

Esta es la primera página de la versión **POSTPRINT** del artículo: Vílchez González, J.M., Carrillo-Rosúa, J., Sabiote, C., Jiménez-Tejada, P. (2015). Imagen de ciencia de estudiantes de Magisterio. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, **29**, 157-172. DOI: 10.7203/DCES.29.4283.

El artículo original está en: <https://ojs.uv.es/index.php/dces/article/view/4283>

Imagen de ciencia de estudiantes de Magisterio

Science image of Preservice Primary teachers

Vílchez-González, J. M.¹, Carrillo-Rosúa, J.^{1,2},
Rodríguez-Sabiote³, C., Jiménez-Tejada, M. P.¹

(1) Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Granada

(2) Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra. CSIC – Universidad de Granada

(3) Dpto. de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación. Universidad de Granada

Resumen:

En este artículo se indaga en la imagen de ciencia de estudiantes de Magisterio de distintas especialidades, posibles futuros docentes de disciplinas científicas en la etapa de Educación Primaria (6-12 años). La investigación, en la que han participado 1260 estudiantes, se realizó durante tres cursos académicos comprendidos entre 2008 y 2011. Basado en el análisis de un cuestionario extraído del INPECIP, este estudio arroja como principales conclusiones que los participantes no poseen un conocimiento claro de cómo se genera y evoluciona el conocimiento científico. *Grosso modo*, la imagen de ciencia no depende del sexo, de si sus estudios preuniversitarios han guardado relación con disciplinas científicas, o de la especialidad de Magisterio cursada. Se detectan, no obstante, diferencias de matiz en relación con las tres variables.

Palabras clave:

Imagen de ciencia; Naturaleza de la ciencia, Formación inicial del profesorado; Educación Primaria; Enseñanza de las ciencias

Abstract:

This article explores the science image of Preservice Primary Teachers. These, belonging to different degrees program, are going to teach scientific subjects in Primary Education. The research, which involved 1260 students, was conducted over three academic years, between 2008 and 2011. This study is based on the analysis of a questionnaire modified from INPECIP. It shows that the participants do not have a clear understanding of how scientific knowledge is generated and evolve. Roughly, the image of science does not depend on gender or if their Secondary studies was related to scientific disciplines. Neither depends on the specific Primary Teacher Program degree. Nevertheless, nuance differences are detected, and discussed in this paper.

Keywords:

Image of Science; Nature of science, Initial teacher training; Primary education; Teaching of sciences

1. Introducción

Los problemas del alumnado de Magisterio al enfrentarse a cuestiones científicas son evidentes. Mayoritariamente manifiestan “ser de letras” (Carrillo-Rosúa *et al.*, 2010, Vílchez *et al.*, 2010) y no recordar los contenidos científicos que estudiaron en etapas anteriores. Al igual que ocurre a edades correspondientes a la Educación Secundaria (Gil Pérez *et al.*, 2005), conciben la ciencia, desde una visión elitista, como una actividad difícil y poco asequible. Además, aunque reconocen la importancia de las ciencias para su formación, sus expectativas ante la posibilidad de adquirir un conocimiento científico sólido son menores (Carrillo-Rosúa *et al.*, 2010).

Investigaciones anteriores desvelan que el alumnado de Magisterio, al finalizar su preparación, tiene una concepción empírico-inductivista de la ciencia, al igual que la mayoría de los maestros y maestras de Educación Primaria (García-Carmona *et al.*, 2011). Se detecta, además, una falta importante de reflexión sobre estas cuestiones, que en general se desconocen, lo que impedirá que este futuro profesorado enseñe correctamente estos aspectos de la ciencia normalmente no presentes de modo explícito en los libros de texto (Guisasola y Morentin, 2007).

Por otra parte, el estereotipo androcéntrico observado en diversos estudios (Archenhold, 1987; Sjoberg e Imsen, 1988; Vázquez, 1997; Vázquez y Manassero, 2004), junto a los resultados obtenidos por Vázquez y Manassero (2004, 2006), en los que los chicos tienen una imagen más positivista de las ciencias, nos hace pensar que podría ser esa la imagen que obtengamos en nuestro estudio.

Finalmente, en un estudio piloto realizado durante el curso 2008/2009 se llegó a la conclusión de que los estudiantes que habían realizado estudios preuniversitarios relacionados con disciplinas científicas mostraban una imagen más tradicional de ciencia¹ que los que no lo habían hecho (Vílchez *et al.*, 2010). Este hecho, especialmente preocupante para la enseñanza de las ciencias, se relacionó con las visiones deformadas de la ciencia y la actividad científica transmitidas por el profesorado de Educación Secundaria en su práctica docente (Fernández *et al.*, 2002).

