Situación de la enseñanza de las ciencias por indagación en los planes de estudio de Grado de Maestro de Educación Primaria en España



Inquiry-based science education in programs of Primary Teacher Degree in Spain

DOI: 10.7203/DCES.XX.XXXXX

Sandra Pilar Tierno

Universidad Católica de Valencia, sp.tierno@ucv.es

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3191-297X

Paula Tuzón

Universitat de València, paula.tuzon@uv.es

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1344-3751

Jordi Solbes

Universitat de València, jordi.solbes@uv.es

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8220-209X

Valentín Gavidia

Universitat de València, valentin.gavidia@uv.es

ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9153-147X

Resumen: En el presente trabajo se analizan 84 guías docentes de asignaturas de ciencias experimentales y/o su didáctica impartidas en el Grado en Maestro en Educación Primaria de universidades españolas. El análisis de la información contenida en ellas nos permite conocer las características profesionales del profesorado que imparte estas asignaturas, la formación que proponen las guías docentes de asignaturas científicas de dicho grado y hasta qué punto la enseñanza de la ciencia por indagación está presente en su plan de formación. Los resultados indican una escasa formación científica de los futuros maestros y con poca presencia de la indagación, impartida, en muchos casos, por profesores con doctorados en disciplinas no didácticas.

Palabras clave: Enseñanza de las ciencias, maestros en formación, indagación, guía docente.

Abstract: The present study is focused on the analysis of 84 programs of science subjects of Primary Teacher Degree for Spanish universities. This analysis addresses the characteristics of professors in charge of these subjects, the science education proposed in programs for pre-service primary school teachers and the presence of inquiry-based science education in their curriculum. The results show a low science education of pre-service teachers and a low presence of inquiry in their programs. These science subjects are mostly given by professors with a PhD in non-didactics areas.

Keywords: Science education, pre-service teachers, inquiry, primary education, program.

Fecha de recepción: xxxxxxxxxxxxx

Fecha de aceptación: xxxxxxxxxxxx

1. Introducción

La Didáctica de las Ciencias tiene por objeto tratar los problemas referidos a la enseñanza-aprendizaje de las ciencias en todos sus niveles y ámbitos, uno de los cuales es la formación del profesorado. La recomendación de una enseñanza de las ciencias basada en la indagación (ECBI) está más que aceptada, sin embargo, consideramos que la indagación no deber abordarse únicamente con el foco puesto en la educación de niveles pre-universitarios, sino que la indagación debe también estar presente en la formación científica de los futuros maestros. Es más, en la ECBI, el rol del profesor que la implementa es importante por lo que debe asegurarse una integrada y completa formación científica y didáctica del profesorado (Cañal, 2012). Sin embargo, algunos estudios destacan la falta de preparación entre el profesorado para llevar a la práctica esta metodología en sus aulas debido al poco conocimiento científico del que disponen (Murphy, Neil y Beggs, 2007; Forbes y Davis, 2010), o sus dudas acerca de los procedimientos del método científico (Vílchez González y Bravo Torija, 2015).

Asimismo, estudios en los que se llevan a cabo entrevistas a maestros en activo (Martínez-Chico, López-Gay, Jiménez Liso y Acher, 2013; Montero-Pau y Tuzón, 2017) y a formadores de maestros (Martínez-Chico, Jiménez-Liso y López-Gay, 2014a), revelan la petición de una formación inicial en la que se traten los conceptos científicos importantes que después tendrán que desarrollar y que experimenten las metodologías de enseñanza que más tarde podrán llevar a la práctica en sus aulas. Los maestros en activo muestran, en general, una falta de comprensión acerca de lo que significa enseñar a los alumnos a investigar (Capps y Crawford, 2013; Montero-Pau y Tuzón, 2017), al igual que los maestros en formación inicial presentan dudas acerca de cómo enseñar ciencia mediante indagación (Toma, Greca y Meneses-Villagrá, 2017).

