



¿PROGRESAN LAS CONCEPCIONES SOBRE LA CIENCIA DE FUTUROS MAESTROS/ AS TRAS LA IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTAS CONSTRUCTIVISTAS PARA LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA?

DO PRE-SERVICE TEACHERS CONCEPTIONS ON SCIENCE PROGRESS AFTER THE IMPLEMENTATION OF CONSTRUCTIVIST DIDACTIC PROPOSALS ORIENTED TOWARDS DEVELOPING SCIENTIFIC LITERACY?

AS CONCEPÇÕES SOBRE A CIÊNCIA DOS FUTUROS PROFESSORES ESTÃO PROGREDO APÓS PROPOSTAS CONSTRUCTIVISTAS DESTINADAS À ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA?

Lourdes Aragón*, Natalia Jiménez-Tenorio**

Juan José Vicente Martorell***, Marcia Eugenio-Gonzalbo****

Cómo citar este artículo: Aragón, L., Jiménez-Tenorio, N., Vicente-Martorell, J. J. y Eugenio, M. (2021). ¿Progresan las concepciones sobre la ciencia de futuros maestros/as tras la implementación de propuestas constructivistas para la alfabetización científica?. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(1), 78-95. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.15589>

Resumen

Enseñar ciencias desde una visión constructivista implica atender las concepciones previas de quien aprende. En este sentido, en el presente trabajo se analizan las concepciones que mantienen estudiantes de los Grados en Educación Primaria e Infantil sobre tres aspectos: la imagen de la ciencia, su aprendizaje y su enseñanza. Para explorarlas se utilizó el instrumento denominado Inventario de Creencias Pedagógicas y Científicas de Profesores, de tipo Likert, constituido por 56 declaraciones y que fue completado por 142 estudiantes de dos universidades españolas, ambos al inicio y al final de asignaturas cuatrimestrales diseñadas desde una perspectiva constructivista y de promoción de la alfabetización científica. Los datos se analizaron estadísticamente, entre otros, mediante análisis multivariante Traza de Pillai, univariante, y correlación de Pearson. Los resultados muestran que las concepciones iniciales de estos estudiantes evolucionaron hacia posiciones constructivistas tras implementar las propuestas didácticas, particularmente en los del Grado en Educación Primaria, quienes partieron de posiciones más

Recibido: 21 de noviembre de 2019; aprobado: 08 de mayo de 2020

* Departamento de Didáctica, Área Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Cádiz, España. lourdes.aragon@uca.es ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3062-9734>

** Departamento de Didáctica, Área Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Cádiz, España. natalia.jimenez@uca.es ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7879-9877>

*** Departamento de Didáctica, Área Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Cádiz, España. juanjose.vicente@uca.es ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7498-0214>

**** Departamento de Didáctica de las Ciencias, Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Valladolid, España. marcia.eugenio@uva.es ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7907-9780>

tradicionales. Se evidencian además relaciones entre las distintas dimensiones consideradas, excepto entre la imagen de la ciencia y su aprendizaje. Se concluye que la implementación de propuestas didácticas de corte constructivista y enfocadas a promover la alfabetización científica permite que los futuros docentes evolucionen hacia modelos de aprendizaje y enseñanza de las ciencias adecuados, a la vez que se diagnostica una mayor dificultad a la hora de abordar aspectos relacionados con la imagen de la ciencia.

Palabras Clave: alfabetización; aprendizaje; ciencias y tecnología; enseñanza; opinión; enseñanza primaria.

Abstract

From a constructivist perspective, science teaching involves attending to learners' misconceptions. In this regard, in the present work, we analyze misconceptions of pre-service teachers of Preschool and Primary School Education on three aspects: the image of science, science learning, and science teaching. To explore them we used the Inventory on Pedagogical and Scientific Beliefs of Teachers (Inventario de Creencias Pedagógicas y Científicas de Profesores), a quantitative Likert-type questionnaire constituted by 56 statements. A total of 142 students from two Spanish universities completed it, both at the beginning and at the end of subjects that had been specifically designed from a constructivist perspective and to promote scientific literacy. Data were statistically analyzed, among others, employing multivariate analyses, univariate analyses, and Pearson correlations. Results show that initial student misconceptions evolved towards constructivist positions after subjects' implementations, particularly those of students of Degree in Primary Education, who departed from more traditional positions. Moreover, relationships among the three considered dimensions are evidenced, except between the image of science and science learning. It is concluded that implementation of constructivist didactic proposals aimed to promote scientific literacy facilitates that initial pre-service teachers' beliefs evolve towards appropriate science teaching and learning models. Moreover, difficulties to approach images of science are diagnosed.

Keywords: literacy; learning; opinion; primary education; sciences and technology; teaching.

Resumo

Ensinar ciências com perspectiva construtivista implica atender às preconcepções do aluno. Nesse sentido, o presente trabalho analisa as concepções que apresentam os alunos do curso de Educação Infantil e Fundamental sobre três aspectos: a imagem da ciência, sua aprendizagem e seu ensino. Para estudá-los, foi utilizado o instrumento Inventário de Crenças Pedagógicas e Científicas do Professor, tipo Likert, composto por 56 depoimentos e preenchido por 142 estudantes de duas universidades espanholas, tanto no início quanto no final de quatro meses de disciplinas

planejadas sob uma perspectiva construtivista e de promover a alfabetização científica. Os dados foram analisados estatisticamente, entre outros, por análise multivariada de traços de Pillai, univariada e correlação de Pearson. Os resultados mostram que as concepções iniciais desses estudantes evoluíram para posições construtivistas após a implementação das propostas didáticas, principalmente na Licenciatura em Educação Primária, que partiam de posições mais tradicionais. Os relacionamentos também são evidentes entre as diferentes dimensões consideradas, exceto entre a imagem da ciência e seu aprendizado. Conclui-se que a implementação de propostas didáticas de natureza construtivista e focada na promoção da alfabetização científica permite que futuros professores evoluam para modelos apropriados de aprendizagem e ensino de ciências, diagnosticando uma maior dificuldade em abordar aspectos relacionados à imagem da ciência.

1. Introducción

Los estudios enfocados en el pensamiento del profesor analizan las interpretaciones, los significados y los conocimientos que subyacen a la práctica docente. Estos además poseen una larga trayectoria en las investigaciones desde la didáctica de las ciencias, siendo numerosos los estudios que inciden en la importancia que revisten estas concepciones y actitudes mostradas por el profesorado sobre la ciencia, y sobre la forma de aprenderla y enseñarla en su práctica docente (COLL, SÁNCHEZ, 2008; PORLÁN, RIVERO, MARTÍN, 1998). Dichas concepciones pedagógicas son personales y se adquieren de forma natural y no reflexiva a partir de las propias experiencias vividas. Además, son a menudo implícitas (CARNIATTO, FOSSA, 1998). En el caso de la enseñanza obligatoria, los estudiantes reciben información sobre los contenidos específicos de las diferentes materias, pero no sólo aprenden conceptos o procedimientos, sino que también asimilan creencias sobre la propia materia que parecen perdurar en el tiempo (BLANCO, MELLADO, RUÍZ, 1995). En este sentido, los futuros maestros en formación mantienen una serie de concepciones, actitudes y valores sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias que han desarrollado a lo largo de toda su trayectoria académica. Estas concepciones resultan más resistentes al cambio cuando se han mantenido a lo largo de mucho tiempo, y algunas investigaciones indican que suponen un verdadero obstáculo para la formación y el cambio didáctico del profesorado (CARNIATTO, FOSSA, 1998). DELVAL (2002 citado