En este artículo se indaga en la imagen de ciencia que subyace en el alumnado de Magisterio de la Universidad de Granada. Cabe señalar que aunque tener una imagen adecuada de la ciencia y la actividad científica no es condición suficiente para que realicen una instrucción adecuada sobre la ciencia en su futuro profesional, sí constituye un requisito previo necesario (Bell *et al.*, 2011). De ahí la relevancia de caracterizar dicha imagen junto con las posibles variables que pudieran tener incidencia en la misma, y, en consecuencia, la significación de este estudio.

2. Objetivos

Se plantean los siguientes objetivos de investigación:

- Comprobar si la imagen de ciencia del alumnado de Magisterio de la Universidad de Granada se acerca más a las concepciones tradicionales o, por el contrario, es más de corte constructivista.
- Determinar si la imagen de ciencia depende de variables como el sexo, el bachillerato de procedencia, o la especialidad de Magisterio.

3. Metodología

La investigación se puede incardinar en el marco de una metodología de tipo descriptivo, más exactamente como un estudio de encuesta (Babbie, 2000; Corbetta, 2007; McMillan y Schumacher, 2005).

¹ Adoptando la nomenclatura del modelo en el que se basa el estudio (Ruiz *et al.*, 2005), se denomina “concepción tradicional” a aquella que acepta los mitos y estereotipos sobre ciencia definidos por McComas (1996, 1998). En contraposición, se habla de “concepción constructivista” de la ciencia cuando se superan dichos mitos o estereotipos.

Participantes y contexto

La investigación se ha llevado a cabo durante tres cursos académicos, entre 2008 y 2011, con estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Granada matriculados en las asignaturas “*Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica*” (segundo curso de la diplomatura de Maestro de Educación Primaria) y “*Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural*” (segundo curso de las diplomaturas de Maestro de Educación Física, Educación Musical y Lengua Extranjera). No puede hablarse de proceso de muestreo alguno, sino de un intento por llegar a la población total de referencia.

Finalmente el número de participantes ascendió a 1260. El Cuadro I muestra la segregación por las variables del estudio.

Cuadro I.
Datos del alumnado participante

Especialidad	Sexo *		Estudios previos		
			Científicos	No científicos	Desconocidos
Educación Primaria	H	108	37	62	9
	M	274	77	178	19
Educación Física	H	269	133	121	15
	M	129	56	68	5
Educación Musical	H	62	22	39	1
	M	81	27	49	5
Lenguas Extranjeras	H	84	32	49	3
	M	253	68	175	10

* H: Hombres; M: Mujeres // Fuente: Elaboración propia

Instrumentos y secuencia temporal

El instrumento administrado ha sido extraído del cuestionario INPECIP (Inventario de Creencias Pedagógicas y Científicas de Profesores), diseñado y validado por Porlán (1989). En particular, de los 56 ítems del cuestionario, se han utilizado los 14 relacionados con imagen de ciencia.

Aunque el INPECIP fue diseñado inicialmente para estudio de casos, siendo sus resultados satisfactorios y de impacto internacional (Porlán y Martín, 2002; Da Silva *et al.*, 2007), nuestra primera tentativa de uso en grupos numerosos (Vílchez *et al.*, 2010) nos invitó a seguir considerándolo un instrumento útil de investigación en estos contextos, dada su fácil aplicación.

Se proporcionó al alumnado, al finalizar cada curso, un cuadro con los catorce enunciados seleccionados, siete de corte tradicional y siete más cercanos a concepciones constructivistas (Anexo). Tras aclarar en el aula las dudas que surgieron en relación con la comprensión de los enunciados, se indicó que tachasen aquellos con los que no estuvieran de acuerdo.

Aunque en sus inicios el INPECIP se diseñó como cuestionario Likert, de 1 (totalmente en desacuerdo) a 5 (totalmente de acuerdo), en este caso se decidió utilizarlo de forma dicotómica (estoy/no estoy de acuerdo) por, en primer lugar, eliminar el valor central de la escala, que no nos proporcionaría la información deseada y, en segundo, evitar el tener que hacer categorías de respuesta (por ejemplo, en una Likert de 1 a 4, el 1/2 sería no estar de acuerdo, y el 3/4 sería estarlo) para llegar a los mismos resultados.

Parámetros de calidad del instrumento de medida

El cálculo de los parámetros de calidad del instrumento, así como el desarrollo de las técnicas de análisis cuantitativo implementadas, de naturaleza descriptiva e inferencial, se han realizado con el paquete estadístico SPSS v.20 y, adicionalmente, los programas STATISTICA (v.8) y JMetrik (v 3.0).

Para la estimación de la fiabilidad, al haber implementado una sola administración, se ha considerado el método por consistencia interna. El coeficiente de referencia para estos casos de formato dicotómico es el coeficiente de Kuder-Richardson KR20. El valor de dicho coeficiente, calculado mediante la aplicación informática JMetrik, asciende a 0,60.

