



VOL. 17, Nº 2 (Mayo-agosto. 2013)

ISSN 1138-414X (edición papel)

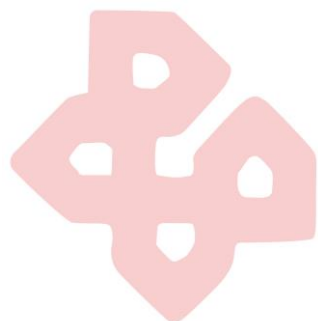
ISSN 1989-639X (edición electrónica)

Fecha de recepción 9/12/2012

Fecha de aceptación 22/04/2013

POSIBILIDADES DEL ESCALAMIENTO SUBJETIVO COMO TÉCNICA DE ANÁLISIS DEL PENSAMIENTO ESPONTÁNEO DEL PROFESORADO DE CIENCIAS EN FORMACIÓN

Possibilities of subjective scaling as an analytical tool of preservice science teachers spontaneous thinking



Pedro Álvarez-Suárez*, Sergio Cepero-Espinosa*,
Constantino Arce** y Francisco Javier Perales-Palacios*

* Universidad de Granada

**Universidad de Santiago de Compostela

E-mail: *palvarez@ugr.es, * fperales@ugr.es,

**constantino.arce@usc.es, *scepero_1@ugr.es

Resumen:

El método de las comparaciones binarias es una técnica multivariante de Escalamiento Multidimensional basado en la comparación de objetos o estímulos, aunque se encuentra escasamente utilizado. El objetivo de este estudio es mostrar la utilidad de dicho método para analizar la valoración que realiza el profesorado de Ciencias en formación, en el contexto del nuevo Master de Educación Secundaria, sobre algunos de los problemas que presentan la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Experimentales. Los resultados muestran las posibilidades del método empleado como punto de partida en la planificación de proyectos de formación para este profesorado

Palabras clave: escalamiento multidimensional; comparaciones binarias; formación del profesorado; pensamiento docente espontáneo; Didáctica de las Ciencias Experimentales

Abstract:

The binary comparison method is a multivariate technique based on multidimensional scaling comparison of objects or stimuli, although it is rarely used. The aim of this research is to show the utility of this method to assess some of the problems of the teaching and learning of Experimental Sciences by Preservice Science Teachers, in the context of the new Master of Secondary Education. The findings show the possibilities of the used method in order to become in project planning for Preservice Teachers

Key words: multidimensional scaling; binary comparisons; teacher training; spontaneous thought of teachers; Science Education Teaching

Abstract:

The binary comparison method is a multivariate technique based on multidimensional scaling comparison of objects or stimuli, although it is rarely used. The aim of this research is to show the utility of this method to assess some of the problems of the teaching and learning of Experimental Sciences by Preservice Science Teachers, in the context of the new Master of Secondary Education. The findings show the possibilities of the used method in order to become in project planning for Preservice Teachers

Key words: *multidimensional scaling; binary comparisons; teacher training; spontaneous thought of teachers; Science Education Teaching*

1. Introducción

La reciente implantación del Master para la formación del futuro profesorado de Educación Secundaria¹ ha supuesto un indudable reto profesional para las didácticas específicas, que carecían prácticamente de competencias en dicho nivel educativo. Ello ha requerido ensayar instrumentos y propuestas educativas acordes con las demandas de formación requeridas (Benarroch et al., 2011). En este contexto, las creencias del profesorado en formación representan un punto de partida de diagnóstico imprescindible antes de la intervención educativa.

En este artículo nos planteamos mostrar la implementación de una técnica estadística de análisis multivariante de Escalamiento Multidimensional (Multidimensional Scaling, MDS), al campo de la formación inicial del profesorado de ciencias experimentales. Comenzaremos haciendo referencia al contexto teórico en el que se enmarca la formación del profesorado de ciencias para, a continuación, hacerlo con el método concreto de tratamiento de datos objeto de atención en este trabajo -el de comparaciones binarias- y sus posibilidades de aplicación.

a) El pensamiento espontáneo del profesorado en formación

La Formación del Profesorado constituye un tópico clásico en el ámbito de la Didáctica, compartido también por la Didáctica de las Ciencias Experimentales con los matices correspondientes derivados de la especificidad de su campo de aplicación. Una de las líneas de actuación que suelen recomendarse pasa por la superación de un modelo -“creencias del profesorado²”- en el que el conocimiento científico adquirido en la licenciatura (Roehrig, Kruse y Kern, 2007) resulta claramente insuficiente para tomar decisiones sobre qué y cómo enseñar (Valcárcel y Sánchez, 2000; Vilches y Gil, 2008). Como afirma Imbernón (2010) refiriéndose a la formación psicopedagógica del profesor de Educación Secundaria (o ausencia de formación): “Saber era poder hacer, y con el saber se suponía que adquiría las habilidades necesarias para impartirlo”. En definitiva, se requiere pasar de un modelo en el que basta saber (conocimiento científico) para enseñar al que incorpora también el saber cómo (conocimiento didáctico).

¹ Master de Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas (ORDEN ECI/3858/2007, de 27 de diciembre).

² A pesar de las evidentes diferencias semánticas y con el fin de mejorar la legibilidad, vamos a tomar como equivalentes expresiones tales como: concepciones, pensamiento, ideas previas o creencias, para referirnos a las ideas que, consciente o inconscientemente, los futuros profesores poseen sobre aspectos esenciales de la enseñanza de las ciencias.

La formación didáctica que en los últimos 30 años han venido recibiendo los licenciados españoles en el Curso de Aptitud Pedagógica (CAP), que respondía a un modelo “sumativo” (formación psico-pedagógica + didáctica específica + prácticas de enseñanza), ha sido ampliamente criticada por su ineficacia (Carrascosa, Martínez-Torregrosa, Furió y Guisasola, 2008). Ello a pesar de que los informes internacionales señalan que la formación inicial y permanente del profesorado de Educación Secundaria en España tiene un carácter más científico que pedagógico y didáctico, y que los propios directores de centros piensan que la falta de preparación pedagógica de sus profesores dificulta la enseñanza (TALIS, 2009: 16). La reciente puesta en marcha en España del Master para la formación del Profesorado de Educación Secundaria, si no resulta un sistema idóneo como lo sería el de unos estudios de grado de “profesor de ciencias”, representa una oportunidad de mejorar esa situación y requiere conocer, entre otros aspectos, el punto de partida de los futuros profesores. Recientemente se ha analizado su implantación en el ámbito de las ciencias mediante un análisis DAFO (Benarroch, 2011).

Dentro de las líneas de investigación en este ámbito de estudio, cuando hablamos de creencias o del pensamiento espontáneo del profesorado en formación, hacemos referencia a que dicho colectivo no constituye un elemento neutro en el aula, sino que aporta un estilo docente, unas decisiones, unas limitaciones, unas competencias y una actitud ante su profesión que repercuten y condicionan su planificación y, posteriormente, su intervención didáctica. El profesor posee ideas, concepciones y actitudes sobre la enseñanza y el aprendizaje, a veces contradictorias, fruto de sus anteriores años de escolaridad, algunas de las cuales sufren muy pocos cambios durante su formación inicial como profesores (Mellado, 1999; Imbernón, 2010). Esto equivale a decir que los futuros profesores de Educación Secundaria tienen ya organizada su estructura de creencias acerca de la enseñanza e imágenes previas de sí mismos como profesores muy vinculadas con su propia imagen como alumnos, consecuencia de la prolongada formación inicial implícita a lo largo de sus estudios y de lo que han visto hacer a sus profesores. Así, cuando los nuevos profesores enseñan, favorecen enfoques didácticos que son muy similares a los que ellos mismos preferían cuando eran alumnos (Huibregse, Korthagen y Wubbels, 1994) y lo hacen de la misma forma en que ellos eran enseñados (Tobin, Trippins y Gallard, 1994).

En definitiva, estas ideas y comportamientos docentes espontáneos afectan a aspectos esenciales de la enseñanza -desde las concepciones acerca de cómo se aprende, a la evaluación, pasando por el clima del aula, las diferencias en el rendimiento de chicos y chicas o el tipo de actividades que los alumnos pueden realizar- (Azcárate, Martín y Porlán, 1998; Porlán, 1995). Se trata de concepciones complementarias a las aportaciones actuales de la Didáctica de las Ciencias, que muestran que el profesor transmite a sus alumnos una visión del conocimiento escolar como producto acabado y formal. A ello hay que añadir que, en general, los profesores en formación tienen en el aula conductas más tradicionales que las detectadas en sus creencias (Mellado, 1996), al contrario de lo que sucede con los profesores con experiencia (Pavón, 1996).