en MELLADO, 2003, p.348) señala “que cambiar a los profesores es algo extremadamente difícil (...) Enseñan, sobre todo, como les enseñaron a ellos (...)”. Además, en muchas ocasiones estas concepciones se encuentran muy alejadas de los puntos de vista de las corrientes epistemológicas más actuales, como la filosofía y sociología de la ciencia, y de los modelos innovadores de la didáctica de las ciencias (PORLÁN, MARTÍN, 1994; PORLÁN, RIVERO, MARTÍN, 1997, PORLÁN, RIVERO, MARTÍN, 1998). En la formación inicial del profesorado el reto actual sigue siendo, como ya señalaba SANMARTÍ (2001), proporcionar oportunidades en el aula para que los estudiantes, mediante un proceso metacognitivo de reflexión sean conscientes de sus concepciones, actitudes y prácticas, en este caso, de la ciencia, para a partir de ese reconocimiento, poderlas reestructurar y hacer evolucionar su modelo didáctico personal, y al mismo tiempo continuar formándose autónomamente. Es decir, la formación inicial tiene que integrar los conocimientos académicos, las concepciones personales y el conocimiento práctico, y contribuir a generar en los futuros docentes su propio conocimiento didáctico del contenido (SHULMAN, 1987). Con este propósito, en el presente trabajo nos planteamos si es posible incidir en las concepciones personales y modelos iniciales de los futuros maestros de Infantil y Primaria en relación con las ciencias, su enseñanza y aprendizaje, a través de asignaturas del Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales en dos universidades españolas. En concreto, a partir de asignaturas que han sido diseñadas e implementadas desde una perspectiva

constructivista y con el objetivo de lograr una alfabetización científica tecnológica (ACyT) de nuestro alumnado. La ACyT de la ciudadanía es considerada como un finalidad central de la enseñanza de las ciencias por diversos motivos: culturales, de autonomía personal, de utilidad para la vida cotidiana, cívicos y democráticos para la participación social en las decisiones sobre temas de interés social y público (ACEVEDO, VÁZQUEZ, MANASSERO, 2003). Se torna así, la necesidad de una cultura científica o de ACyT como finalidad educativa fundamental (FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, 2008).

Por tanto, en este estudio nos planteamos las siguientes preguntas-problemas que integran nuestra investigación: a) ¿Existen cambios en las concepciones de los futuros maestros tras la implementación de las propuestas didácticas diseñadas desde un enfoque de ACyT?; b) ¿Existe alguna relación entre la visión inicial de los alumnos cuando es constructivista y la evolución que se observa?; c) ¿Existe relación en la evolución hacia un modelo constructivista entre las tres dimensiones consideradas, es decir, aprendizaje, imagen y enseñanza de las ciencias?; d) ¿Influyen sobre las ideas de partida de los estudiantes las variables: sexo, estudios previos y el Grado (Infantil/Primaria) que se encuentran cursando?, y e) ¿Influyen estas mismas variables en la evolución de las ideas de partida hacia posiciones más constructivistas?

2. Marco de Referencia

Las asignaturas en las que se realizó este estudio fueron diseñadas desde una perspectiva constructivista, como marco teórico adecuado para promover la ACyT del alumnado. De acuerdo a VALDIVIA (2016), la ACyT se sustenta en la visión constructivista: desde aportaciones de la Teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, el constructivismo en educación de Piaget y la Teoría socio-histórica de Vygotsky. De esta manera, tanto la estructura cognitiva del estudiante como el aprendizaje contextualizado son aspectos teóricos claves que deben considerarse a la hora de lograr aprendizajes que vinculan una finalidad de la ciencia basada en la

ACyT. Así, como señala CAÑAL (2004), una formación dirigida a alfabetizar científicamente a la ciudadanía, sólo estará orientada adecuadamente, por una parte, si se focaliza a conseguir la funcionalidad de los aprendizajes del propio sujeto, y por otra, a dotarla de significatividad, en el sentido de que las personas puedan hacer uso de estos aprendizajes en su vida diaria. Esto pasa por atender a las concepciones previas de las personas que aprenden. Es por ello, que el enfoque de ACyT parte de un marco constructivista del aprendizaje.

Por otro lado, es fundamental definir la ACyT como marco de partida. Los antecedentes de este concepto se remontan a mediados del siglo pasado, y su reivindicación como parte esencial de la educación se da a partir de la década de los noventa. Como señalan ACEVEDO, VÁZQUEZ, MANASSERO (2003), el término no es unívoco ni sencillo, y ha variado a lo largo del tiempo. Actualmente, a pesar de tratarse de un concepto clave e imprescindible para la didáctica de las ciencias, sigue sin existir unanimidad en la comunidad didáctica a la hora de interpretar dicho concepto (VÁZQUEZ-ALONSO, MANASSERO-MAS, 2015).

SHEN (1975) distinguió tres componentes de la ACyT: uno práctico (los conocimientos necesarios para la vida diaria en relación a salud y supervivencia), uno cívico (la conciencia de las complejas relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) y los conocimientos para participar en debates sobre temas tecno-científicos), y uno cultural (la consideración de la ciencia como parte de nuestra cultura y el interés hacia ella). KEMP (2002), por su parte, distinguió tres dimensiones: una conceptual (relacionada con la comprensión y los conocimientos necesarios), una procedimental (relacionada con los procedimientos y las habilidades) y otra afectiva (relacionada con las actitudes y los valores). En este sentido, HODSON (1994) concreta mucho más respecto a lo que significa ser alfabetizado científicamente, y establece que la enseñanza de las ciencias debe contemplar tres aspectos: 1) aprender de ciencia, adquiriendo y desarrollando conocimientos teóricos y conceptuales; 2) aprender sobre la naturaleza de

la ciencia (NdC), desarrollando una comprensión sobre la naturaleza de los métodos de la ciencia y de las complejas interacciones entre ciencia y sociedad; y 3) aprender a hacer ciencia, que hace mención a la práctica de la ciencia, desarrollando los conocimientos técnicos sobre la investigación científica y participando en la resolución de problemas. Si bien, la importancia de la ACyT se ha visto reflejada en las reformas educativas desarrolladas e implantadas en muchos países y también en informes de política educativa de varios organismos internacionales (ACEVEDO, 2004). Desde los años 90 existe un debate internacional alrededor a la necesidad de incluir una ACyT como elemento clave en la formación básica de todas las personas, por lo que la enseñanza de las ciencias no se debería, restringir únicamente al conocimiento científico y tecnológico, sino que los objetivos y las capacidades a desarrollar en el alumnado deben tener un carácter holístico y ser de gran relevancia social para ellos (ACEVEDO, VÁZQUEZ, MANASSERO, 2003).

En cualquier caso, está ya aceptado el hecho de que la ACyT es indispensable para el ejercicio de la ciudadanía, y a día de hoy se conecta con el concepto más novedoso de competencia científica. Según PEDRINACI et al. (2012), un ciudadano científicamente alfabetizado, y por tanto, científicamente competente, es aquel capaz de “describir, explicar y predecir fenómenos naturales, para comprender las características propias de la ciencia; es capaz de formular hipótesis e investigar problemas, así como argumentar y tomar decisiones personales sobre el mundo natural y los cambios que la actividad humana general de él” (p.31). Este hecho, según estos autores, proporciona ventajas, algunas de ellas con una aplicación curricular interesante, y es que la competencia científica “no viene sola”, es decir, viene arropada por otras competencias clave, y ofrece mejores criterios para seleccionar contenidos y evaluar aprendizajes, que permiten definir mejor las estrategias de enseñanza más adecuadas (PEDRINACI et al. 2012).

Finalmente, otra cuestión a debatir es ACyT desde cuando, a este respecto la Confederación de

Sociedades Científicas de España (COSCE) en su informe ENCIENDE (2011), advierte de la necesidad urgente de impulsar una adecuada educación científica desde los 3 años de edad; y es que se ha visto que la actitud hacia la ciencia y la tecnología parecen afianzarse en los primeros años de escolarización, lo que podría determinar el futuro desarrollo de la competencia científica de una persona adulta (ACEVEDO, MANASSERO, VÁZQUEZ-ALONSO, 2005). En dicho informe se hacen diversas recomendaciones, una de ellas incide en la importancia y en la responsabilidad del profesorado y de quienes diseñan los materiales curriculares en torno a la ACyT de la ciudadanía. En este sentido, la formación inicial y continua de los futuros educadores desde las etapas de Infantil y de Primaria juega un papel esencial en la mejora de la enseñanza de las ciencias para las nuevas generaciones (GARCÍA-CARMONA, CRIADO, CAÑAL, 2014). Para este caso que nos atañe, nos planteamos cómo podríamos incidir en una mejora de la educación científica del alumnado de los Grados en Educación Infantil y Primaria mediante el diseño de asignaturas de Didáctica de las Ciencias en donde se integren las dimensiones más relevantes de la ACyT en base a las ideas aportadas por HODSON (1994), desde una perspectiva constructivista, y desde distintas aproximaciones metodológicas, teniendo en cuenta además las creencias de los estudiantes al inicio y al término de las mismas.