El valor de fiabilidad obtenido no denota, pues, una consistencia interna que nos incite a pensar en una alta estabilidad, pero sí es suficiente para asegurar que los ítems en su totalidad miden lo mismo que el total de la escala y, por tanto, se ha logrado una consistencia suficiente (Cervantes, 2005; Hogan, 2004). En relación a la validez, se ha contemplado la de contenido, es decir, en qué medida el instrumento mide lo que dice medir. Para su garantía podemos considerar que el instrumento es una técnica ya utilizada y validada con anterioridad (Porlán, 1989).

4. Resultados obtenidos y discusión de los mismos

Los resultados en bruto de este estudio, en forma de *dataset*, se encuentran en abierto en Vilchez *et al.* (2015). A continuación, se presentan los resultados analizados en torno a los interrogantes del estudio. Para ello se han implementado pruebas de carácter no paramétrico dado que se ha incumplido el supuesto de normalidad verificado mediante la prueba de Shapiro-Wilk ($p < .05$). También se aplicó el supuesto de homocedasticidad a través de la prueba de Leven ($p < .05$).

A. La imagen de ciencia del alumnado de Magisterio de la Universidad de Granada, ¿se acerca más a concepciones tradicionales o es más de corte constructivista?

Otorgando el valor “1” a los enunciados aceptados y “0” a los rechazados, se asigna a cada estudiante un valor para la concepción tradicional y otro para la constructivista (la media aritmética, que en ambos casos oscila entre 0 y 7). El Cuadro II muestra las medias de estos valores, a nivel de grupo, para ambas concepciones. Predomina, con diferencia estadísticamente significativa (W de Wilcoxon² para muestras relacionadas), aunque no a nivel de significación sustantiva (tamaño del efecto muy por debajo de 0,20) la concepción constructivista.

Cuadro II.
Concepciones tradicional y constructivista a nivel de grupo comparadas mediante la prueba de Wilcoxon y el tamaño del efecto entre medias

	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Dif. Medias	Z asociada al estadístico de Wilcoxon	Sig.	d ³
Tradicional	5,17	1,17	0,033	-0,338	-7,62	0,000***	-0,04
Constructivista	5,51	1,22	0,034				

Estadísticamente significativo al * $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$. Fuente: Elaboración propia.

Para determinar en qué grado cada estudiante muestra una concepción más tradicional o constructivista se calcula, en cada caso, la diferencia entre el número de enunciados de corte constructivista y el número de enunciados de corte tradicional aceptados. A esta variable, que oscila entre -7 y 7, la llamamos “Concepción Global” (CG). Una CG negativa apuntará hacia una concepción de ciencia tradicional, cuando sea 0 será reflejo de la coexistencia de ambas concepciones por igual, y cuando sea positiva dominará la concepción constructivista. La media de la concepción global es 0,34 y la desviación típica 1,61, ajustándose a una distribución normal. La Figura I recoge los resultados de esta operación.

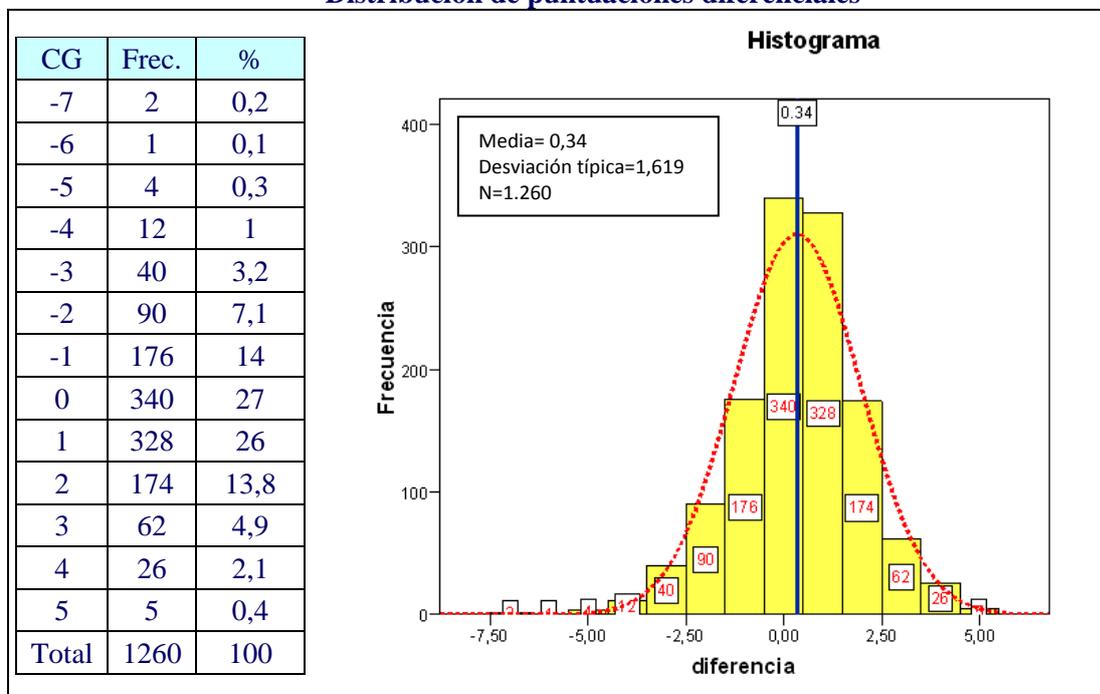
Partiendo de estos datos, en función de los valores de CG, se elaboran cinco grupos de estudiantes según su concepción de ciencia:

² Se ha utilizado y utilizarán pruebas de significación de naturaleza no paramétrica al no haber indicios empíricos suficientes que confirmen el cumplimiento de los supuestos de normalidad, homocedasticidad e independencia.

³ Tamaño del efecto calculado a partir de las diferencias entre medias de dos muestras relacionadas tomando como denominador la desviación típica combinada mediante el programa STATISTICA.

- Concepción claramente tradicional (CcT), si CG = [-7, -6].
- Concepción tradicional (CT), si CG = [-5, -4, -3].
- Concepción neutra (CN), si CG = [-2, -1, 0, 1, 2].
- Concepción constructivista (CC), si CG = [3, 4, 5].
- Concepción claramente constructivista (CcC), si CG = [6, 7].

Figura I.
Distribución de puntuaciones diferenciales



El Cuadro III muestra el número de estudiantes enmarcados en cada uno de estos grupos. El grueso de participantes (87,9 %) se sitúa en el grupo de “Concepción neutra”. En ellos coexisten aspectos de ambas concepciones de ciencia, indicativo de, como se ha adelantado en la introducción, la falta de reflexión sobre cuestiones relacionadas con la génesis y evolución del conocimiento científico. Aún siendo posturas contradictorias, la mayor parte de participantes las defienden por igual. Pocos estudiantes defienden posturas tradicionales (4,4 %) o claramente tradicionales (0,2 %). En el caso de las concepciones constructivistas, se manifiestan en el 7,4 % de los casos, no observándose ninguno en el que la concepción sea claramente constructivista.

Cuadro III.
Grupos de estudiantes según concepción de ciencia

CG	Frecuencia	Porcentaje
CcT	3	0,2
CT	56	4,4
CN	1108	87,9
CC	93	7,4
CcC	0	0
Total	1260	100

Fuente: Elaboración propia.

B. ¿Existe relación entre la imagen de ciencia y el sexo?

En el Cuadro IV se muestran las medias obtenidas para la imagen de ciencia segregadas por sexo. La concepción de ciencia no parece estar influenciada por esta variable. Si bien es

cierto que en los dos casos son los hombres los que obtienen menores medias, estas diferencias no se deben a la condición de sexo, ni estadísticamente ($p > 0,05$), ni sustantivamente (tamaños del efecto muy por debajo de 0,20)

Cuadro IV.
Resultados de la prueba de U Mann-Whitney y tamaños del efecto para el cruce de las tipologías de imagen de ciencia por sexo

	Sexo*	Media	Puntuaciones Z asociadas a la prueba de U Mann-Whitney	Sig. asintótica	d ⁴
Imagen tradicional	H	5,16	-0,33	0,89	-0,016
	M	5,18			
Imagen constructivista	H	5,47	-0,98	0,77	-0,016
	M	5,54			

* H: Hombres; M: Mujeres. Estadísticamente significativo al * $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$.
Fuente: Elaboración propia.

Aunque a nivel global no se aprecien diferencias, caber considerar realizar un estudio por ítems. El Cuadro V recoge los resultados de aplicar la prueba de Chi cuadrado de Pearson a través del cálculo de 14 tablas de contingencia 2x2 (hombre vs mujer con sí vs no) Los valores de Chi-cuadrado y la significación asintótica de cada cruce quedan recogidos en dicho cuadro V.

Cuadro V
Comparación de las respuestas (0 vs 1) por sexo (hombre vs mujer) en los diversos enunciados mediante la prueba de Chi-cuadrado de Pearson

Enunciado	Prueba Chi- cuadrado de Pearson	Sig. asintótica
T1	0,700	0,403
T2	0,158	0,691
T3	3,500	0,061
T4	3,663	0,056
T5	3,822	0,551
T6	3,822	0,153
T7	2,043	0,099
C1	3,288	0,070
C2	1,374	0,241
C3	2,800	0,094
C4	0,019	0,891
C5	0,001	0,975
C6	0,225	0,636
C7	12,234	0,000***

Estadísticamente significativo al * $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$. Fuente: Elaboración propia.

