building a world of new understandings*. London, England: Falmer Press.

Shulman, L. (1986). "Those who understand: knowledge growth in teaching". *Educational Research*, No. 4, Vol. 51, pp. 445-498.

_____. (1987). "Knowledge and teaching: foundations of the new reform". *Harvard Educational Review*, No. 1, Vol. 57, pp. 1-22.

Tai, R.T., Liu, C.Q., Maltese, A.V. y Fran, X.T. (2006). "Planning early for careers in science". *Science*, No. 5777, Vol. 312, pp. 1143-1144.

Tobin, K.G. (ed.). (1993). *The practice of constructivism in science education*. Washington, DC: AAAS Press.

Von Glasersfeld, E. (1989). "Cognition, construction of knowledge, and teaching". *Synthese*, No. 1, Vol. 80, pp. 121-140.

Windschitl, M. (1999). "The challenges of sustaining a constructivist classroom culture". *Phi Delta Kappan*, No. 80, pp. 751-755.