3. Metodología de investigación

3.1. Contexto de la investigación.

La presente investigación se llevó a cabo en el curso académico 2015-2016 en dos de los tres grupos del 3º de los Grados en Educación Infantil y Primaria de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Cádiz, España. Asimismo, han participado en este estudio un grupo de estudiantes del 3º curso del Grado de Educación Infantil de la Facultad de Educación de Soria (España). En el caso del Grado en Educación Infantil, el estudio se enmarca dentro de las asignaturas de Didáctica del

Medio Natural y Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza y su currículo, impartidas en la Universidad de Cádiz (primer semestre) y en la Universidad de Valladolid (segundo cuatrimestre), respectivamente.

Ambas compartieron, para este estudio, el mismo diseño didáctico, en base a cuatro bloques de contenidos bien diferenciados (tabla 1). Cada uno de ellos tuvo una duración aproximada de un mes y fueron

Tabla 1. Diseño de las asignaturas de Didáctica del Medio Natural y Las Ciencias de la Naturaleza en el Currículo de la Educación Infantil impartidas en 3º de Grado en Educación Infantil en el curso 2015-2016 en la Universidad de Cádiz (UCA) y la Universidad de Valladolid (UVA), respectivamente.

Bloque de contenidos en base a HODSON (1994)	Secuencia de actividades	Principales contenidos
B.1. Finalidades y problemáticas de la enseñanza de las ciencias. ¿Qué ciencias enseñar y para qué? Saber de ciencias y saber sobre la NdC	A.1. Cuestionario individual – INPECIP. A.2. Análisis de un anuncio publicitario. A.3. Aproximación al concepto de pseudociencias: búsqueda de ejemplos y análisis de características. A.4. Reflexión sobre las debilidades y problemáticas de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. A.5. Análisis del currículo de Infantil.	Noción de ACyT. Idea de Ciencia para todos. Relaciones publicidad-ciencia y pseudociencia-ciencia. Toma de conciencia de la utilidad de los conocimientos científicos para cuestiones cercanas. Análisis del currículo de Infantil.
B.2. ¿Cómo aprende ciencias el alumno y qué dificultades encuentra? Saber de ciencias	A.6. Discusión y reflexión sobre la importancia de las ideas previas en el aprendizaje. A.7. Exploración individual de concepciones previas (digestión, experiencia de Giordan y de Vecchi (1988)). A.8. Puesta en común de ideas previas y comparación con los resultados del estudio. A.9. Explicitación de ideas previas de la clase sobre el aprendizaje de la ciencia (INPECIP). A.10. Elaboración de un informe grupal sobre concepciones previas en base a 5 lecturas. A.11. Puesta en común de la información elaborada y contraste con nueva información.	Conocimiento de las propias concepciones alternativas sobre aprendizaje de las ciencias. Aproximación a algunas concepciones previas y dificultades de aprendizaje de los alumnos de Infantil en relación a conceptos clave de ciencias. Análisis y reflexión sobre sus implicaciones para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Diferenciación entre conocimiento científico, escolar y cotidiano.
B.3. Historia y Naturaleza de las Ciencias como base para la enseñanza de las ciencias en Infantil: Saber sobre la NdC	A.12. Diferenciación y discusión: Ciencias de la Naturaleza y Naturaleza de la Ciencias (NdC). A.13. Trabajo sobre aspectos de NdC a través de biografías de científicos. A.14. Explicitación ideas previas de la clase sobre imagen de la ciencia (INPECIP). A.15. Actividades para trabajar el proceso científico y acercar al alumnado a las principales corrientes epistemológicas (“caja negra” y “diseño de experimento sobre germinación”). A.16. Realización y discusión de tabla comparativa entre las principales visiones epistemológicas y sus implicaciones didácticas.	Interés por historia y NdC. Conocimiento de las actividades de la comunidad científica. Valoración de las cuestiones socio-económicas-políticas y ético-morales en la Ciencia y la Tecnología. Fundamentos científicos sobre un tema concreto de ciencias. Práctica de la metodología científica, promoviendo el pensamiento científico y la experimentación.

<p>B.4. Estrategias de aprendizaje en Didáctica de las Ciencias y su aplicación en aulas de infantil: Saber de ciencias, Saber sobre la NdC, y saber hacer ciencias</p>	<p>A.17. Presentación de la estrategia de investigación en torno a problemas. A.18. Implementación de una investigación sobre solubilidad. A.19. Explicitación de la estrategia seguida y emisión de conclusiones didácticas. A.20. Diseño didáctico sobre algún tópico del currículo de Infantil (talleres en UVa, secuencias en UCA). A.21. Desarrollo de los diseños en aulas de 3, 4 y 5 años (UCA). A.22. Elaboración de un informe de reflexión didáctica, incluyendo propuestas de mejora. A.23. Cuestionario INPEICIP</p>	<p>Marcos de intervención didáctica y estrategias y recursos para la clase de ciencias infantil. Práctica de la metodología científica, promoviendo el pensamiento científico y la experimentación. Fundamentos científicos sobre un tema concreto de ciencias. Diseño y elaboración de propuestas didácticas. Análisis y aplicación del currículo de Infantil. Evaluación de la acción didáctica y reflexión sobre la práctica. Actitudes favorables hacia la ciencia.</p>
---	---	---

Fuente. elaboración propia.

diseñados desde una perspectiva constructivista y con objeto de lograr una ACyT de nuestro alumnado. Para ello se incorporó los aspectos considerados por HODSON (1994) para la enseñanza de las ciencias (saber de ciencias, saber sobre la NdC, y saber hacer ciencias) y contribuir a una cultura científica, siendo estos los ejes centrales para el diseño de cada uno de los bloques, y marco de referencia de la presente

investigación (tabla 1).

Para los estudiantes del Grado en Educación Primaria, el estudio se llevó a cabo desde la asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I. Ésta se imparte en la Universidad de Cádiz, en el primer semestre y se estructura en cuatro bloques bien diferenciados, con distinta duración, como se detalla en la tabla 2. Al igual que en el Grado en

Tabla 2. Diseño de la asignatura de Didáctica de la Naturaleza I impartida en el 3º curso del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Cádiz durante el curso académico 2015-2016.

Bloque de contenidos en base a HODSON (1994)	Secuencia de actividades	Principales contenidos
<p>B.1. Finalidades y problemáticas de la enseñanza de las ciencias. ¿Qué ciencias enseñar y para qué? Saber de ciencias y Saber sobre la NdC</p>	<p>A.1. Relato autobiográfico: mis experiencias sentidas de aprendizaje de las ciencias. A.2. Cuestionario individual de ideas previas INPEICIP. A.3. Debate sobre la utilidad de aprender ciencia. A.4. Análisis de los aspectos negativos de las pseudociencias y los anuncios publicitarios. Qué debe hacer la enseñanza de las ciencias para atajar sus efectos. A.5. Búsqueda y análisis de un ejemplo de pseudociencia y anuncio publicitario. A.6. Reflexión sobre una noticia del periódico sobre la decisión de un pueblo en colocar una antena para telefonía móvil. A.7. Análisis de las debilidades y problemáticas de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. A.8. Análisis de los pilares que soportan el curriculum de las ciencias.</p>	<p>Concepto de ACyT. Idea de Ciencia para todos. Relaciones publicidad-ciencia y pseudociencia-ciencia. Participación democrática de la ciudadanía en la toma de decisiones tecno-científicos. Toma de conciencia de las diferentes dimensiones asociadas a la problemática de la enseñanza de las ciencias y en su aprendizaje. Primera aproximación al curriculum de Primaria.</p>