Como puede apreciarse, sólo una de las catorce tablas de contingencia implementadas ha resultado estadísticamente significativa ($p < .001$). Se trata del enunciado C7 En este sentido,

⁴ Tamaño del efecto calculado a partir de las diferencias entre medias de dos muestras relacionadas tomando como denominador la desviación típica combinada mediante el programa STATISTICA.

podemos afirmar, que son las mujeres las que muestran una opinión más desfavorable (no) al enunciado C7 (la experimentación se utiliza en ciertos tipos de investigación científica, mientras que en otros no), significativamente mayor que los hombres.

El análisis de los participantes enmarcados en concepciones “extremas” (CcT, CT y CC, Cuadro III) no arroja tampoco diferencias estadísticamente significativas en función de la variable sexo.

C. *¿Influye en la imagen de ciencia que el alumnado haya cursado, o no, estudios previos de ciencias?*

Aunque en trabajos anteriores (Vílchez *et al.*, 2010) se concluyó que el alumnado que había cursado bachilleratos relacionados con ciencias presentaba una concepción más tradicional, en este caso, como podemos observar en el Cuadro VI, no ha sido así. De hecho, las medias de concepción tradicional y constructivista son muy similares. En el caso de la imagen tradicional el alumnado procedente de Bachilleratos de ciencias ha obtenido una media inferior en relación a los que proceden de Bachilleratos que no lo son. Sin embargo, han obtenido una media más alta en la imagen constructivista. De cualquier forma, estas diferencias no son estadísticamente significativas, tampoco lo son a nivel sustantivo como queda reflejado en los tamaños de efecto calculados, muy por debajo de 0,20 y, por tanto, demasiado pequeños para denotar diferencias entre el alumnado que estudió o no previamente ciencias

Cuadro VI

Resultados de la prueba de U- Mann-Whitney y tamaños del efecto para el cruce de las tipologías de imagen de la ciencia en relación a si el alumnado ha realizado, o no, estudios previos de ciencias

	Estudios previos de ciencias	Media	Puntuaciones Z asociadas a la prueba U-Mann-Whitney	Sig.*	d ⁵
Imagen tradicional	No	5,18	-0,327	0,743	0,01
	Sí	5,16			
Imagen constructivista	No	5,48	-0,927	0,354	-0,05
	Sí	5,55			

Estadísticamente significativo al * $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$. Fuente: Elaboración propia.

Al igual que en el caso anterior, un análisis por enunciados reporta algo más de información. En el Cuadro VII se muestran los resultados de aplicar la prueba de Chi-cuadrado de Pearson, en función de si los estudios anteriores de los participantes estuvieron, o no, relacionados con ciencias (sí vs no).

Así se observan dos cruces con Chi-cuadrados de Pearson asociados a una $p < 0,05$ en el caso del enunciado T3 (toda investigación científica comienza por la observación sistemática del fenómeno estudiado) y a una $p < .01$ en el caso del enunciado C3 (el pensamiento de los seres humanos está condicionado por aspectos subjetivos y emocionales). En ambos casos, el alumnado que no había estudiado ciencias previamente se ha mostrado más favorable a un enunciado tradicional (T3), pero también a un enunciado constructivista (C3), que los estudiantes que sí habían cursado tal disciplina.

El análisis de los participantes enmarcados en concepciones “extremas” (CcT, CT y CC, Cuadro III) tampoco arroja diferencias estadísticamente significativas en función de esta variable.

⁵ Tamaño del efecto calculado a partir de las diferencias entre medias de dos muestras relacionadas tomando como denominador la desviación típica combinada mediante el programa STATISTICA.

Cuadro VII
Comparación de las respuestas (0 vs 1) por alumnado que ha realizado o no estudios previos de ciencias en los diversos enunciados mediante la prueba de Chi-cuadrado de Pearson

Enunciado	Prueba Chi-cuadrado de Pearson	Sig.asintótica
T1	0,389	0,533
T2	0,018	0,895
T3	5,19	0,015*
T4	0,180	0,677
T5	0,211	0,646
T6	2,33	0,127
T7	1,16	0,280
C1	1,22	0,269
C2	0,08	0,775
C3	9,971	0,002**
C4	0,062	0,804
C5	0,255	0,613
C6	1,244	0,265
C7	1,105	0,290

Estadísticamente significativo al * $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$. Fuente: Elaboración propia.

D. ¿Existe relación entre la imagen de ciencia y la especialidad cursada?

Este análisis tiene sentido en la medida de que los participantes pertenecientes a la especialidad de Educación Primaria, de dedicarse en un futuro a la docencia, serán con seguridad profesores de ciencias, lo que no ocurre necesariamente con el resto de especialidades.

En el Cuadro VIII se muestran las medias obtenidas para las concepciones de ciencia segregadas por titulación. La especialidad de Educación Primaria ha alcanzado medias sensiblemente más bajas en la concepción tradicional. No ocurre así en la concepción constructivista, en la que los promedios alcanzados por las cuatro titulaciones son muy similares.