No obstante, existen ya en la literatura propuestas de aplicación de esta metodología en la formación inicial de maestros (Martínez-Chico, López-Gay y Jiménez-Liso, 2014b; Vílchez González y Bravo Torija, 2015). También hay estudios recientes sobre la formación que se propone en las guías didácticas (García Barros, 2016), que pretendemos actualizar. Sin embargo, no hay estudios sobre si la metodología por indagación está declarada en las guías docentes de las asignaturas de ciencias experimentales y su didáctica del plan de formación inicial de los maestros, ni sobre la formación doctoral de los docentes de formación del profesorado. ¿Estos formadores han realizado sus tesis doctorales en disciplinas científicas o en didáctica de la ciencia? ¿En qué cursos reciben los alumnos del Grado de Maestro las asignaturas científicas? ¿La formación que se imparte a los futuros maestros es mayoritariamente de contenidos científicos o didácticos? ¿Cómo es la visión general de estas asignaturas de ciencias, disciplinar o multidisciplinar? ¿En qué grado la indagación aparece reflejada explícitamente en sus guías docentes?

Todas estas cuestiones son a las que pretendemos dar respuesta en el presente trabajo y, para ello, establecemos los siguientes objetivos: 1) Describir la formación y situación del profesorado que imparte asignaturas de Ciencias Experimentales y/o su Didáctica en el Grado de Maestro en Educación Primaria; 2) Realizar un análisis de la formación en Ciencias Experimentales y/o su Didáctica que proponen las guías docentes de las asignaturas relacionadas y 3) Determinar hasta qué punto la indagación está presente en estas guías docentes del Grado de Maestro de las universidades públicas españolas.

Con el desarrollo del presente estudio esperamos, primeramente, actualizar la visión general de la formación científica y de didáctica de las ciencias que presentan las guías docentes de las universidades españolas. En segundo lugar, esperamos aportar una aproximación a la presencia de la indagación en las guías docentes de los planes de estudios de los futuros maestros, el cual puede suponer el reflejo de si se está produciendo, o se va a producir, el cambio en el programa formativo hacia una enseñanza de las ciencias mediante indagación que muchos deseamos.

1. Marco teórico

En la enseñanza de las ciencias es clave incorporar el aprendizaje de los procedimientos científicos al de los propios contenidos conceptuales y actitudinales (Akerson y Hanuscin, 2007; Harlen, 2009; Minner, Levy, y Century, 2010; Furtak, Seidel, Iverson y Briggs, 2012; Louca y Zacharia, 2012; Murphy, Smith, Varley y Razi, 2014; BOE, 2014). El aprendizaje de los métodos en ciencias, esto es, de los momentos y destrezas involucradas en una investigación, forman parte de lo que se denomina enseñanza de las ciencias basada en la indagación (ECBI).

La indagación cobra especial relevancia en educación primaria. Por una parte, atiende procedimientos muy relevantes para esta etapa (Harlen, 2009): observación, clasificación, agrupación, manipulación directa, toma de medidas, montaje, etc. Por otra parte, aspectos como la elaboración de hipótesis o las primeras impresiones acerca del fenómeno, permiten a los niños expresar sus ideas previas (Keynes, Driver, Guesne y Tiberghien, 1985; Garbett, 2003; Allen, 2010; Vosniadou, 2013), las cuales son muy importantes en la enseñanza de las ciencias; por tanto, implementar una metodología que permita a los niños expresarlas y confrontarlas es muy ventajoso para su aprendizaje.