Hasta ahora, la formación del profesorado ha podido modificar poco tales creencias e imágenes que les lleva a comportarse a veces como los alumnos que fueron, adoptando un papel pasivo (Otero y Nathan, 2008) pues, como indican Porlán y Martín (1996), sus concepciones y experiencias previas constituyen verdaderos obstáculos epistemológicos para el cambio. Así, un estudio de Tobin y Espinet (1989), tras analizar dos modelos de formación de profesores, muestra que la segunda dificultad en importancia -tras la falta de conocimientos sobre la materia- para una actividad docente innovadora y creativa procede de la formación docente implícita del profesorado, es decir, de lo que Furió, Gil, Pessoa y

Salcedo (1992) llaman el "pensamiento y comportamiento docente espontáneo" del profesorado.

La resistencia al cambio de modelos docentes de los profesores de ciencias en formación inicial, como ya hemos señalado, puede provenir de su propia experiencia como alumnos de ciencias, por lo que analizarlas supone un reto para influir sobre su propia práctica docente. Las investigaciones sobre las creencias del profesorado y la relación entre las creencias y la práctica ha sido una línea de trabajo ampliamente desarrollada en Didáctica de las Ciencias Experimentales a nivel internacional (Abell, 2007; Jones y Carter, 2007; Roehrig, Kruse y Kern, 2007; Lunsford et al., 2007).

Por tanto, la preparación didáctica de los futuros profesores de ciencias nos la tenemos que plantear como transformación de la que ya poseen, aunque a menudo sea inconscientemente. Como señalan Orion y Thompson (1996), aunque los profesores en formación tienen ideas al respecto que permanecen durante el periodo de formación, pues no son fácilmente permeables a las propuestas y reflexiones de los investigadores, es posible cambiarlas con un programa adecuado. Sin embargo, los profesores no alteran su modelo didáctico (por ejemplo, el uso del libro de texto), si no tienen para sustituirlo una propuesta alternativa global que haya sido previamente contrastada. De poco serviría -de poco sirve- hacer propuestas innovadoras si estas no se integran en la estructura conceptual que el futuro profesorado ya posee en torno de los problemas docentes.

Conocer y cuestionar el pensamiento docente "de sentido común" se convierte, por tanto, en una necesidad prioritaria en la formación del profesorado. Máxime porque, como indica Pajares (1992), si no se analizan los orígenes de las creencias, es posible que éstas se perpetúen a pesar de las contradicciones causadas por la razón, el paso del tiempo, la escolaridad y las experiencias.

Es decir, que el planteamiento de una formación docente como cambio didáctico exige, no sólo mostrar las insuficiencias de la formación recibida, sino ofrecer, al propio tiempo, alternativas realmente viables (Gil, Pessoa, Fortuny y Azcárate, 1994). Thorley y Stofflet (1996) proponen la aplicación de los constructos del modelo de cambio conceptual a la formación de profesorado. Para Mellado (1998), la formación del profesorado debe basarse en la reflexión, discusión y colaboración a partir de análisis de casos, del análisis de situaciones problemáticas y del diseño de materias de enseñanza, en un proceso de investigación colaborativa. Es decir, que partiendo de las concepciones iniciales de los profesores en formación, a través de la contrastación con la de otros compañeros, de fundamentarlas teóricamente y de ponerlas a prueba en la práctica, se puede lograr que reestructuren su pensamiento y actuación didáctica.

Se trata, pues, de facilitar dicho trabajo colectivo y ayudar así a cuestionar el pensamiento docente espontáneo y a apropiarse de un cuerpo coherente de conocimientos sobre los procesos de enseñanza-aprendizaje de la disciplina, en nuestro caso concreto, de las Ciencias Experimentales.

En consecuencia, en los procesos de formación los profesores deben explicitar sus creencias didácticas habituales -que no sólo deben ser descritas (¿qué cosas haría?), sino analizadas (¿por qué lo haría?) y cuestionadas (¿podría hacerlo de otra manera?)-, para contrastarlas con otras propuestas alternativas y así construir un nuevo modelo didáctico personal a partir de la interacción entre su modelo inicial, los problemas de la realidad y las aportaciones de compañeros, teóricos y expertos (Pérez, 1993). Se trata, por tanto, de

experiencias semejantes a las que se dan para un cambio de paradigma científico (Kuhn, 1971; Toulmin, 1977).

En cuanto a los modelos de formación del profesorado consecuentes con este pensamiento debemos resaltar la propuesta de Stuessy y Metty (2007) de retomar el modelo didáctico de “ciclo de aprendizaje” promovido por Lawson, Abraham y Renner (1989), rediseñando el currículo existente en espiral y de forma interactiva con profesores de ciencias, a través de algunas unidades didácticas y mediante problemas auténticos (Bulte, Westbroek, de Jong y Pilot, 2006).

Con mayores o menores variantes, las investigaciones en esta área utilizan mayoritariamente la evaluación de programas de formación que tratan de enfrentar a los futuros docentes a tareas propias de su práctica docente, tales como: diseñar y aplicar las unidades y evaluaciones, recoger y analizar datos (tanto cualitativa como cuantitativamente) y tomar decisiones pedagógicas y recomendaciones sobre la base de estos datos (Otero y Nathan, 2008); o analizar materiales curriculares (Schwarz et al., 2008).

Otro modelo de investigación sobre formación del profesorado (mayoritariamente formación permanente y desarrollo profesional pero también aplicable a la formación inicial) es la metodología de investigación denominada “investigación de diseño”. Su objetivo podría resumirse en el siguiente interrogante: “¿Cómo podríamos crear, evaluar y difundir, de forma sistemática, intervenciones que puedan tener un impacto máximo en la práctica y que puedan contribuir significativamente a la teoría?” (Bannan-Ritland, 2003). Esta tipología de investigación combina el diseño un artefacto educativo (que puede ser un material, una secuencia educativa, una metodología explícita, una guía para el profesor, etc.) y una investigación educativa.

En cuanto a la fase propiamente formativa, debería pasar por un periodo de prácticas que debería articularse con la teoría (Luft, 2007) y, además, favorecer la conexión entre alumno-centro escolar-facultad de formación del profesorado. El intercambio entre los distintos niveles contribuiría, asimismo, a enriquecer la formación de los futuros profesores creando puentes entre la teoría y la práctica docente (Loughran, 2007; Luft, 2007). Por otro lado, la metodología de la formación inicial debería diseñarse en relación a problemas prácticos permitiendo un análisis teórico, un diseño de alternativas, una experimentación y una evaluación.

La formación inicial del profesorado de ciencias debiera entonces incidir en (Loughran, 2007 o Schibeci y Hickey, 2000):

- La dimensión científica para promover cambio en los conceptos de los profesores y ayudar a desarrollar más sofisticadamente ideas, teorías, principios y modelos científicos (Schwarz et al., 2009).
- La dimensión profesional basada en el contenido que debe ser enseñado y que tiene que ver con el “Conocimiento didáctico del contenido” (Berry, Loughran y Van Driel, 2008): conocimiento sobre estrategias de enseñanza, conocimiento sobre comprensión de los estudiantes; conocimiento sobre evaluación de los estudiantes y conocimiento sobre (finalidades) metas y objetivos del tópico en el currículum (Henze, Van Driel y Verloop, 2008).
- La dimensión personal relacionada con la vida diaria y que provea de motivación al futuro profesorado para aprender y comprender.

b) Método de las comparaciones binarias

En los últimos años, la gran proliferación de datos y el fácil acceso a los mismos, ha hecho que las técnicas multivariantes cobren cada vez mayor importancia en las investigaciones, al permitir analizar grandes cantidades de información. Dentro de las técnicas multivariantes, destaca el MDS, que trata de representar en un espacio geométrico de baja dimensionalidad (“mapas perceptuales”), las proximidades existentes entre un conjunto de objetos o de estímulos a juicio del observador (Guerrero y Ramírez, 2002), por lo que se ha aplicado en ciencias sociales y en marketing (véase, p. ej., Álvarez, De la Fuente y Cañadas, 2007).

Torgeson fue quien introdujo en 1952 el método. Desde entonces la investigación no se ha detenido. El método original de Torgeson determinaba matemáticamente el número de dimensiones en que se obtenía la solución. Actualmente, lo que se hace es obtener la solución en distintas dimensiones (por ejemplo, en 1, 2 y 3 dimensiones) y decidir a posteriori qué solución es la más apropiada (Arce y Seoane, 1996). En las décadas de los 80 y los 90 del pasado siglo numerosos investigadores han desarrollado nuevos algoritmos cada vez más precisos. No obstante, todavía sigue siendo una técnica infrutilizada en la actualidad. El MDS está basado en la comparación de objetos o estímulos (firmas, productos, candidatos políticos, ideas u otros artículos), de forma que si un individuo juzga a los objetos A y B como los más similares entonces estos aparecerán representados gráficamente de forma que la distancia entre ellos sea más pequeña que la distancia entre cualquier otro par de objetos. Posee la ventaja de que los resultados se obtienen directamente de las opiniones de los encuestados, sin que medie la interpretación del investigador.