Cuadro VIII.
Medias de concepciones de ciencia por especialidades

	Titulaciones	N	Media
Imagen tradicional	Educación Física	398	5,22
	Educación Musical	143	5,32
	Lengua Extranjera	337	5,18
	Educación Primaria	382	5,06
Imagen constructivista	Educación Física	398	5,50
	Educación Musical	143	5,47
	Lengua Extranjera	337	5,56
	Educación Primaria	382	5,49

Fuente: Elaboración propia

Para comprobar si estas diferencias se deben a la condición de pertenecer a una u otra especialidad se ha realizado una prueba de Kruskal-Wallis para K muestras independientes cruzando el factor especialidad con los puntajes de las concepciones de ciencia obtenidos en cada una (Cuadro IX). Los resultados muestran cómo en ninguno de los casos las diferencias de medias son estadísticamente significativas.

Cuadro IX
Prueba de Kruskal-Wallis de imágenes tradicional y constructivista por especialidad

Cruces de especialidad por tipo de imágenes de la ciencia	Valor de Prueba de Kruskal-Wallis	Sig.
Imagen tradicional por especialidad	5,65	0,130
Imagen constructivista por especialidad	0,54	0,908

Estadísticamente significativo al * $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$. Fuente: Elaboración propia

5. Conclusiones y actuaciones futuras

Asumiendo las limitaciones de la investigación, principalmente relacionadas con el uso exclusivo de cuestionarios, del análisis de resultados, y en relación con los objetivos de investigación, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- La concepción de ciencia del alumnado participante no se sustenta en un conjunto coherente y estructurado de ideas sobre la génesis y evolución del conocimiento científico. La mayoría aceptan, de modo simultáneo, concepciones de ciencia antagónicas.
- En términos globales, la concepción de ciencia de los participantes no depende del sexo, no coincidiendo con otros estudios previos (Vázquez y Manassero, 2004, 2006) que señalaban a los hombres como más defensores de una concepción tradicional.
- La imagen de ciencia del alumnado participante no depende, en términos globales, de si sus estudios preuniversitarios han estado, o no, relacionados con disciplinas científicas. Un análisis detallado de la aceptación o no de cada enunciado denota que los estudiantes que no provienen de bachilleratos de ciencias aceptan en mayor grado simultáneamente algunas creencias tradicional y constructivista de ciencia. Cabría pues considerar que las asignaturas del Bachillerato científico no juegan el papel positivo en el aprendizaje de contenidos de NdC que sería deseable. No obstante, no se llegan a los resultados de investigaciones anteriores realizadas por los autores con muestras menos numerosas (Vílchez *et al.*, 2010), que indican una situación invertida: estudiantes provenientes de disciplinas científicas, una visión menos adecuada sobre NdC. Estos resultados invitan a seguir investigando.
- La concepción de ciencia no depende de la especialidad de Magisterio cursada. A efectos de transmitir una concepción de ciencia determinada en las aulas de la etapa de Educación Primaria, el hecho de que las asignaturas sean impartidas por maestros generalistas o por especialistas de áreas concretas no tendrá influencia.

Estas últimas décadas han surgido enfoques didácticos tales como el CTS o la alfabetización científica, que proponen de modo preferente el uso de aspectos de NdC, entendida en su sentido más amplio. Paralelamente, en los programas de las asignaturas de corte tradicional no falta una unidad (normalmente al principio) dedicada a esta temática, apareciendo además en el resto de forma esporádica. Las cuestiones epistemológicas y las pertenecientes a la sociología de la ciencia se consideran, pues, esenciales en la planificación de cualquier propuesta docente (Acevedo *et al.*, 2007; Lederman, 2007; Millar, 1996; Smith y Scharmann, 1999; Spector, *et al.*, 1998).

Como se viene demandando desde foros diversos, es necesario abordar el diseño de estrategias didácticas que, de modo explícito, promuevan la evolución de ese conjunto de ideas

aisladas sobre NdC hacia una visión global y actual sobre la misma. En nuestro caso, esta necesidad se vuelve acuciante, pues parte de nuestros estudiantes serán profesores de ciencias de Educación Primaria, y trasladarán a su futuro alumnado, de modo implícito o explícito, su propia concepción de ciencia.

La reciente reforma de los planes de estudio universitarios en España ha supuesto para las titulaciones de Magisterio un aumento en el número de horas lectivas de las asignaturas de temática científica, lo que facilita la implementación de actividades explícitas sobre NdC. Dichas actividades, en la actualidad en fase de diseño, se basarán en actividades de argumentación y elaboración de material por parte de los estudiantes, cuya gran efectividad en la enseñanza de las ciencias, en la NdC, y en el conocimiento didáctico del contenido se ha puesto de manifiesto (Bell y Linn 2000; Burton, 2013; McDonald, 2010).