<p>B.2. Aprendizaje de un tópico de ciencia (sistema Sol-Tierra) basada en la modelización y cambio conceptual. Saber de ciencias, Saber sobre la NdC, y saber hacer ciencias.</p>	<p>A.9. Exploración de ideas previas sobre el tópico de las estaciones. A.10. Análisis de las concepciones de otros estudiantes. A.11. Secuencia de Enseñanza-Aprendizaje basada en modelización (Jiménez-Tenorio et al. 2016). A.12. Puesta en común en gran grupo del modelo final para explicar el fenómeno de las estaciones. A.13. Elaboración de un informe de reflexión sobre la experiencia vivida.</p>	<p>Conocimiento de las propias concepciones alternativas sobre el tópico a aprender. Aproximación a algunas concepciones previas y dificultades de aprendizaje en relación al conocimiento de las estaciones. Fundamentos científicos sobre un tema concreto de ciencias, sistema Sol-Tierra. Práctica de la metodología científica, promoviendo el pensamiento científico y la experimentación. Fomento de la competencia científica. Trabajo simulado a un científico. Toma de conciencia de la importancia de los modelos en la ciencia. Interés por historia y NdC. Diferenciación entre conocimiento científico, escolar y cotidiano.</p>
<p>B.3. Reconstrucción y análisis de la experiencia del aprendizaje recibido para aplicarlo en relación a otro tópico. Saber de ciencias y Saber hacer ciencia</p>	<p>A.14. Realización de un trabajo de indagación grupal sobre un tema de ciencia del currículum. A.15. Búsqueda de las dificultades de aprendizaje del tópico elegido. A.16. Revisión del currículum de Primaria. A.17. Análisis crítico de los libros de texto de Primaria. A.18 Síntesis del trabajo de indagación en formato póster.</p>	<p>Fundamentos científicos sobre un tema concreto de ciencias. Fomento de la competencia científica. Desarrollo de indagación científica. Segunda aproximación al currículum de Primaria. Entendimiento de las ciencias y su enseñanza.</p>
<p>B.4. Puesta en común y obtención de conclusiones. Saber de ciencias y Saber hacer ciencia</p>	<p>A.19. Comunicación y defensa de los resultados obtenidos del trabajo de indagación en un pseudocongreso. A.20. Análisis y evaluación de los trabajos de indagación ajenos. A.21. Cuestionario INPECIP</p>	<p>Difusión de la labor de un científico. Desarrollo de la comunicación científica. Evaluación de la práctica científica. Conocimiento y vivencia en la participación de un pseudocongreso. Satisfacción personal hacia la propia experiencia y hacia la ciencia. Interés y motivación hacia la ciencia. Formación científica desde el conocimiento, destrezas y actitudes.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Educación Infantil, estos bloques se diseñaron en base a las dimensiones comentadas anteriormente de HODSON (1994). Asimismo, en el segundo bloque las principales estrategias utilizadas fueron el aprendizaje basado en modelos y el cambio conceptual (ver para más detalles JIMÉNEZ-TENORIO et al. 2016).

Tabla 1. Diseño de las asignaturas de Didáctica del Medio Natural y Las Ciencias de la Naturaleza en el Currículo de la Educación Infantil impartidas en 3º de Grado en Educación Infantil en el curso 2015-2016 en la Universidad de Cádiz (UCA) y la Universidad de Valladolid (UVa), respectivamente.

3.2. Participantes.

Los datos de edad, sexo y estudios previos de los participantes de este estudio fueron obtenidos a través de una serie de preguntas personales que aparecían al inicio del cuestionario INPECIP. El estudio fue realizado sobre una muestra de 142 estudiantes, mayoritariamente mujeres (84%, frente al 16% de hombres), de edades comprendidas entre los 19 y 24 años, siendo este rango el 91% de los estudiantes. El 36% de los estudiantes estaban cursando el Grado en Educación Primaria, y el 64% el Grado en Educación Infantil. Con respecto a los estudios previos al ingreso en la Universidad, cabe destacar que más de las tres cuartas partes de los estudiantes cursaron Bachillerato. De entre estos alumnos, la mayoría escogieron la modalidad de Humanidades y Ciencias Sociales (82%), el 16% la de Ciencia y Tecnología, y únicamente un 2% la de Ciencias de la Salud, lo que se traduce en que el 78% del alumnado no había cursado ninguna asignatura relacionada con las ciencias desde hacía 4 años o más.

3.3. Instrumento de recogida de información.

La exploración de las creencias pedagógicas y científicas que mantuvieron los futuros maestros de infantil y primaria se movió a un nivel de conocimiento declarativo, dado que para su estudio se utilizó un cuestionario en dos momentos: al inicio y tras la finalización de cada asignatura. En concreto, se trata del Inventario de Creencias Pedagógicas y Científicas de Profesores (INPECIP), diseñado y validado por PORLÁN, RIVERO, MARTÍN (1997); PORLÁN, RIVERO, MARTÓN (1998). Éste presenta un total de 56 declaraciones, para las cuales los estudiantes tenían que indicar su grado de acuerdo o desacuerdo utilizando una escala de tipo Likert con 5 niveles: "Totalmente de acuerdo" (5), "De acuerdo" (4), "Indeciso" (3), "En desacuerdo" (2) y "Totalmente en desacuerdo" (1). Las declaraciones se agruparon en torno a las tres dimensiones contempladas por RUIZ et al. (2005): Imagen de la Ciencia, Aprendizaje de las Ciencias y Enseñanza de las Ciencias.

Para cada dimensión se identificaron dos modelos

didácticos contrapuestos: uno de enfoque tradicional y otro de enfoque constructivista, representados cada uno por un cierto número de declaraciones del instrumento (7 en cada caso, con excepción de la dimensión Enseñanza de las Ciencias que presentó 13 para el modelo tradicional y 10 para el constructivista). Posteriormente, se construyó una escala bipolar cuyos extremos marcan posicionamientos didácticos acordes con uno y otro modelo, y cuyos valores intermedios representan concepciones comprendidas entre ambos. Al objeto de reagruparlos con los del modelo constructivista en una misma escala, los valores de las declaraciones correspondientes a percepciones acordes al modelo tradicional fueron invertidos. De este modo, valores altos de la escala resultante se corresponderían con percepciones próximas a un marco constructivista, mientras que valores bajos se corresponderían con percepciones próximas a un modelo tradicional. Finalmente, y para adecuar el estatus de los valores obtenidos al de escalas ordinales acordes con los datos originales de las declaraciones, se procedió a segmentar cada escala construida en cinco niveles: 1) Tradicional, 2) Cuasi-tradicional, 3) Ambivalente, 4) Cuasi-constructivista, 5) Constructivista.

3.4. Análisis de los datos.

Para el análisis de los resultados se hizo uso de pruebas paramétricas, ya que parece demostrado que son lo suficientemente robustas a violaciones de normalidad cuando las muestras son grandes (GLASS, PECKHAM, SANDERS, 1972; HARWELL, RUBINSTEIN, HAYES, 1992; LIX, KESELMAN, KESELMAN, 1996; SCHMIDER et al. 2010). En este trabajo se realizaron diferentes análisis estadísticos y de frecuencias, entre los que se encuentran el análisis multivariante Traza de Pillai, el análisis univariante y el análisis de Correlación de Pearson. Asimismo, se emplearon diferentes estadísticos de Cohen para evaluar el índice de tamaño de efecto -al tratarse de una muestra de estudio grande- de los diferentes análisis, siguiendo los criterios del propio autor (COHEN, 1998). De este modo, se consideró

el tamaño de efecto de las correlaciones como: grande $r=0,5$, mediano $r=0,3$ y pequeño $r=0,1$; y se ha empleado la f de Cohen considerando como grande $f=0,4$, mediano $f=0,25$ y pequeño $f=0,1$; y el estadístico d de Cohen considerando el índice de efecto grande cuando $d=0,8$, mediano $d=0,5$ y pequeño $d=0,2$. Los análisis llevados a cabo para cada uno de los objetivos planteados fueron los siguientes:

Para evaluar si existió un cambio significativo en las concepciones de los alumnos tras la implementación de las intervenciones didácticas, se utilizó la significación del contraste multivariado Traza de Pillai, empleando la f de Cohen como índice de tamaño de efecto. En caso afirmativo, se realizó el análisis de los contrastes univariados mediante la t de Student entre las respuestas obtenidas antes y después, y para cada una de las dimensiones estudiadas del cuestionario INPECIP (Aprendizaje de las Ciencias, Imagen de las Ciencias y Enseñanza de las Ciencias) se utilizó como índice de tamaño de efecto de dichos contrastes la d de Cohen. Para estudiar si existió relación entre la visión inicial (medida en base a la puntuación inicial en el cuestionario) y la evolución hacia el constructivismo (medida como la diferencia entre la puntuación inicial y final), se empleó el coeficiente de correlación de Pearson para cada una de las dimensiones del cuestionario. El tamaño de efecto se valoró según el criterio de Cohen para dichas correlaciones.