En este sentido, el MDS puede ayudar a conocer (Guerrero y Ramírez, 2002):

- qué dimensiones utilizan los encuestados a la hora de evaluar a los objetos.
- cuántas dimensiones utilizan.
- la importancia relativa de cada dimensión.
- cómo se relacionan perceptualmente los objetos.

c) El pensamiento espontáneo del profesorado en formación

La Formación del Profesorado constituye un tópico clásico en el ámbito de la Didáctica, compartido también por la Didáctica de las Ciencias Experimentales con los matices correspondientes derivados de la especificidad de su campo de aplicación. Una de las líneas de actuación que suelen recomendarse pasa por la superación de un modelo - “creencias del profesorado³”- en el que el conocimiento científico adquirido en la licenciatura (Roehrig, Kruse y Kern, 2007) resulta claramente insuficiente para tomar decisiones sobre qué y cómo enseñar (Valcárcel y Sánchez, 2000; Vilches y Gil, 2008). Como afirma Imbernón (2010) refiriéndose a la formación psicopedagógica del profesor de Educación Secundaria (o

3 A pesar de las evidentes diferencias semánticas y con el fin de mejorar la legibilidad, vamos a tomar como equivalentes expresiones tales como: concepciones, pensamiento, ideas previas o creencias, para referirnos a las ideas que, consciente o inconscientemente, los futuros profesores poseen sobre aspectos esenciales de la enseñanza de las ciencias.

ausencia de formación): “Saber era poder hacer, y con el saber se suponía que adquiriría las habilidades necesarias para impartirlo”.

La formación didáctica que en los últimos 30 años han venido recibiendo los licenciados españoles en el Curso de Aptitud Pedagógica (CAP), que respondía a un modelo “sumativo” (formación psico-pedagógica + didáctica específica + prácticas de enseñanza), ha sido ampliamente criticada por su ineficacia (Carrascosa, Martínez-Torregrosa, Furió y Guisasaola, 2008). Ello a pesar de que los informes internacionales señalan que la formación inicial y permanente del profesorado de Educación Secundaria en España tiene un carácter más científico que pedagógico y didáctico, y que los propios directores de centros piensan que la falta de preparación pedagógica de sus profesores dificulta la enseñanza (TALIS, 2009: 16).

La reciente puesta en marcha en España del Master para la formación del Profesorado de Educación Secundaria, si no resulta un sistema idóneo como lo sería el de unos estudios de grado de “profesor de ciencias”, representa una oportunidad de mejorar esa situación y requiere conocer, entre otros aspectos, el punto de partida de los futuros profesores. Recientemente se ha analizado su implantación en el ámbito de las ciencias mediante un análisis DAFO (Benarroch, 2011).

Dentro de las líneas de investigación en este ámbito de estudio, cuando hablamos de creencias o del pensamiento espontáneo del profesorado en formación, hacemos referencia a que dicho colectivo no constituye un elemento neutro en el aula, sino que aporta un estilo docente, unas decisiones, unas limitaciones, unas competencias y una actitud ante su profesión que repercuten y condicionan su planificación y, posteriormente, su intervención didáctica. El profesor posee ideas, concepciones y actitudes sobre la enseñanza y el aprendizaje, a veces contradictorias, fruto de sus anteriores años de escolaridad, algunas de las cuales sufren muy pocos cambios durante su formación inicial como profesores (Mellado, 1999; Imbernón, 2010).

Esto equivale a decir que los futuros profesores de Educación Secundaria tienen ya organizada su estructura de creencias acerca de la enseñanza e imágenes previas de sí mismos como profesores muy vinculadas con su propia imagen como alumnos, consecuencia de la prolongada formación inicial implícita a lo largo de sus estudios y de lo que han visto hacer a sus profesores. Así, cuando los nuevos profesores enseñan, favorecen enfoques didácticos que son muy similares a los que ellos mismos preferían cuando eran alumnos (Huibregse, Korthagen y Wubbels, 1994) y lo hacen de la misma forma en que ellos eran enseñados (Tobin, Trippins y Gallard, 1994).

En definitiva, estas ideas y comportamientos docentes espontáneos afectan a aspectos esenciales de la enseñanza -desde las concepciones acerca de cómo se aprende, a la evaluación, pasando por el clima del aula, las diferencias en el rendimiento de chicos y chicas o el tipo de actividades que los alumnos pueden realizar- (Azcarate, Martín y Porlán, 1998; Porlán, 1995). Se trata de concepciones complementarias a las aportaciones actuales de la Didáctica de las Ciencias, que muestran que el profesor transmite a sus alumnos una visión del conocimiento escolar como producto acabado y formal. A ello hay que añadir que, en general, los profesores en formación tienen en el aula conductas más tradicionales que las detectadas en sus creencias (Mellado, 1996), al contrario de lo que sucede con los profesores con experiencia (Pavón, 1996).

Hasta ahora, la formación del profesorado ha podido modificar poco tales creencias e imágenes que les lleva a comportarse a veces como los alumnos que fueron, adoptando un papel pasivo (Otero y Nathan, 2008) pues, como indican Porlán y Martín (1996), sus concepciones y experiencias previas constituyen verdaderos obstáculos epistemológicos para el cambio. Así, un estudio de Tobin y Espinet (1989), tras analizar dos modelos de formación de profesores, muestra que la segunda dificultad en importancia -tras la falta de conocimientos sobre la materia- para una actividad docente innovadora y creativa procede de la formación docente implícita del profesorado, es decir, de lo que Furió, Gil, Pessoa y Salcedo (1992) llaman el "pensamiento y comportamiento docente espontáneo" del profesorado.

La resistencia al cambio de modelos docentes de los profesores de ciencias en formación inicial, como ya hemos señalado, puede provenir de su propia experiencia como alumnos de ciencias, por lo que analizarlas supone un reto para influir sobre su propia práctica docente. Las investigaciones sobre las creencias del profesorado y la relación entre las creencias y la práctica ha sido una línea de trabajo ampliamente desarrollada en Didáctica de las Ciencias Experimentales a nivel internacional (Abell, 2007; Jones y Carter, 2007; Roehrig, Kruse y Kern, 2007; Lunsford et al., 2007).

Por tanto, la preparación didáctica de los futuros profesores de ciencias nos la tenemos que plantear como transformación de la que ya poseen, aunque a menudo sea inconscientemente. Como señalan Orion y Thompson (1996), aunque los profesores en formación tienen ideas al respecto que permanecen durante el periodo de formación, pues no son fácilmente permeables a las propuestas y reflexiones de los investigadores, es posible cambiarlas con un programa adecuado. Sin embargo, los profesores no alteran su modelo didáctico (por ejemplo, el uso del libro de texto), si no tienen para sustituirlo una propuesta alternativa global que haya sido previamente contrastada. De poco serviría -de poco sirve- hacer propuestas innovadoras si estas no se integran en la estructura conceptual que el futuro profesorado ya posee en torno de los problemas docentes.

Conocer y cuestionar el pensamiento docente "de sentido común" se convierte, por tanto, en una necesidad prioritaria en la formación del profesorado. Máxime porque, como indica Pajares (1992), si no se analizan los orígenes de las creencias, es posible que éstas se perpetúen a pesar de las contradicciones causadas por la razón, el paso del tiempo, la escolaridad y las experiencias.

Es decir, que el planteamiento de una formación docente como cambio didáctico exige, no sólo mostrar las insuficiencias de la formación recibida, sino ofrecer, al propio tiempo, alternativas realmente viables (Gil, Pessoa, Fortuny y Azcárate, 1994). Thorley y Stofflet (1996) proponen la aplicación de los constructos del modelo de cambio conceptual a la formación de profesorado. Para Mellado (1998), la formación del profesorado debe basarse en la reflexión, discusión y colaboración a partir de análisis de casos, del análisis de situaciones problemáticas y del diseño de materias de enseñanza, en un proceso de investigación colaborativa. Es decir, que partiendo de las concepciones iniciales de los profesores en formación, a través de la contrastación con la de otros compañeros, de fundamentarlas teóricamente y de ponerlas a prueba en la práctica, se puede lograr que reestructuren su pensamiento y actuación didáctica. Se trata, pues, de facilitar dicho trabajo colectivo y ayudar así a cuestionar el pensamiento docente espontáneo y a apropiarse de un cuerpo coherente de conocimientos sobre los procesos de enseñanza-aprendizaje de la disciplina, en nuestro caso concreto, de las Ciencias Experimentales.

En consecuencia, en los procesos de formación los profesores deben explicitar sus creencias didácticas habituales -que no sólo deben ser descritas (¿qué cosas haría?), sino analizadas (¿por qué lo haría?) y cuestionadas (¿podría hacerlo de otra manera?)-, para contrastarlas con otras propuestas alternativas y así construir un nuevo modelo didáctico personal a partir de la interacción entre su modelo inicial, los problemas de la realidad y las aportaciones de compañeros, teóricos y expertos (Pérez, 1993). Se trata, por tanto, de experiencias semejantes a las que se dan para un cambio de paradigma científico (Kuhn, 1971; Toulmin, 1977).