6. Agradecimientos

Se agradece a D^a Irene Fernández Martínez su colaboración en el tratamiento de los resultados y al Grupo de Investigación de excelencia de la Junta de Andalucía HUM 613 (Grupo de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales y de la Sostenibilidad), la financiación de esta investigación. Así mismo, se agradecen los comentarios y sugerencias de los 2 revisores anónimos y del editor de la revista, Dr. Jordi Solbes Matarredona, que han mejorado la calidad de este artículo.

7. Referencias bibliográficas

- ACEVEDO-DÍAZ, J. A., VÁZQUEZ-ALONSO, A., MANASSERO-MAS, M. A. y ACEVEDO-ROMERO, P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: aspectos epistemológicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4 (2), 202-225. http://venus.uca.es/eureka/revista/Volumen4/Numero_4_2/Acevedo_et_al_2007.pdf. [Último acceso, 30 de abril de 2015]
- ARCHENHOLD, W. J. (1987). *Science in schools. Age 15: A review 1980-84*. Londres: HSMO.
- BABBIE, E. (2000). *Fundamentos de la Investigación Social*. México: International Thompson Editores.
- BELL, P. y LINN, M. C. (2000). Scientific arguments as learning artifacts: Designing for learning from the web with KIE. *International Journal of Science Education*, 22(8), 797–817. DOI:10.1080/095006900412284
- BELL, R. L., MATKINS, J. J. y GANSNEDER, B. M. (2011). Impacts of contextual and explicit instruction on preservice elementary teachers' understandings of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(4), 414-436. DOI 10.1002/tea.20402
- BURTON, E. P. (2013). Student work products as a teaching tool for nature of science pedagogical knowledge: A professional development project with in-service secondary science teachers. *Teaching and Teacher Education*, 29(1), 156-166. DOI: 10.1016/j.tate.2012.09.005
- CARRILLO-ROSÚA, J., VÍLCHEZ GONZÁLEZ, J. M. y FERNÁNDEZ MARTÍNEZ, I. (2010). Vocación docente y actitudes hacia la ciencia del futuro profesorado de educación primaria. En L. ALCALA Y L. MAMPEL (coord.). *XVI Simposio de Enseñanza de la Geología. Teruel, ¡Fundamental!*, 16, 57- 62. Teruel: Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel, Dinopolis.
- CERVANTES, V. H. (2005). Interpretaciones del coeficiente Alfa de Cronbach. *Avances en medición*, 3, 9-28.
- CORBETTA, P. (2007). *Metodología y técnicas de investigación social*. Madrid. Mc Graw-Hill.
- DA-SILVA, C., MELLADO, V., RUIZ, C. y PORLÁN, R. (2007). Evolution of the conceptions of a secondary education biology teacher: Longitudinal analysis using cognitive maps. *Science Education*, 91(3), 461-491. DOI: 10.1002/sce.20183