Por otro, para analizar si existió relación en la evolución hacia visiones constructivistas de los alumnos entre las tres dimensiones consideradas, se calcularon los coeficientes de correlación de Pearson entre los valores obtenidos como de las puntuaciones final e inicial del cuestionario para cada una de las dimensiones. El tamaño de efecto se valoró según el criterio de Cohen para dichas correlaciones. Para estudiar si las variables consideradas en este estudio (sexo, Grado en Educación Infantil o en Educación Primaria, estudios previos de ciencias) tuvieron influencia sobre la visión inicial de los alumnos, se evaluó la significación del contraste multivariado Traza de Pillai en las dimensiones Aprendizaje de

las Ciencias, Imagen de las Ciencias y Enseñanza de las Ciencias, para lo que se empleó como índice de tamaño de efecto la f de Cohen. En caso afirmativo, se realizó el análisis de contrastes univariados mediante la t de Student entre las respuestas obtenidas antes y después de la implementación de las propuestas didácticas; como índice de contraste de efecto se utilizó la d de Cohen.

Finalmente, para la influencia de esas mismas variables sobre la evolución hacia el constructivismo de los alumnos, se empleó la significación del contraste multivariado Traza de Pillai en las dimensiones Aprendizaje de las Ciencias, Imagen de las Ciencias y Enseñanza de las Ciencias; como índice de tamaño de efecto de dichos contrastes, se utilizó la f de Cohen. El proceso de codificación y transformación de datos, así como los análisis de frecuencias y las pruebas estadísticas se realizaron con el programa IBM SPSS Statistics v.21.

4. Resultados y discusión

Uno de los fines básicos de la enseñanza de las ciencias es lograr que los estudiantes alcancen una adecuada comprensión de su naturaleza, pero las evidencias muestran que los alumnos –y los docentes– poseen visiones de la ciencia que distan de las que mantienen tanto los científicos como los epistemólogos (PETRUCCI, DIBAR-URE, 2001). En estudios que documentan sus visiones sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, y sobre su naturaleza, se observa la existencia de un espectro de posiciones que van desde el subjetivismo hasta el realismo; incluso la visión de un estudiante que afirma que el conocimiento científico se aproxima a la verdad y que ésta existe independientemente de la conceptualización humana puede a la vez sostener que el conocimiento científico es función del entorno social de los científicos, y preferir una clase de laboratorio que utilice una metodología de enseñanza por investigación autodirigida, en la que las interpretaciones discrepantes son negociadas (ROTH, ROYCHOUDHURY, 1994). Es como si los estudiantes separaran su conocimiento

en compartimentos, lo que les permitiría sostener simultáneamente visiones inconmensurables sin darse cuenta del conflicto. Una posibilidad es que en ese conocimiento sobre la NdC y su enseñanza-aprendizaje coexistan las ideas preconcebidas de los estudiantes que se originaron de forma previa a recibir enseñanza formal sobre aspectos concretos, bien en su entorno social o en la propia aula (POZO et al. 1991), pues es sabido que la enseñanza formal no siempre consigue modificar las ideas previas, y que uno de los posibles resultados es la coexistencia de conocimientos que entran en conflicto y que se emplean en diferentes situaciones (CUBERO, 1989). Sabemos que el conocimiento de los estudiantes de Magisterio sobre la enseñanza y aprendizaje de las ciencias se encuentra influido en gran medida por sus experiencias como alumnos, por lo que suele ser próximo a un enfoque transmisivo y es difícil de cambiar (BESWICK, 2006). También es generalmente aceptado en el ámbito de la enseñanza de las ciencias que la formación de un profesor debe estar organizada en torno a este conocimiento inicial y ha de proporcionar oportunidades para facilitar su evolución (SANMARTÍ, 2001), de nuevo en un paralelismo con la función que cumplen las ideas previas en relación al aprendizaje de las ciencias: el punto de partida para hacerlas evolucionar hacia concepciones más acordes con las interpretaciones científicas actuales (CAÑAL, 1986). Nuestro trabajo de investigación se enmarca, pues, en una línea de larga tradición en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias Experimentales. El interés por las ideas de los maestros en formación inicial sobre las ciencias, su enseñanza y su aprendizaje, sigue vigente, dado el amplio consenso existente en relación a que las creencias de los maestros influyen su práctica docente en el aula (BESWICK, 2006). A continuación, presentamos y discutimos los resultados obtenidos en relación a cada una de las preguntas de investigación que nos planteamos, en el mismo orden en que se presentaron anteriormente.

4.1. ¿Existen cambios en las concepciones de los futuros maestros/as tras la implementación de las

propuestas didácticas diseñadas para lograr una ACyT del alumnado?

El análisis del contraste multivariado mostró diferencias significativas en las concepciones del alumnado con un tamaño de efecto grande ($F(3, N=139) = 9,89, p < 0,001, f = 0,46$) entre la visión inicial y final de los alumnos. Así, los subsiguientes análisis de los contrastes univariados revelaron un aumento significativo en la visión constructivista de los alumnos después de implementar propuestas didácticas de base constructivistas y enfocadas hacia la ACyT, con un tamaño de efecto grande ($t(N=141) = -5,28, p < 0,001, d = 0,89$) para la dimensión Aprendizaje de las Ciencias. También se detectó un aumento significativo para la dimensión Enseñanza de las Ciencias, aunque con tamaño de efecto mediano ($t(N=141) = -2,56, p = 0,012, d = 0,21$). En cambio, no se produjo un cambio significativo para la dimensión Imagen de las Ciencias ($t(N=141) = -1,46, p = 0,148, d = 0,43$). En el caso de esta última dimensión, referida a la imagen de las ciencias correspondiente en este trabajo con aspectos relacionados con la NdC, los resultados coinciden con los datos obtenidos en estudios anteriores. En una revisión de GARCÍA-CARMONA, VÁZQUEZ-ALONSO, MANASSERO-MAS (2012) indican que estudiantes de distintas edades y países muestran concepciones de NdC más próximas a una visión absolutista o empirista de la ciencia. Por tanto, se denota una escasa comprensión sobre estos aspectos que se consideran esenciales desde la perspectiva actual de la enseñanza de las ciencias para lograr así una adecuada ACyT de la ciudadanía. Los cambios en las concepciones del alumnado sobre la NdC son lentos, y requieren de propuestas didácticas que reduzcan la propia complejidad de la NdC, lo cual parece repercutir en la motivación del alumnado pero también en la del docente (VÁZQUEZ-ALONSO et al. 2014). ACEVEDO (2009) destaca ciertos factores que dificultan una enseñanza adecuada de la NdC, uno de ellos está precisamente ligado con el papel del docente, el cual suele desconocer los enfoques didácticos más eficaces para una adecuada

enseñanza de la NdC.

4.2. ¿Existe alguna relación entre la visión inicial de los alumnos cuando es constructivista y la evolución que se observa?