En cuanto a los modelos de formación del profesorado consecuentes con este pensamiento debemos resaltar la propuesta de Stuessy y Metty (2007) de retomar el modelo didáctico de “ciclo de aprendizaje” promovido por Lawson, Abraham y Renner (1989), rediseñando el currículo existente en espiral y de forma interactiva con profesores de ciencias, a través de algunas unidades didácticas y mediante problemas auténticos (Bulte, Westbroek, de Jong y Pilot, 2006).

Con mayores o menores variantes, las investigaciones en esta área utilizan mayoritariamente la evaluación de programas de formación que tratan de enfrentar a los futuros docentes a tareas propias de su práctica docente, tales como: diseñar y aplicar las unidades y evaluaciones, recoger y analizar datos (tanto cualitativa como cuantitativamente) y tomar decisiones pedagógicas y recomendaciones sobre la base de estos datos (Otero y Nathan, 2008); o analizar materiales curriculares (Schwarz et al., 2008).

Otro modelo de investigación sobre formación del profesorado (mayoritariamente formación permanente y desarrollo profesional pero también aplicable a la formación inicial) es la metodología de investigación denominada “investigación de diseño”. Su objetivo podría resumirse en el siguiente interrogante: “¿Cómo podríamos crear, evaluar y difundir, de forma sistemática, intervenciones que puedan tener un impacto máximo en la práctica y que puedan contribuir significativamente a la teoría?” (Bannan-Ritland, 2003). Esta tipología de investigación combina el diseño un artefacto educativo (que puede ser un material, una secuencia educativa, una metodología explícita, una guía para el profesor, etc.) y una investigación educativa.

En cuanto a la fase propiamente formativa, debería pasar por un periodo de prácticas que debería articularse con la teoría (Luft, 2007) y, además, favorecer la conexión entre alumno-centro escolar-facultad de formación del profesorado. El intercambio entre los distintos niveles contribuiría, asimismo, a enriquecer la formación de los futuros profesores creando puentes entre la teoría y la práctica docente (Lougran, 2007; Luft, 2007). Por otro lado, la metodología de la formación inicial debería diseñarse en relación a problemas prácticos permitiendo un análisis teórico, un diseño de alternativas, una experimentación y una evaluación.

La formación inicial del profesorado de ciencias debiera entonces incidir en (Lougran, 2007 o Schibeci y Hickey, 2000):

- La dimensión científica para promover cambio en los conceptos de los profesores y ayudar a desarrollar más sofisticadamente ideas, teorías, principios y modelos científicos (Schwarz et al., 2009).
- La dimensión profesional basada en el contenido que debe ser enseñado y que tiene que ver con el “Conocimiento didáctico del contenido” (Berry, Loughran y Van Driel, 2008): conocimiento sobre estrategias de enseñanza, conocimiento sobre comprensión

de los estudiantes; conocimiento sobre evaluación de los estudiantes y conocimiento sobre (finalidades) metas y objetivos del tópico en el currículum (Henze, Van Driel y Verloop, 2008).

- La dimensión personal relacionada con la vida diaria y que provea de motivación al futuro profesorado para aprender y comprender.

2. Problema de investigación

Tras la revisión sobre el estado de la cuestión en relación con las técnicas estadísticas multivariantes, así como con las creencias del profesorado novel y de las propuestas para su superación, en este trabajo nos proponemos presentar las posibilidades de una de tales técnicas. El método de las comparaciones binarias, aunque escasamente utilizado es potencialmente útil para profundizar en la valoración, por parte del profesorado de Educación Secundaria en formación -de Física y Química, y de Biología y Geología-, de los problemas que presentan la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Experimentales. La aplicación que describimos a continuación ha de entenderse como un estudio piloto dado el reducido tamaño de la muestra participante, su restricción al ámbito de las ciencias experimentales y a una sola universidad.

Como ya hemos indicado con anterioridad, algunos autores proponen para la formación de profesorado un tratamiento evolutivo de sus creencias organizado en torno a problemas relevantes de la práctica de la enseñanza de las ciencias. El análisis de las concepciones sobre la enseñanza (dificultades en el aula) por parte del futuro profesor será un imprescindible y adecuado punto de arranque para establecer las bases de su desarrollo profesional. En esta línea se inscribe el estudio que hemos abordado y que pasamos a desarrollar.

Para ello presentaremos seguidamente la muestra interviniente, el test diseñado al efecto y el tratamiento de datos realizado mediante el método de las comparaciones binarias, pasando a continuación a mostrar y discutir los resultados obtenidos, y finalizando con las conclusiones e implicaciones derivadas de este trabajo.

3. Método

3.1. Participantes

La muestra seleccionada estuvo compuesta por 69 profesores en formación, que iniciaban el “Master Universitario Oficial de Profesorado de Educación Secundaria, Formación Profesional, Bachillerato e Idiomas” en las especialidades de Física y Química (N=17), y de Biología y Geología (N=52) en la Universidad de Granada. Las características personales (sexo, titulación y experiencia docente) de los participantes de ambas especialidades se recogen en la Tabla I.

Tabla 1. Muestra participante en la cumplimentación del cuestionario (N=69)

Especialidad	Recuento	Mujeres	Hombres	Licenciatura de acceso (N)
Física y Química	N=17	N=3	14	Física N=2
	%	18	82	Química N=11
				Otras N=4
Biología y Geología	N=52	N=32	N=20	Biología N=25
	%	61	39	Geología N=9
				CC. Ambientales N=13
				Veterinaria N=3
				Otras N=2

En cuanto a su experiencia docente previa, un 10% disponía de ella y el resto no.

3.2. Material

En función del tipo de información que se pretendía recoger -ideas previas acerca de la importancia de diversos problemas para la enseñanza de las ciencias experimentales- nuestro estudio se corresponde con una “investigación descriptiva” (Cohen y Manion, 1990)⁴, por lo que optamos por la encuesta (test de comparaciones binarias) como el instrumento más idóneo para la recogida de datos.

Para determinar el contenido del cuestionario -qué problemáticas se reflejarían en él- se hizo en primer lugar un análisis de las líneas de investigación actuales en Didáctica de las Ciencias Experimentales (p. ej., Perales y Cañal, 2000) y de aquellos problemas que, aunque reales, no puede resolver la investigación didáctica (los llamados por Jiménez, 1992, “ruidos de fondo”).

A continuación, nos planteamos cuál sería la extensión adecuada del cuestionario, partiendo de los supuestos de que un test con un reducido número de problemáticas implicaría una importante pérdida de información, mientras que un cuestionario demasiado extenso podría desmotivar a los sujetos, dándoles la sensación de pérdida de tiempo y, por consiguiente, haciendo que prestasen menos atención a sus respuestas.

Finalmente, en función de ello, optamos por someter a juicio de los encuestados la gravedad de los 12 problemas recogidos en la Tabla 2, con los que se confeccionó un test de 66 combinaciones binarias, extensión que nos pareció adecuada.

En el encabezado de la primera página, de las dos que constaba el test, se solicitaba a los sujetos que indicasen su sexo, edad, licenciatura cursada para acceder al Master y su experiencia docente previa; se destacaba su carácter anónimo y se les daban las siguientes instrucciones:

“A continuación encontrará diferentes problemas que presenta la enseñanza de las Ciencias Experimentales emparejados de dos en dos. De cada par, debe subrayar el que considere más

⁴ Denominación que, como indican estos autores, no se limita a la descripción, sino que engloba el análisis de las relaciones pertinentes que se establezcan y su valoración en profundidad (Cohen y Manion, 1990: 101).

grave. En cada uno de los pares, siempre debe subrayar uno y sólo uno. Muchas gracias por su colaboración”.

Tabla 2. Problemas de la enseñanza sometidos a juicio de los encuestados y códigos asignados a cada uno (en cursiva)

Las dificultades de los estudiantes para transferir lo aprendido en un contexto a otro distinto, y, relacionado con ello, la persistencia de “ideas alternativas” en la interpretación de fenómenos naturales (<i>Dificultades de transferir</i>)
Hay escasez de material en el laboratorio (<i>Escasez de material</i>)
La resolución de problemas de forma mecánica, mediante la aplicación de un algoritmo (<i>Resolución de problemas mecánica</i>)
Los alumnos traen muy mala base de... (nivel anterior) (<i>Alumnos con mala base</i>)
Los trabajos prácticos como “recetas” (<i>Trabajos prácticos recetas</i>)
No me da tiempo a terminar el programa (<i>Sintiempo para terminar</i>)
El mal uso del entorno, por ejemplo, itinerarios como “visitas turísticas” (<i>Mal uso del entorno</i>)
No puedo realizar salidas al campo o experiencias de laboratorio porque necesito todo el tiempo para la teoría (<i>Tiempo para teoría</i>)
Cómo desarrollar en el alumnado actitudes positivas hacia la ciencia y cómo evaluarlas (<i>Desarrollar actitudes positivas</i>)
Si hago actividades en pequeño grupo no sé cómo calificarlas (<i>Pequeño grupo</i>)
La efectividad de los modelos didácticos que utilizamos y de las estrategias con ellas relacionadas (<i>Efectividad de modelos</i>)
Hay muchos alumnos por aula (<i>Muchos alumnos</i>)

3.3. Procedimiento

El test fue aplicado a la muestra de sujetos el primer día de inicio de las materias de especialidad: “Aprendizaje y Enseñanza de la Física y la Química” y “Aprendizaje y Enseñanza de la Biología y la Geología”, correspondientes al Master aludido. Previamente a estas materias, los alumnos habían cursado las de: “Procesos y contextos educativos”, “Aprendizaje y desarrollo de la personalidad” y “Sociedad, familia y educación”.