- FERNÁNDEZ, I., GIL, D., CARRASCOSA, J., CAPACHUZ, A. y PRAIA, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 20(3), 477-488.
- GARCÍA-CARMONA, A., VÁZQUEZ ALONSO, A. y MANASSERO MAS, M. A. (2011). Estado actual y perspectivas de la enseñanza de la naturaleza de la ciencia: una revisión de las creencias y obstáculos del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 29(3), 403-412.
- GIL PÉREZ, D., MACEDO, B., MARTÍNEZ TORREGROSA, J., SIFREDO, G., VALDÉS, P. y VILCHES, A. (Eds.). (2005). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. Santiago de Chile: OREALC/UNESCO.
- GUISASOLA, J. y MORENTÍN, M. (2007). ¿Comprenden la naturaleza de la ciencia los futuros maestros y maestras de Educación Primaria? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 246-262. http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART2_Vol6_N2.pdf [Último acceso, 30 de abril de 2015]
- HOGAN, T. P. (2004). *Pruebas psicológicas*. México: Manual moderno.
- LEDERMAN, N. G. (2007). Nature of science: past, present, and future. En S. K. ABELL, y N. G. LEDERMAN (eds.). *Handbook of research on science education* (831-879). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- MILLAR, R. (1996). Towards a science curriculum for public understanding. *School Science Review*, 77, 7-18.
- McDONALD, C. V. (2010). The influence of explicit nature of science and argumentation instruction on preservice primary teachers' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(9), 1137-1164. DOI: 10.1002/tea.20377.
- McMILLAN, J. y SCHUMACHER, S. (2005). *Investigación educativa*. Madrid: Pearson Educación.
- PORLÁN, R. (1989). *Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo profesional. Las concepciones epistemológicas de los profesores*. Tesis Doctoral inédita. Sevilla.
- PORLÁN, R., y MARTÍN DEL POZO, R. (2002). Spanish teacher's epistemological and scientific conceptions: Implications for teacher education. *European Journal of Teacher Education*, 25(2-3), 151-169. DOI: 10.1080/0261976022000035683
- RUIZ, C., PORLÁN, R., DA SILVA, C. y MELLADO, V. (2005). Construcción de mapas cognitivos a partir del cuestionario INPECIP. Aplicación al estudio de la evolución de las concepciones de una profesora de secundaria entre 1993 y 2002. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4 (1). http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART3_Vol4_N1.pdf [Último acceso, 30 de abril de 2015]
- SJØBERG, S. e IMSEN, G. (1988). Gender and Science Education: I. En P. FENSHAM (ed.), *Development and Dilemmas in Science Education* (218-248). Londres: The Falmer Press.
- SMITH, M. U. y SCHARMANN, L. C. (1999). Defining versus describing the nature of science: A pragmatic analysis for classroom teachers and science educators. *Science Education*, 83(4), 493-509.
- SPECTOR, B., STRONG, P. y LAPORTA, T. (1998). Teaching the nature of science as an element of science, technology and society. En W. F. McCOMAS (ed.), *The nature of science in science education. Rationales and strategies* (267-276). Dordrecht ((Holanda): Kluwer Academic Publishers.
- VÁZQUEZ, A. (1997). Imagen de la ciencia en estudiantes mallorquines de secundaria. *Revista de Ciència*, 21, 121-132.
- VÁZQUEZ, A. y MANASSERO, M. A. (2004). Imagen de la ciencia y la tecnología al final de la ESO. *Infancia y Aprendizaje*, 16(4), 385-398.
- VÁZQUEZ, A. y MANASSERO, M. A. (2006). *La relevancia de la educación científica*. Islas Baleares: Universitat de les Illes Balears y Conselleria d'Educació y Cultura de les Illes Balears.
- VÍLCHEZ GONZÁLEZ, J. M., CARRILLO-ROSÚA, F. J. y FERNÁNDEZ MARTÍNEZ, I. (2010). Imagen de ciencia de los futuros titulados en Magisterio por la Universidad de

Granada. En A. M. ABRIL, y A. QUESADA (eds.). *XXIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Colección Actas* (99-109). Baeza (Jaen): Universidad de Jaen.

VÍLCHEZ GONZÁLEZ, J. M., CARRILLO-ROSÚA, F. J. y RODRÍGUEZ-SABIOTE, C. y JIMÉNEZ-TEJADA, M. P. (2015). Dataset de imagen de ciencia de estudiantes de Magisterio de la Universidad de Granada (2008-2011). Figshare. <http://dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.1400545>. [Último acceso, 1 mayo de 2015]

Anexo. Enunciados del cuestionario INPECIP relacionados con imagen de ciencia

Nombre _____ Titulación _____

Los estudios que te han permitido acceder a la Universidad (Bachillerato, COU, FP, etc.), ¿han estado relacionados con Ciencias? (Contesta solo “Sí” o “No”) _____

Tacha, de entre las siguientes afirmaciones, **aquellas con las que NO estés de acuerdo**:

(T1) Las teorías científicas obtenidas al final de un proceso metodológico riguroso, son un reflejo cierto de la realidad	(C1) En la observación de la realidad es imposible evitar un cierto grado de deformación que introduce el observador
(T2) El observador científico no debe actuar bajo la influencia de las teorías previas sobre el problema investigado	(C2) El conocimiento humano es fruto de la interacción entre el pensamiento y la realidad
(T3) Toda investigación científica comienza por la observación sistemática del fenómeno estudiado	(C3) El pensamiento de los seres humanos está condicionado por aspectos subjetivos y emocionales
(T4) La eficacia y objetividad del trabajo científico estriba en seguir fielmente las fases ordenadas del método científico: observación, hipótesis, experimentación y elaboración de teorías	(C4) El investigador siempre está condicionado en su actividad por la hipótesis que intuye acerca del problema investigado
(T5) La metodología científica garantiza totalmente la objetividad en el estudio de la realidad	(C5) El conocimiento científico se genera por la capacidad que tenemos los seres humanos de plantearnos problemas e imaginar posibles soluciones a los mismos
(T6) A través del experimento el investigador comprueba si la hipótesis es verdadera o falsa	(C6) Las hipótesis dirigen el proceso de investigación
(T7) El conocimiento científico ha evolucionado históricamente por la acumulación de teorías verdaderas	(C7) La experimentación se utiliza en ciertos tipos de investigación científica, mientras que en otros no

Nota aclaratoria (no proporcionada a los participantes). Estos enunciados, los catorce relacionados con imagen de ciencia del cuestionario INPECIP (Ruiz *et al.*, 2005), corresponden a:

- ✓ Concepción tradicional (columna izquierda): 4, 21, 22, 40, 42, 44 y 47.
- ✓ Concepción constructivista (columna derecha): 11, 23, 28, 38, 39, 51 y 55.