Mediante la correlación de Pearson se encontró una relación significativa entre una mayor visión constructivista inicial (puntuación inicial) y una menor evolución hacia el constructivismo tras el periodo de clases (diferencia entre puntuación final e inicial), con un tamaño de efecto mediano para todas las dimensiones (Aprendizaje de las Ciencias: $r(N=142) = 0,36$, $p < 0,001$; Imagen de las Ciencias: $r(N=142) = 0,43$, $p < 0,001$; Enseñanza de las Ciencias: $r(N=142) = 0,49$, $p < 0,001$). Se observó que la evolución hacia posiciones constructivistas fue más acusada en aquellos estudiantes que partieron de posiciones más tradicionales, en relación con aquellos que ya partían de posiciones constructivistas. Se trata de un resultado esperable, ya que las posibilidades de evolución de estos últimos estudiantes eran menores. No obstante, los resultados de esta investigación muestra que la evolución de las concepciones de nuestro alumnado fue progresiva. Sin embargo, y a diferencia de los resultados obtenidos del estudio DA SILVA et al. (2005), esta evolución fue simultánea en todas las dimensiones y así lo reflejan los datos, al ser el tamaño de efecto el mismo. No obstante, hay que tener en cuenta que las investigaciones de estos autores fueron realizadas en 16 años, contando por tanto, con un periodo de evolución bastante más amplio que el nuestro. Estos autores indican que en primer lugar, cambiaron sus concepciones sobre la enseñanza/aprendizaje de las ciencias, cuando fueron conscientes de la existencia de las ideas alternativas de los estudiantes, y posteriormente, sobre la NdC, que permaneció estable los primeros años y en orientaciones básicamente empiristas. El proceso de cambio de dichas concepciones en ambas dimensiones tampoco ocurrió de manera uniforme en los resultados de GALLEGO, PÉREZ (2002).

Por otra parte, existen investigaciones que evidencian

como en ocasiones ocurre evoluciones modestas de las concepciones como es el caso de RUIZ et al. (2005). Estos autores observaron que las concepciones tanto de aprendizaje como las de enseñanza de las ciencias de una profesora estuvieron claramente vinculadas al modelo constructivista desde el comienzo del estudio. También PONTES, POYATO, OLIVA (2015) encontraron alumnos con posiciones próximas al enfoque constructivista y que, en términos globales parece que se localizan en las concepciones sobre el aprendizaje. Los resultados de estos estudios son similares a una parte de los obtenidos en nuestra investigación. Aunque puede ocurrir que no haya patrones de cambio como nos comenta PETRUCCI, DIBAR-URE (2001). Todo esto nos lleva a plantear si realmente puede haber una diversidad en los tipos de cambios experimentado por cada persona en función de su nivel de partida y, sobre todo, de llegada. Los itinerarios concretos de cambio que experimentó el equipo de RIVERO et al. (2017) fueron muy diversos. Ocurrieron progresiones débiles, medias, notables y fuertes, siendo las fuertes las menos numerosas. De todas formas, hay que tener en cuenta que los participantes podrían contestar pensando qué se espera de ellos, en función de supuestas “buenas prácticas” o pautas de enseñanza-aprendizaje “políticamente correctas” (PONTES, POYATO, OLIVA, 2015).

4.3. ¿Existe relación en la evolución hacia un modelo constructivista entre las tres dimensiones consideradas, es decir, aprendizaje, imagen y enseñanza de las ciencias?

El análisis de las correlaciones entre las dimensiones muestra que existe relación entre algunas de ellas, con tamaño de efecto pequeños. En concreto entre Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias ($r(N=142) = 0,3$, $p = 0,006$) y entre Enseñanza e Imagen de las Ciencias ($r(N=142) = 0,22$, $p = 0,009$). En cambio, no se encontró relación entre Aprendizaje e Imagen de las Ciencias ($r(N=142) = 0,12$, $p = 0,153$). A este respecto, cabe señalar que el aprendizaje presenta un carácter gradual, de manera que es posible

detectar niveles o estadios de conocimiento intermedios entre el nivel inicial y el de referencia, lo que ZEMBAL-SAUL, MUNFORD, FRIEDRICHSEN (2002) denominan levels of representation del conocimiento de los profesores. Estos niveles pueden suponer una ampliación del conocimiento en torno al fenómeno estudiado, o una reformulación o sofisticación de éste, y es posible secuenciarlos a modo de trayectorias conceptuales o progresiones de aprendizaje (DUSCHL, MAENG, SEZEN, 2011). El enfoque de las LP (las siglas en inglés del término learning progressions) es ya central en la investigación en enseñanza de las ciencias y en el desarrollo del currículum de ciencias (TALANQUER, 2013). Muy recientemente, algunos autores han puesto el foco en la progresión en la enseñanza de las ciencias de los futuros maestros (HAMED AL-LAL, 2016). Es interesante que se ha observado que: (1) los maestros parten mayoritariamente de un enfoque transmisor de la enseñanza de las ciencias, (2) el cambio en su conocimiento ha sido gradual, y no se han detectado de forma mayoritaria grandes transformaciones, siendo las progresiones más frecuentes medias o notables (3) la evolución no se ha dado homogéneamente en los distintos componentes, siendo de mayor alcance en secuencia metodológica y de menor en finalidad de la evaluación, y (4) finalmente los maestros muestran una gran diversidad de enfoques (MARTÍN DEL POZO, RIVERO, SOLÍS, 2017).

En nuestro estudio, la evolución de las concepciones de los maestros en formación inicial es distinta para las tres grandes dimensiones que se diferenciaron siguiendo a RUIZ et al. (2005), y se evidencia una relación entre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y entre la enseñanza y la imagen de las ciencias que no se encuentra, sin embargo, entre aprendizaje e imagen de las ciencias. La imagen de las ciencias parece ser entonces la dimensión más estable o resistente al cambio y, desde la perspectiva de la Didáctica de las Ciencias, aquella sobre la que la formación debería incidir, puesto que su aprendizaje parece ser más complejo. La literatura especializada insiste en que uno de los fines básicos

de la enseñanza de las ciencias es lograr que los estudiantes alcancen una adecuada comprensión de su naturaleza (PETRUCCI, DIBAR-URE, 2001), entendida como el reconocimiento y comprensión del conjunto de valores y supuestos inherentes al desarrollo del conocimiento científico (LEDERMAN, ZEIDLER, 1987). La Imagen de la Ciencia que los estudiantes adquieren parece no implicar una reflexión y elaboración por su parte, y será necesario incidir en ella con propuestas didácticas específicas, como las denominadas controversias actuales o históricas, narraciones de historia de la ciencia que plantean diversos aspectos sobre la naturaleza de la ciencia, tanto epistémicos (relativos al conocimiento científico y a los procesos de la ciencia) como no epistémicos (factores internos y externos a la comunidad científica) (ACEVEDO-DÍAZ, ARAGÓN-MÉNDEZ, GARCÍA-CARMONA, 2018; ACEVEDO-DÍAZ, GARCÍA-CARMONA, 2017; GARCÍA-CARMONA, ACEVEDO-DÍAZ, ARAGÓN-MÉNDEZ, 2018).

4.4. ¿Influyen sobre las ideas de partida de los estudiantes las variables: sexo, estudios previos y el Grado (Infantil/Primaria) que se encuentran cursando?

En relación con las variables consideradas (sexo, Grado en Educación Infantil o en Educación Primaria, contacto anterior con materias de ciencias), el análisis del contraste multivariado sólo detectó diferencias significativas, con un tamaño de efecto grande, en función de si los estudiantes cursaban el Grado de Educación Infantil o el de Educación Primaria ($F(3, N=138) = 9,68, p < 0,001, f = 0,51$). Tras el análisis de los contrastes univariados, se encontró un promedio significativamente superior en la visión inicial constructivista en los alumnos que estaban cursando Educación Infantil para las tres dimensiones: para Aprendizaje de las Ciencias con tamaño de efecto grande ($t(N=140) = 5,02, p < 0,001, d = 0,88$), para Imagen de las Ciencias con tamaño de efecto mediano ($t(N=140) = 3,11, p = 0,002, d = 0,53$) y para Enseñanza de las Ciencias de los alumnos con tamaño de efecto pequeño ($t(N=140) = 2,92, p = 0,004, d = 0,35$).