3.4. Resultados

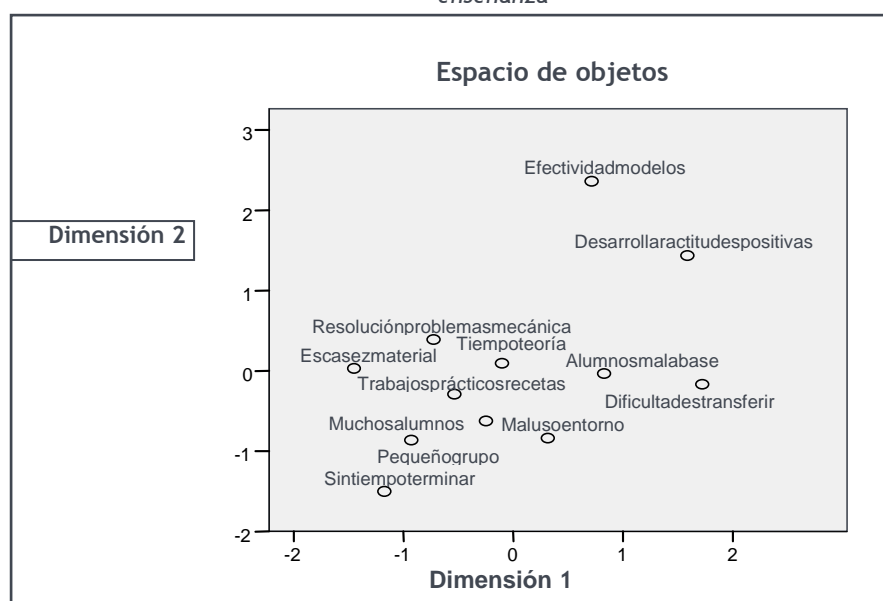
Se realizó un MDS utilizando como entrada 8 matrices de proximidad percibida entre los 12 problemas de enseñanza que se ofrecen en la Tabla II (Anexo I).

Cada matriz se correspondía con una fuente de datos: Hombres, Mujeres, Total de la muestra, Física, Química, Biología, Geología, y Otras titulaciones. Para conseguir dichas matrices se pidió a los sujetos que indicaran simplemente cuál de los problemas de cada par presentados les parecía más importante y se calculó la frecuencia de respuesta. En segundo lugar, se transformó esta frecuencia en proporción dividiéndola por el total de sujetos de la muestra respectiva. Por último, se restó .5 a cada elemento de la matriz.

El procedimiento de análisis utilizado fue PROXSCAL, implementado en SPSS (versión 18). Se utilizó un modelo de tres-vías, denominado en el programa euclídeo ponderado, que deriva un espacio de objetos común para todas las fuentes de datos y, al mismo tiempo, permite que cada fuente de datos pondere de manera diferente cada una de las dimensiones derivadas (Carroll y Chang, 1970; Carroll y Arabie, 1980).

En la Figura 1 se ofrece el espacio de objetos en dos dimensiones, que ha evidenciado un grado razonable de ajuste: S-Stress = .24, Dispersión Explicada (D.A.F.) = .86 y Coeficiente de Congruencia de Tucker = .93. Cada punto en el plano representa un problema de enseñanza. La distancia entre puntos puede interpretarse como la proximidad percibida entre los problemas de enseñanza por los sujetos de la muestra. Cuanto más próximos estén dos puntos más similares son para los sujetos y cuanto más alejados más distintos son. Para interpretar el significado de las dimensiones podemos fijarnos en los puntos que dominan cada dimensión (puntos más extremos).

Figura 1. Representación bi-dimensional de las proximidades percibidas entre los problemas de enseñanza



La dimensión 1 (la horizontal) está dominada por las categorías “escasez de material” y “sin tiempo a terminar el programa” situadas en un extremo del gráfico, el izquierdo; y por “dificultades de los estudiantes para transferir lo aprendido” y “desarrollar en el alumnado actitudes positivas”, situadas en el otro extremo, el derecho. Esta propiedad del gráfico podría indicarnos que la dimensión hace referencia a las dificultades de los profesores para provocar el aprendizaje significativo en los alumnos, debiendo superar no sólo la falta de medios y de tiempo (condiciones estructurales impuestas por la Administración), sino que necesitan despertar también el interés de los estudiantes por la ciencia, detectando y corrigiendo críticamente las ideas alternativas que arrastran.

Por su parte, la dimensión 2 (la vertical) está dominada por la categoría “efectividad de los modelos”, referida a la efectividad de los modelos didácticos y de las estrategias que utilizan los profesores en su enseñanza y “desarrollar actitudes positivas” que nos habla sobre la necesidad de desarrollar en el alumnado actitudes positivas hacia la ciencia, ambas en la parte superior del gráfico y por la categoría “sin tiempo para terminar el programa”, que aparece situada más abajo. Estas categorías parecen referirse a la finalidad de la educación;

es decir, la necesidad de usar modelos didácticos y estrategias efectivas para desarrollar en el alumnado actitudes positivas hacia la ciencia, evaluando todo este proceso de la forma adecuada y superando cualquier condición estructural impuesta externamente.

En general, las categorías que se refieren a la finalidad de la educación (“efectividad de los modelos” y “desarrollar actitudes positivas en el alumnado”), están situadas arriba; aquellas referidas a la labor del profesorado (“mala base del alumnado”, “escasez de material”, “todo el tiempo para la teoría”, trabajos prácticos como recetas” y “dificultades para transferir conocimiento”), se localizan en el centro del gráfico, mientras que las categorías referidas a los problemas estructurales (“excesivo número de alumnos”), junto con la “falta de tiempo para terminar el programa”, “mal uso del entorno” y “actividades en pequeño grupo”, se encuentran en la parte inferior del gráfico.

En la Figura 2 se representa la muestra por sexo. Cada vector en la figura representa una fuente de datos y el ángulo entre el vector y una dimensión dada, el peso o importancia relativa que cada fuente concede a cada dimensión. Cuanto menor es el ángulo respecto a una dimensión, mayor es el peso o importancia concedida, y cuanto mayor es el ángulo menor es el peso o importancia de la dimensión para la fuente de datos. Puede apreciarse cómo el grupo de las mujeres otorga mayor importancia a la dimensión 2 (finalidad de la educación), que a la 1 (dificultades de los profesores para provocar el aprendizaje significativo en los alumnos). Sin embargo, la muestra de hombres se comporta de forma opuesta, ya que consideran más importante la dimensión 1 que la dimensión 2.

En la Figura 3 se representan las titulaciones de la muestra. Puede observarse cómo son los sujetos de la titulación de “Física” los que dan mayor importancia a la dimensión 2 (finalidad de la educación), mientras que aquellos de “Biología” y de “Otras titulaciones” consideran más importante la dimensión 1 (dificultades de los profesores para provocar el aprendizaje significativo en los alumnos). Por su parte los sujetos cuya titulación de acceso es “Química” o “Biología” aparecen representados aproximadamente en la mitad del gráfico, por lo que no parecen decantarse especialmente por ninguna de las dos dimensiones.

Figura 2. Representación bi-dimensional de los pesos de los sujetos para la variable sexo