Estos resultados son coincidentes con los observado en alumnos de magisterio de la Universidad de Granada (VÍLCHEZ-GONZÁLEZ et al. 2014), a partir de un estudio llevado a cabo durante tres cursos académicos, se concluyó que el género y que los alumnos hubiesen cursado, o no, estudios previos de ciencias no eran factores que influyesen en la Imagen de la Ciencia que mostraban los alumnos en sus concepciones. Asimismo, existe una relación entre los resultados con estudios recientes sobre las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes que concluyen que el género tiene poca relación con estas (NAVARRO, FÖRSTER, 2012; ORBAY et al. 2010), las cuales pueden estar relacionada con la Imagen de la Ciencia de los alumnos.

4.5. *¿Influyen estas mismas variables en la evolución de las ideas de partida hacia posiciones más constructivistas?*

El análisis de contraste multivariado no detectó efecto significativo de ninguna de esas tres variables (sexo, grado y contacto anterior con materias de ciencias) sobre la evolución de las ideas de los estudiantes.

5. Conclusiones

El presente estudio evidencia, después de implementar propuestas didácticas de corte constructivista y orientadas a una ACyT dirigida hacia el Saber de ciencias, Saber sobre la NdC, y Saber hacer ciencias (HODSON, 1994), en la formación inicial de maestros, un cambio significativo en la visión del alumnado hacia posiciones más constructivistas, siendo esta evolución mayor en la dimensión de Aprendizaje de la Ciencias, y en Enseñanza de las Ciencias. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre la posiciones iniciales y finales para la dimensión Imagen de la Ciencia. Estos resultados serían esperables en el caso de estudiantes del Grado en Educación Primaria, puesto que por un lado, la propuesta didáctica no tenía actividades concretas que ayudasen a explicitar aspectos de la

NdC a diferencia de la propuesta del Grado en Educación Infantil. Por otro, el número de estudiantes de Educación Primaria predominaron sobre los de Infantil en este estudio (61% frente al 39%). Además, se observó que la evolución hacia posiciones constructivistas fue más acusada en aquellos estudiantes que partieron de posiciones más tradicionales, en relación con aquellos que ya partían de posiciones constructivistas. Éste es un resultado esperable, en tanto en cuanto las posibilidades de evolución de estos últimos estudiantes eran menores.

Analizando la relación de la evolución al constructivismo de las dimensiones entre sí, se observa que la evolución de la Enseñanza de la ciencia se relaciona tanto con la Imagen como con el Aprendizaje, sin embargo no hay relación entre el Aprendizaje e Imagen de la Ciencia. Es probable que los estudiantes no vieran relaciones entre cómo se construye la ciencia, o con aspectos sociales-históricos, en definitiva, con contenidos que engloban la NdC y que se consideran relevantes para contribuir a una cultura científica (HODSON, 1994). Dichos contenidos en sí mismos conllevan un cierto grado de complejidad al no ser tratados en cursos anteriores. Por tanto, es comprensible que no encuentren puntos coincidentes entre dichas dimensiones, más si cabe, si estos contenidos pocas veces se explicitan o se reflexiona sobre ellos en las aulas. Por tanto, podemos considerar que en la formación inicial de maestros, no deja de ser un reto, integrar y mejorar estos aspectos desde las asignaturas de Didáctica de las Ciencias, con una mayor incidencia de actividades basadas en la investigación científica, en la filosofía e historia de la ciencia, contextualizadas en la perspectiva Ciencia, Tecnología y Sociedad, dado a los resultados moderadamente positivos que se están obtenido en los aprendizajes del alumnado (ACEVEDO et al., 2005).

6. Referencias

ACEVEDO, J.A. Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (I): el marco teórico. **Revista Eureka**

- sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, Cádiz, v. 6, n. 1, pp. 21-46. 2009.
- ACEVEDO, J.A. Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v. 1, n. 1, pp. 3-15. 2004.
- ACEVEDO, J.A.; MANASSERO, M.A.; VÁZQUEZ-ALONSO, Á. Orientación CTS de la alfabetización científica y tecnológica de la ciudadanía: un desafío educativo para el siglo XXI. In: MEMBIELA, P.; PADILLA, E. (Org.). **Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque CTS en los inicios del siglo XXI**. Educación Editora. Vigo: España, 2005, pp-7-14.
- ACEVEDO, J.A.; VÁZQUEZ, A.; MANASSERO, M.A. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 2, n. 2, pp. 80-111. 2003.
- ACEVEDO, J.A.; et al. Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v. 2, n. 2, pp. 121-140. 2005.
- ACEVEDO-DÍAZ, J.A.; ARAGÓN-MÉNDEZ, M.A.; GARCÍA-CARMONA, A. Comprensión de futuros profesores de ciencia sobre aspectos epistémicos de la naturaleza de la ciencia en cuatro controversias de historia de la ciencia. **Revista Científica**, Bogotá, v. 3, n. 3, pp. 344-355. 2018.
- ACEVEDO-DÍAZ, J.A.; GARCÍA-CARMONA, A. **Controversias en la historia de la ciencia y cultura científica**. Catarata. Madrid: España, 2017.
- BESWICK, K. The Importance of Mathematics Teachers' Beliefs. **Australian Mathematics Teacher**, Adelaide, v. 62, n. 4, pp. 17-22. 2006.
- BLANCO, L.J.; MELLADO, V.; RUIZ, C. Conocimiento didáctico del contenido en ciencias experimentales y matemáticas y formación de profesores. **Revista de Educación**, Madrid, v. 607, pp. 427-446. 1995.
- CAÑAL, P. La alfabetización científica: ¿necesidad o utopía?. **Cultura y Educación**, v. 16, n. 3, pp. 245-257. 2004.
- CAÑAL, P. Las representaciones de los alumnos. ¿Errores a eliminar o pasos necesarios en el proceso evolutivo de reconstrucción personal del conocimiento?. In: **IV JORNADAS DE ESTUDIO SOBRE LA INVESTIGACIÓN EN LA ESCUELA**, pp.133-138, Sevilla. Actas. 1986.
- CARNIATTO, I.; FOSSA, A.M. La creencia docente y los obstáculos epistemológicos. Una investigación con profesores del curso de ciencias biológicas. In: BANET, E., DE PRO, A. (Org.). **Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias**. DM. Murcia: España, 1998. pp. 196-203.
- COHEN, J. **Statistical power analysis for behavioral sciences** (2ed.). Lawrence Erlbaum. New York: United States of America, 1998.
- COLL, C.; SÁNCHEZ, E. Presentación. El análisis de la interacción alumno-profesor: líneas de investigación. **Revista de Educación**, Madrid, v. 346, pp. 15-32. 2008.
- CONFEDERACIÓN DE SOCIEDADES CIENTÍFICAS DE ESPAÑA. **Informe ENCIENDE. Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España**. COSCE. Madrid: España. 2011. 115 páginas.
- CUBERO, R. **Cómo trabajar con las ideas de los alumnos**. Díada. Sevilla: España.1989.
- DA SILVA, C.; et al. Evolución de las concepciones didácticas y epistemológicas de una profesora de biología de secundaria. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, Número extraordinario, pp. 1-5. 2005. Disponible en: <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRA304evocon.pdf>
- DUSCHL, R.; MAENG, S.; SEZEN, A. Learning progressions and teaching sequences: A review and analysis. **Studies in Science Education**, Londres, v. 47, n. 2, pp. 123-182. 2011.
- FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, M. Ciencias para el Mundo Contemporáneo. Algunas reflexiones didácticas. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v. 5, n. 2, pp. 185-199, 2008.