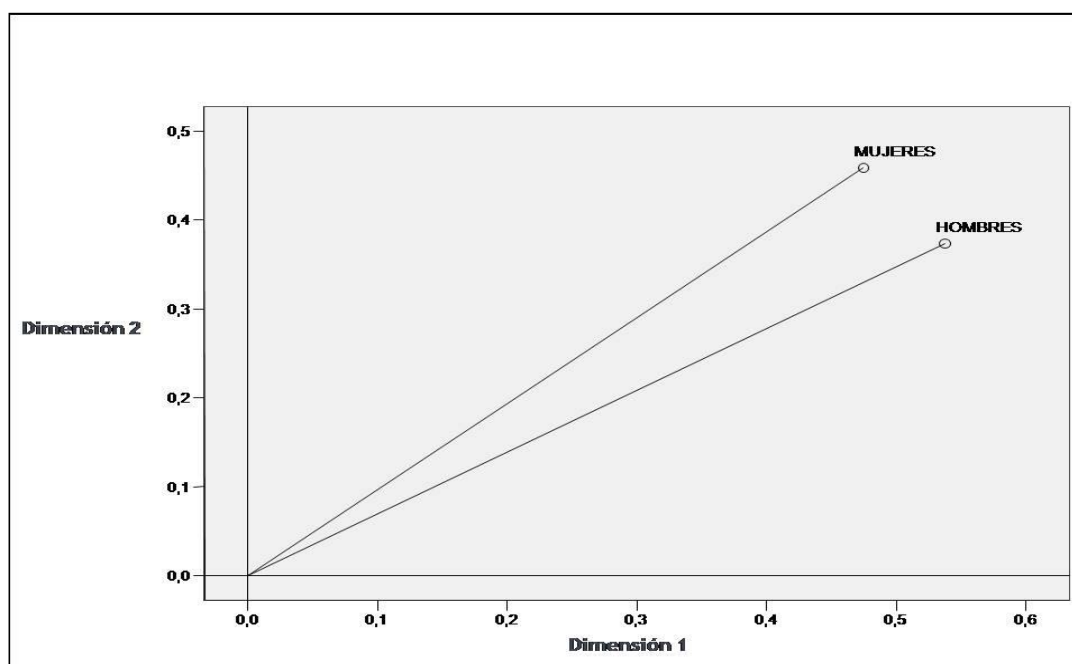
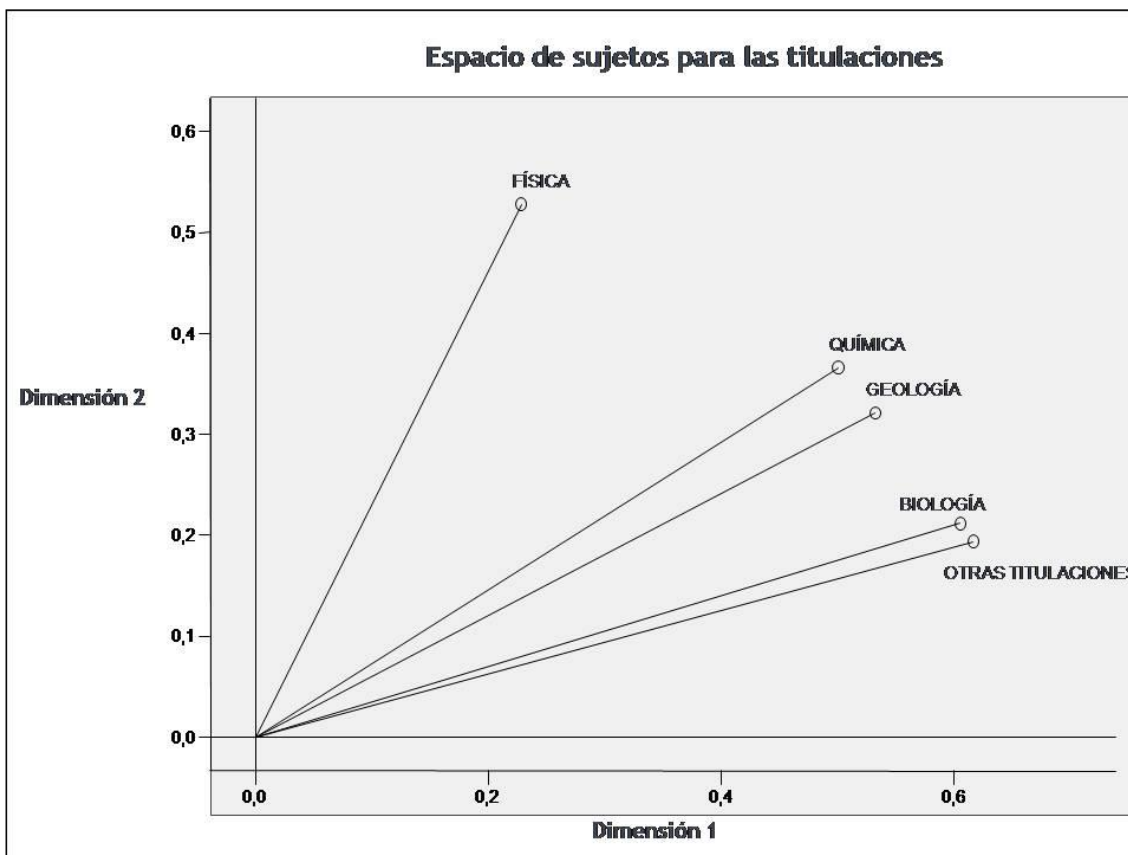


Figura 3. Representación bi-dimensional de los pesos de los sujetos para la variable titulaciones de acceso



4. Conclusiones

Como hemos señalado al principio de este artículo, la demanda que para los departamentos universitarios de didácticas específicas, en general, y de Didáctica de las Ciencias Experimentales, en particular, ha supuesto la implementación del Master de formación inicial del Profesorado de Educación Secundaria, exige el diseño, desarrollo y evaluación de un currículo de un modo fundamentado. Ello supone, entre otras características, la puesta a punto de instrumentos de diagnóstico para los supuestos de partida que mantienen los alumnos de este Master.

En este artículo hemos tratado de ilustrar cómo el método de las combinaciones binarias puede constituir un método idóneo para analizar las creencias o pensamiento espontáneo de los futuros profesores de ciencias, dado que combina adecuadamente el agrupamiento de sus respuestas en torno a dimensiones relevantes de dichas creencias con la representación gráfica de las variables que pueden condicionar en parte tales respuestas. Dadas las limitaciones de la muestra utilizada, no podemos plantearnos la posible generalización de los resultados obtenidos con ella ni era ese nuestro principal objetivo, por lo que las conclusiones siguientes deben ser tomadas como un primer paso que requiere de estudios subsiguientes.

El método de las combinaciones binarias aplicado en este estudio revela una serie de aspectos novedosos a tener en cuenta a la hora de diseñar programas de formación del profesorado, como es el Master para la formación del Profesorado de Educación Secundaria. En primer lugar, permite visualizar gráficamente cómo la muestra de profesores en formación representa, en dos dimensiones en este caso, los objetos o problemas en la enseñanza de las ciencias experimentales que se les presentaban. No sólo eso, sino que también muestra cómo cada una de las variables o grupos de sujetos estudiados (hombres, mujeres, totalidad de la muestra, grupos de Física, Química, Biología, Geología y otras titulaciones) se distribuye en el plano adscribiéndose más o menos a una de las dos dimensiones de referencia.

Esto nos permite conocer, por ejemplo, que existen diferencias estadísticamente significativas entre los sujetos de la muestra en cuanto a sexo y en cuanto a la titulación de acceso al Master.

En el primer caso, las mujeres parecen estar más preocupadas en general por la finalidad de la educación; es decir, por la efectividad de los modelos didácticos y de las estrategias que utilizan los profesores en su enseñanza y por desarrollar en el alumnado actitudes positivas hacia la ciencia. Esto se corrobora por la constante preocupación que han manifestado en entrevistas semi-estructuradas realizadas durante el Master (Benarroch, Cepero y Perales, 2013), en las que muestran su desconocimiento sobre métodos y técnicas de intervención didáctica con los alumnos, lo cual les genera una gran inseguridad sobre la eficacia de su enseñanza y, en general, de que sean capaces de desarrollar en el alumnado actitudes positivas hacia la ciencia. En este sentido, sería conveniente potenciar en las materias comunes del Master una mayor formación en métodos y modelos didácticos, para que puedan disponer de herramientas con las que enfrentarse a la realidad del aula.

Por su parte, los hombres parecen centrarse más en problemáticas de tipo estructural (falta de medios y de tiempo) y enfocadas más en las dificultades del profesorado para provocar el aprendizaje significativo en los alumnos. Igualmente, sería conveniente reforzar en las materias comunes estrategias para optimizar los recursos en el aula y enfocadas en el papel del profesor, mostrándoles soluciones a problemas diversos de la “vida real” que pueden encontrarse durante su labor didáctica.

En cuanto a la titulación de acceso al Master, los resultados parecen indicar que los Físicos y Químicos están más preocupados por la finalidad de la educación, mientras que los Biólogos y Geólogos conceden mayor importancia de entrada a los problemas estructurales y del profesorado.

Ello está en consonancia con las reiteradas críticas hacia un modelo de formación inicial sumativo (formación psico-pedagógica + didáctica específica + prácticas de enseñanza) y descontextualizado, en lugar de integrado en torno a la resolución de problemas de aula, y que lamentablemente el nuevo Master de formación inicial del profesorado de Educación Secundaria no ha logrado superar. Se hace preciso por tanto delimitar claramente lo que debiera abordarse -y cómo- en las materias comunes y de especialidad del Master, de manera que los problemas genéricos al proceso de enseñanza y aprendizaje que preocupan al futuro profesorado vayan abordándose desde el inicio y, cuando se llegue a las materias de especialidad, se haga con los problemas que corresponden realmente al campo de la didáctica específica; todo ello en un contexto formativo coherente y realista, rentabilizando al menos la estructura actual del Master.