- GALLEGO, R.; PÉREZ, R. El problema del cambio en las concepciones de estudiantes de formación avanzada. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 20, n. 3, pp. 401-414. 2002.
- GARCÍA-CARMONA, A., ACEVEDO-DÍAZ, J.A, ARAGÓN-MÉNDEZ, M.A. La comprensión de estudiantes de educación secundaria sobre aspectos no-epistémicos de la naturaleza de la ciencia en tres controversias de historia de la ciencia. In: MARTÍNEZ-LOSADA, C.; GARCÍA BARROS, S. (Org). **28 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Iluminando el Cambio Educativo**. Universidade da Coruña, Servizo de Publicacións. A Coruña: España, 2018. pp. 661-666.
- GARCÍA-CARMONA, A.; CRIADO, A.M.; CAÑAL, P. Alfabetización científica en la etapa 3-6 años: un análisis de la regulación estatal de enseñanzas mínimas. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 32, n. 2, pp. 131-149. 2014.
- GARCÍA-CARMONA, A.; VÁZQUEZ-ALONSO, Á.; MANASSERO-MAS, M.A. Comprensión de los estudiantes sobre naturaleza de la ciencia: análisis del estado actual de la cuestión y perspectivas. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 30, n. 1, pp. 23-34. 2012.
- GIORDAN, A. y DEVECCHI, G. (1988). **Los orígenes del saber. De las concepciones personales a los conceptos científicos**. Sevilla: Díada editoras.
- GLASS, G. V.; PECKHAM, P.D.; SANDERS, J.R. Consequences of failure to meet assumptions underlying the fixed effects analysis of variance and covariance. **Review of Educational Research**, Pensilvania, v. 42, pp. 237-288. 1972.
- HAMED AL-LAL, S. **La progresión en el aprendizaje sobre la enseñanza de las ciencias basada en la investigación escolar. Un estudio con maestros en formación inicial**. 504 páginas. Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Sevilla, Sevilla, 2016. Disponible en: <<https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/55474>>
- HARWELL, M.R.; RUBINSTEIN, W.S.; HAYES, C.O. Summarizing Monte Carlo results in methodological research: The fixed effects single and two factor ANOVA cases. **Journal of Educational Statistics**, Nueva York, v. 17, n. 4, pp. 315-339. 1992.
- HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 12, n. 3, pp. 299-313. 1994.
- JIMÉNEZ-TENORIO, N.; ARAGÓN, L.; OLIVA, J.M. Percepciones de estudiantes para maestros de Educación Primaria sobre los modelos analógicos como recurso didáctico. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 34, n. 3, pp. 91-112. 2016.
- KEMP, A.C. Implications of diverse meanings for "scientific literacy". In: RUBBA, P.A; RYE, J.A; DI BIASE, W.J; CRAWFORD, B.A. (Org.). **Proceedings of the 2002 Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science**. Pensacola: United States of America, 2002. pp. 1202-1229.
- LEDERMAN, N.G.; ZEIDLER, D.L. Science teachers' conceptions of the nature of science: Do they really influence teaching behavior? **Science Education**, Nueva York, v. 71, n. 5, pp. 721-734. 1987. DOI: <http://doi.org/10.1002/sce.3730710509>.
- LIX, M.L; KESELMAN, J.C.; KESELMAN, H.J. The analysis of repeated measurements: A quantitative research synthesis. **British Journal of Mathematical and statistical Psychology**, Indiana, v. 49, pp. 275-298. 1996.
- MARTÍN DEL POZO, R.; RIVERO, A.; SOLIS, E. La progresión en el aprendizaje de la enseñanza de las ciencias de futuros maestros. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, Número extraordinario, pp. 129-135. 2017.
- MELLADO, V. Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia. **Enseñanza de las Ciencias, Barcelona**, v. 21, n. 3, pp. 343-358. 2003.
- NAVARRO, M.; FÖRSTER, C. Nivel de alfabetización científica y actitudes hacia la ciencia en estudiantes de secundaria: comparaciones por sexo y nivel socioeconómico. **Pensamiento Educativo**.

- Revista de Investigación Educativa Latinoamericana**, Macul, v. 49, n. 1, pp. 1-17. 2012.
- ORBAY, M.; et al. Attitudes of gifted students towards science depending on some variables: A Turkish sample. **Scientific Research and Essays**, Abraka, v. 5, n. 7, pp. 693-699. 2010. Disponible en: <<http://www.academicjournals.org/SRE>>
- PEDRINACI, E.; et al. La evaluación de la competencia científica requiere nuevas formas de evaluar los aprendizajes. In: PEDRINACI, E. (Org.). 11 ideas clave: **El desarrollo de la competencia científica**. Graó. Barcelona: España, 2012. pp. 241-267.
- PETRUCCI, D.; DIBAR-URE, M.C. Imagen de la ciencia en alumnos universitarios: una revisión y resultados. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 19, n. 2, pp. 217-229. 2001.
- PONTES, A.; POYATO, F.J.; OLIVA, J.M. Concepciones sobre el aprendizaje en estudiantes del máster de profesorado de educación secundaria del área de ciencia y tecnología. **Revista de curriculum y formación del profesorado**, Granada, v. 19, n. 2, pp. 225-243. 2015. Disponible en: <<http://www.ugr.es/local/recfpro/rev192ART14.pdf>>
- PORLÁN, R.; MARTÍN, J. El saber práctico de los profesores especialistas. Aportaciones desde las didácticas específicas. **Investigación en la Escuela**, Sevilla, n. 24, pp. 49-58. 1994.
- PORLÁN, R.; RIVERO, A.; MARTÍN, R. Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: teoría, métodos e instrumentos. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 15, n. 2, pp. 155-171. 1997.
- PORLÁN, R.; RIVERO, A.; MARTÍN, R. Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II: estudios empíricos y conclusiones. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 16, n. 2, pp. 271-288. 1998.
- POZO, J.I.; et al. Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: una interpretación desde la psicología cognitiva. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 9, n. 1, pp. 83-94. 1991.
- RIVERO, A.; et al. Cambio del conocimiento sobre la enseñanza de las ciencias de futuros maestros. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 35, n. 1, pp. 29-52. 2017.
- ROTH, W-M.; ROYCHOUDHURY, A. Physics students' epistemologies and views about knowing and learning. **Journal of Research in Science Teaching**, Champaign, v. 31, n. 1 pp. 5-30. 1994. DOI: <https://doi.org/10.1002/tea.3660310104>
- RUIZ, C.; et al. 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 la Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 4, n. 1, pp. 1-21. 2005. Disponible en: <<https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/22945>>
- SANMARTÍ, N. Enseñar a enseñar Ciencias en Secundaria: un reto muy complicado. **Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado**, Murcia, n. 40, pp. 31-48. 2001. Disponible en: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=118090>>
- SCHMIDER, E.; et al. Is it really robust? Reinvestigating the robustness of ANOVA against violation of the normal distribution assumption. **Methodology, Bielefeld**, v. 6, n. 4, pp.147-151. 2010.
- SHEN, B. Science Literacy. **American Scientist, Eastern North Carolina**, v. 63, n. 3, pp. 265-268. 1975.
- SHULMAN, L.S. Knowledge and teaching: foundations of the new reform. **Harvard Educational Review, Cambridge**, v. 57, n. 1, pp. 1-22. 1987.
- TALANQUER, V. Progresiones de aprendizaje: promesa y potencial. **Educación Química**, México D.C., v. 24, n. 4, pp. 362-364. 2013.
- VALDIVIA, N. Alfabetización científica en física. El cambio curricular no ha sido suficiente. **Praxis Pedagógica**. Bogotá, v. 16, n. 18, pp. 71-87. 2016
- VÁZQUEZ-ALONSO, Á.; et al. Una secuencia de enseñanza-aprendizaje sobre un tema socio-científico análisis y evaluación de su aplicación en el aula. **Educación Química**, México D.C., v. 25, n. extra 1, pp.190-202. 2014.

VÁZQUEZ-ALONSO, Á.; MANSSERO-MAS, M.A.

Hacia una formación inicial del profesorado de ciencias basada en la investigación. **Revista Española de Pedagogía**, Madrid, v. 13, n.261, pp. 343-363. 2015.

VÍLCHEZ-GONZÁLEZ, J.M.; et al. Imagen de ciencia de estudiantes de magisterio. In: ALONSO ROQUE, J.I, GÓMEZ CARRASCO, C.J., IZQUIERDO RUS, T. (Org.). **La formación del**

profesorado en Educación Infantil y Educación Primaria. Editum. Murcia: España, 2014. pp. 7-20.

ZEMBAL-SAUL, C.; MUNFORD, D.; FRIEDRICHSEN, P. Technology tools for supporting scientific inquiry: A preserve science education course. In: **AT THE ANNUAL MEETING OF THE ASSOCIATION FOR THE EDUCATION OF TEACHERS OF SCIENCE**, pp. 393-410. Charlotte, Actas. 2002.