Referencias bibliográficas

- Abell, S. K. (2007). Research on science teacher knowledge. En S. K. Abell & N.G. Lederman, *Handbook of Research on Science Education* (pp. 1105-1149). Gran Bretaña: Routledge.
- Álvarez, P., De la Fuente, I., & Cañadas, G. A. (2007). Escalamiento subjetivo de problemas ambientales en ciudadanos españoles. *Medio Ambiente y Comportamiento Humano*, 8 (1y2), 93-110.
- Arce, C., & Seoane, M. G. (1996). Construcción de escalas psicológicas. En J. Muñiz (Ed.), *Psicometría* (pp. 171-206). Madrid: Universitas.
- Azcárate, P., Martín, R., & Portán, R. (1998). Una perspectiva epistemológica para analizar y transformar la formación del profesorado. En E. Banet & A. de Pro (Coords.), *Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias* (pp. 148-158). Vol. I. DM: Lérida.
- Bannan-Ritland, B. (2003). The Role of Design in Research: The Integrative learning Design Framework. *Educational Researcher*, 32 (1), 21-24.
- Benarroch, A. (2011). Diseño y desarrollo del Master en profesorado de educación secundaria durante su primer año de implantación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8 (1), 20-40.
- Benarroch, A., Cerero, S. y Perales, F. J. (2013). Implementación del Master de Profesorado de Secundaria: metodología y resultados de su evaluación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* (en prensa).
- Berry, A., Loughran, J., & Van Driel, J.H. (2008). Revisiting the roots of pedagogical content knowledge. *International Journal of Science Education*, 30 (10), 1271-1279.
- Bulte, A. M. W., Westbroek, H. B., de Jong, O., & Pilot, A. (2006). A research approach to designing chemistry education using authentic practices as contexts. *International Journal of Science Education*, 28 (9), 1063-1086.
- Carrascosa, J., Martínez-Torregrosa, J., Furió, C., & Guisasola, J. (2008). ¿Qué hacer en la formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria? *Revista Eureka Enseñanza y Divulgación Científica*, 5 (2), 118-133.
- Carroll, J. D., & Chang, J. J. (1970). Analysis of individual differences in multidimensional scaling via N-way generalization of Eckart-Young decomposition. *Psychometrika*, 35, 283-319.
- Carroll, J. D., & Arabie, P. (1980). Multidimensional scaling. En M. R. Rosenzweig & L. W. Porter (Eds.), *Annual Review of Psychology* (Vol. 31, pp. 607-649). Palo Alto, CA: Annual Reviews.
- Cohen, L., & Manion, L. (1990). *Métodos de Investigación Educativa*. Madrid: La Muralla.
- Furió, C., Gil, D., Pessoa, A. M., & Salcedo, L. E. (1992). La formación inicial del profesorado de Educación Secundaria: papel de las didácticas específicas. *Investigación en la Escuela*, 16, 7-21.
- Gil, D., Pessoa, A. M., Fortuny, J. M., & Azcárate, C. (1994). *Formación del profesorado de las Ciencias y la Matemática. Tendencias y experiencias innovadoras*. Madrid: MEC/OEI/Ed. Popular.
- Guerrero Casas, F. M., & Ramírez Hurtado, J.M. (2002). El Análisis de Escalamiento Multidimensional: Una alternativa y un complemento a otras técnicas multivariantes. *X Jornadas ASEPUMA (Asociación Española de Profesores Universitarios de Matemáticas para la Economía y la Empresa)*. Madrid. Disponible en: <http://www.uv.es/asepuma/jornadas/madrid/K11C.pdf>

- Henze, I., Van Driel, J.H., & Verloop, N. (2008). Development of Experienced Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge of Models of the Solar System and the Universe. *International Journal of Science Education*, 30 (10), 1321-1342
- Huibregtse, I., Korthagen, F., & Wubbels, T. (1994). Physics teachers' conceptions of learning, teaching and professional development. *Journal of Science Education*, 16 (5), 539-561.
- Imbernón, F. (2010). La formación inicial y permanente del profesorado de secundaria. Hacia un nuevo concepto de formación del profesorado. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 65, 65-72.
- Jiménez, M. P. (1992). Introducción. En M. P. Jiménez, C. Alvadalejo & A. Caamaño (Eds.). *Didáctica de las Ciencias de Naturaleza* (p. 10). Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.
- Jones, M. G., & Carter, G. (2007). Science Teacher Attitudes and Beliefs. En S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.). *Handbook of Research on Science Education* (pp. 1067-1104) Gran Bretaña: Routledge.
- Kuhn, T. S. (1971). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Lawson, A. E., Abraham, M. R., & Renner, J. W. (1989). *A theory of instruction: Using the learning cycle to teach science concepts and thinking skills*. Columbia, MO: National Association of Research in Science Teaching.
- Loughran, J. J. (2007). Science Teacher as learner. En S. K. Abell & N. G. Lederman, *Handbook of Research on Science Education* (pp. 1043-1065). Gran Bretaña: Routledge,
- Luft, J. (2007). Minding the Gap: Needed Research on Beginning/Newly Qualified Science Teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 44 (4), 532-537
- Lunsford, E. Melear, C. T., Roth, W. M., Perkins, M., & Hickok, L. G. (2007) Proliferation of Inscriptions and Transformations Among Preservice Science Teachers Engaged in Authentic Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 44 (4), 538-564.
- Mellado, V. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial, de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), 298-302.
- Mellado, V. (1998). Preservice teachers' classroom practice and their conceptions of the nature of science. En B. J. Fraser & K. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education* (pp. 1093-1110). Dordrech: Kluwer A.P.
- Mellado, V. (1999). La investigación sobre la formación del profesorado de Ciencias Experimentales. En C. Martínez & S. García (Eds.), *La Didáctica de las Ciencias. Tendencias actuales. XVIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 45-76). La Coruña: Servicio de Publicaciones de la Universidad de La Coruña.
- Orion, N., & Thompson, D. B. (1996). Changes in perception and attitudes of pre-service post-graduate secondary school science teachers. *International Journal of Science Education*, 18 (5), 577-599.
- Otero, V. K., & Nathan, M. J. (2008) Preservice elementary teachers' views of their students' prior knowledge of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 45 (4), 497-523.
- Pajares, M. F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62 (3), 307-332.
- Pavón, F. F. (1996): *Conocimiento profesional de los profesores de Física y Química de Bachillerato principiantes y con experiencia en la provincia de Cádiz*. Tesis doctoral (inérita). Sevilla: Universidad de Sevilla.

- Perales, F. J., & Cañal, P. (Eds.) (2000). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy: Marfil.
- Pérez Gómez, A. (1993). La formación del docente como intelectual comprometido. *Signos*, 8/9, 42-53.
- Porlán, R. (1995). Las creencias pedagógicas y didácticas de los profesores. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 3 (1), 7-13.
- Porlán, R., & Martín, J. (1996). Ciencias, profesores y enseñanza: unas relaciones complejas. *Alambique*, 8, 23-32.
- Roehrig, G. H., Kruse, R. A., & Kern, A. (2007). Teacher and School Characteristics and Their Influence on Curriculum Implementation. *Journal of Research in Science Teaching*, 44 (7), 883-907
- Schibeci, R., & Hickey, R. (2000). Is it natural or processed? Elementary school teachers and conceptions about material. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 1154-1170.
- Schwarz, C. V., Gunckel, K. L., Smith, E. L., Covitt, B. A., Bae, M., Enfield, M., & Tsurusaki, B. K. (2008). Materials for effective science teaching. *Science Education*, 92 345 - 377.
- Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L, Achér, A., Fortus, D., Shwartz, Y., Hug, B., & Krajcik, J. (2009). Developing a Learning Progression for Scientific Modeling: Making Scientific Modeling Accessible and Meaningful for Learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 46 (6), 632-654.
- Stuessy, C. L., & Metty, J. S. (2007). The Learning Research Cycle: Bridging Research and Practice. *Journal of Science Teacher Education*, 18, 725-750.
- TALIS (OCDE) (2009). *Estudio Internacional sobre la Enseñanza y el Aprendizaje*. Informe español. Ministerio de Educación: Madrid.
- Thorley, N. R. y Stofflet, R. T. (1996). Representation of the Conceptual Change Model in Science Teacher Education. *Science Education*, 80 (3), 317-339.
- Tobin, K., & Espinet, M. (1989). Impediments to change: applications of coaching in high school science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 26 (2), 105-120.
- Tobin, K., Trippins, D. J., & Gallard, A. J. (1994): Research on instructional strategies for teaching science. En D. Gabel (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning* (pp. 3-44). New Cork: McMillan,.
- Toulmin, S. (1977): *La comprensión humana I: El uso colectivo y la comprensión de los conceptos*. Madrid: Alianza.
- Valcárcel, M. V., & Sánchez, G. (2000). La formación del profesorado en ejercicio. En F. J. Perales y P. Cañal (eds.). *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 557-582). Marfil: Alcoy.
- Vilches, A., & Gil, D. (2008). La necesaria renovación de la formación del profesorado para una educación científica de calidad. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 22, 67-85.

ANEXO I

Tabla 3. Matriz de entrada para SPSS. Variable “Hombres”.

.000	.235	.030	.265	.059	.000	.177	.059	.088	.324	.059	.353
.235	.000	.443	.265	.235	.324	.382	.206	.176	.157	.265	.265
.029	.441	.000	.177	.294	.176	.118	.147	.294	.353	.088	.412
.265	.265	.118	.000	.000	.118	.334	.030	.000	.353	.177	.323
.059	.235	.294	.000	.000	.147	.412	.147	.000	.147	.294	.353
.000	.300	.177	.118	.147	.000	.265	.000	.118	.294	.147	.353
.176	.382	.118	.323	.382	.265	.000	.176	.265	.382	.029	.412
.058	.206	.147	.029	.147	.000	.177	.000	.059	.323	.030	.323
.088	.157	.294	.000	.000	.118	.265	.059	.000	.353	.206	.235
.323	.177	.453	.353	.147	.294	.382	.324	.118	.000	.088	.088
.056	.265	.088	.176	.294	.147	.030	.029	.206	.382	.000	.441
.353	.265	.412	.324	.353	.353	.412	.324	.235	.088	.442	.000

Tabla 4. Matriz de entrada para SPSS. Variable “Mujeres”.

.000	.300	.014	.157	.157	.100	.157	.100	.043	.443	.072	.443
.300	.000	.072	.300	.014	.186	.071	.214	.300	.214	.443	.386
.014	.357	.000	.014	.357	.157	.186	.357	.071	.443	.100	.471
.157	.300	.014	.000	.271	.043	.243	.186	.014	.443	.072	.471
.157	.014	.357	.372	.000	.272	.443	.043	.186	.357	.143	.414
.100	.185	.157	.043	.271	.000	.214	.100	.043	.443	.014	.471
.157	.442	.186	.243	.443	.286	.000	.328	.214	.471	.128	.500
.100	.214	.357	.186	.043	.100	.329	.000	.157	.471	.214	.386
.043	.300	.072	.014	.186	.043	.214	.157	.000	.357	.243	.443
.443	.214	.443	.443	.357	.443	.472	.472	.357	.000	.386	.186
.071	.443	.100	.071	.243	.014	.129	.214	.243	.386	.000	.443
.443	.386	.472	.472	.414	.472	.500	.486	.443	.186	.443	.000

Tabla 5. Matriz de entrada para SPSS. Variable “Total de la muestra”.

,000	,254	,138	,210	,109	,036	,181	,080	,007	,398	,080	,413
,254	,000	,413	,268	,133	,239	,399	,210	,225	,181	,370	,326
,007	,413	,000	,094	,326	,152	,167	,254	,196	,398	,094	,442
,210	,268	,094	,000	,138	,080	,283	,080	,022	,398	,109	,398
,109	,123	,326	,138	,000	,167	,428	,065	,051	,254	,225	,398
,036	,239	,152	,080	,167	,000	,268	,007	,080	,442	,080	,413
,181	,398	,167	,283	,427	,268	,000	,254	,225	,427	,080	,456
,080	,210	,254	,080	,065	,007	,254	,000	,051	,398	,138	,355
,008	,225	,196	,007	,051	,080	,225	,051	,000	,355	,210	,340
,370	,196	,399	,399	,254	,442	,428	,399	,355	,000	,384	,109
,080	,369	,094	,109	,225	,080	,080	,138	,210	,384	,000	,442
,413	,326	,442	,399	,399	,413	,457	,355	,341	,109	,442	,000

Tabla 6. Matriz de entrada para SPSS. Variable “Física”.

,000	,500	,500	,000	,500	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
,500	,000	,500	,500	,500	,500	,500	,000	,500	,500	,500	,500
,500	,500	,000	,000	,500	,000	,500	,000	,000	,500	,500	,000
,000	,500	,000	,000	,000	,000	,500	,500	,500	,500	,000	,000
,500	,500	,500	,000	,000	,000	,500	,500	,500	,000	,500	,000
,000	,500	,000	,000	,000	,000	,000	,500	,500	,000	,000	,500

,000	,500	,500	,500	,500	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,500
,000	,000	,000	,500	,500	,500	,000	,000	,000	,500	,500	,500
,000	,500	,000	,500	,500	,500	,000	,000	,000	,500	,500	,500
,000	,500	,500	,500	,000	,000	,000	,500	,500	,000	,500	,500
,000	,500	,500	,500	,500	,000	,000	,500	,500	,500	,000	,500
,000	,500	,000	,000	,000	,500	,500	,500	,500	,500	,500	,000

Tabla 7. Matriz de entrada para SPSS. Variable “Química”.

,000	,250	,333	,250	,250	,083	,417	,167	,167	,333	,000	,333
,333	,000	,500	,083	,167	,500	,500	,417	,333	,167	,250	,250
,250	,417	,000	,250	,333	,083	,083	,000	,250	,333	,250	,333
,333	,000	,333	,000	,083	,333	,417	,417	,333	,167	,000	,250
,333	,083	,417	,000	,000	,417	,500	,500	,333	,083	,333	,250
,000	,417	,167	,250	,333	,000	,250	,250	,000	,417	,083	,333
,333	,417	,167	,333	,417	,167	,000	,083	,183	,417	,167	,417
,083	,333	,083	,333	,417	,167	,000	,000	,167	,417	,083	,333
,250	,250	,333	,250	,250	,083	,167	,250	,000	,417	,083	,333
,417	,250	,417	,250	,000	,500	,500	,500	,500	,000	,417	,083
,083	,167	,333	,083	,250	,167	,250	,167	,167	,333	,000	,333
,417	,333	,417	,333	,333	,417	,500	,417	,417	,167	,417	,000

Tabla 8. Matriz de entrada para SPSS. Variable “Biología”.

,000	,180	,180	,180	,060	,020	,340	,100	,100	,340	,180	,500
,180	,000	,340	,340	,100	,380	,420	,220	,220	,220	,460	,420
,180	,340	,000	,020	,220	,180	,260	,180	,020	,380	,180	,460
,180	,340	,020	,000	,260	,060	,300	,140	,100	,460	,220	,500
,060	,100	,220	,260	,000	,140	,380	,020	,060	,340	,300	,460
,020	,380	,180	,060	,140	,000	,340	,020	,100	,460	,280	,500
,340	,420	,260	,300	,380	,340	,000	,300	,380	,460	,020	,500
,100	,220	,180	,140	,020	,020	,300	,000	,020	,460	,340	,420
,100	,220	,020	,100	,060	,100	,380	,020	,000	,340	,340	,420
,340	,220	,380	,460	,340	,460	,460	,460	,340	,000	,340	,140
,180	,460	,180	,220	,300	,180	,020	,340	,340	,340	,000	,420
,500	,420	,460	,500	,460	,500	,500	,420	,420	,140	,420	,000

Tabla 9. Matriz de entrada para SPSS. Variable “Geología”.

,000	,278	,055	,389	,055	,167	,167	,278	,278	,278	,167	,500
,278	,000	,500	,389	,167	,278	,500	,055	,389	,056	,278	,167
,056	,500	,000	,167	,278	,055	,167	,500	,278	,500	,056	,500
,389	,389	,167	,000	,056	,056	,389	,389	,167	,278	,056	,278
,056	,167	,278	,055	,000	,056	,500	,278	,167	,389	,056	,500
,167	,278	,056	,055	,055	,000	,389	,389	,167	,500	,167	,500
,169	,500	,167	,389	,500	,389	,000	,500	,278	,389	,055	,389
,278	,056	,500	,389	,278	,389	,500	,000	,389	,167	,167	,278
,278	,389	,278	,167	,167	,167	,278	,389	,000	,278	,167	,278
,278	,055	,500	,278	,389	,500	,389	,167	,278	,000	,389	,278
,167	,278	,055	,055	,055	,167	,056	,167	,167	,389	,000	,389
,500	,167	,500	,278	,500	,500	,389	,278	,278	,278	,389	,000

Tabla 10. Matriz de entrada para SPSS. Variable “Otras titulaciones”.

,000	,364	,136	,136	,045	,227	,000	,091	,091	,454	,136	,318
,364	,000	,455	,318	,182	,046	,364	,227	,227	,227	,456	,273
,136	,454	,000	,045	,364	,273	,091	,364	,318	,454	,182	,409
,136	,318	,046	,000	,182	,000	,136	,182	,091	,454	,091	,409
,046	,182	,364	,182	,000	,182	,409	,091	,091	,273	,182	,318
,227	,045	,273	,000	,182	,000	,182	,000	,045	,409	,182	,318
,000	,364	,091	,136	,409	,182	,000	,273	,136	,409	,091	,409
,091	,227	,364	,182	,091	,000	,273	,000	,091	,364	,182	,273
,091	,227	,318	,091	,091	,046	,136	,091	,000	,318	,227	,227
,455	,227	,455	,455	,273	,409	,409	,364	,318	,000	,409	,045
,136	,454	,182	,091	,182	,182	,091	,182	,227	,409	,000	,500
,318	,273	,409	,409	,318	,318	,409	,273	,227	,046	,500	,000