Sin embargo, la definición de la ECBI no es sencilla, dado que dentro de esta denominación se enmarcan tantas intervenciones didácticas que es difícil encontrar dentro de la literatura publicada una definición aceptada por todos (Hayes, 2002; Capps y Crawford, 2013; Couso, 2014). Esta indefinición lleva, por un lado, asociada la existencia de varios tipos de indagación, desde una indagación abierta en la que el alumno decide la pregunta de investigación y el camino a seguir en la búsqueda de su respuesta, hasta una indagación guiada que simplemente responda preguntas propuestas en clase (Windschitl, 2003; Kirschner, Sweller y Clark, 2006; Aguilera Morales, Martín-Páez, Valdivia-Rodríguez, Ruiz-Delgado, Williams-Pinto, Vílchez-González y Perales-Palacios, 2018). Existe en la literatura una discusión al respecto, no sólo de la concepción de la indagación a la hora de implementarla en las aulas sino también de su efectividad dependiendo de cuál sea dicha implementación (Kirschner et al., 2006 y Sweller, Kirschner y Clark, 2007). Existe también un debate interesante sobre si la indagación consiste en el aprendizaje de los métodos científicos o si consiste en aprender a través de los métodos – se entiende, habiéndolos aprendido con antelación o aprovechando el mismo proceso para hacerlo – (Kirschner et al. 2006; Sweller et al., 2007). Cierto es que el nivel de complejidad de esta discusión puede diferir dependiendo del nivel educativo al cual se está aplicando la indagación. En el marco de la educación primaria, entendemos la indagación en el sentido en que lo hace la autora Wynne Harlen (Harlen, 2009) y en el modo en el que enmarca sus investigaciones didácticas a lo largo de esta etapa educativa: planteando investigaciones guiadas a los niños, donde se responde una pregunta de investigación autocontenida y relevante en el currículum con objetivos de aprendizaje específicos tanto relativos a los métodos como al propio concepto.

Sin embargo, para el análisis de su presencia en los programas docentes, en este artículo intentaremos establecer a partir de la bibliografía unos indicadores de la indagación que pueden ser unos ingredientes mínimos comunes en todas sus concepciones. Así, tendremos en cuenta que, para considerar que un alumno sabe indagar, éste debe conocer las destrezas relacionadas con las distintas etapas de una investigación en torno a una pregunta: la observación, la emisión de hipótesis, el diseño de una prueba fiable, la ejecución de un experimento, la interpretación de los datos, las conclusiones y la comunicación y reflexión (Pedaste et al, 2015). De manera que, si bien es cierto que la presencia de estos procedimientos en las guías docentes no garantiza una enseñanza por indagación podemos, desde el punto de vista opuesto, considerar que una enseñanza por indagación, al menos, incluirá estos procedimientos. Es desde esta postura desde la que se enfoca el presente análisis de la formación en indagación en la enseñanza de las ciencias a futuros maestros.

1. Metodología

Se lleva a cabo un estudio descriptivo y transversal realizado a partir de la información obtenida de las guías docentes de las asignaturas impartidas en el Grado de Maestro de Educación Primaria de diferentes universidades públicas españolas, disponibles en las páginas web de las facultades correspondientes. Las guías docentes de las asignaturas son el documento por el que se establece públicamente el acuerdo de enseñanza-aprendizaje entre el profesor y el alumnado, sirven para que éste pueda conocer todos los detalles de la asignatura a cursar y organizarse, pero también para que el profesorado pueda describir su planificación, la carga de trabajo, la metodología, el contenido, la evaluación, la bibliografía o la relación de competencias (García Martín, 2010). En consecuencia, el análisis de las guías docentes de las diferentes asignaturas de ciencias experimentales y/o su didáctica en dicho Grado en España muestra el compromiso que los diferentes departamentos universitarios y, por lo tanto, el sistema educativo superior, adquiere con nuestros futuros maestros. Analizarlas es, pues, imprescindible para conocer la propuesta de formación científica que reciben los maestros en sus estudios de grado.

La muestra la constituyen 21 universidades públicas españolas: Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea, Universidad de Alicante, Universitat Autònoma de Barcelona, Universidad Autónoma de Madrid, Universitat de Barcelona, Universidad de Castilla-La Mancha, Universidad Complutense de Madrid, Universidad de Extremadura, Universitat de Girona, Universitat de les Illes Balears, Universitat Jaume I, Universidad de La Laguna, Universidad de Málaga, Universidad de Oviedo, Universidad Rey Juan Carlos, Universidad de Salamanca, Universidad de Santiago de Compostela, Universidad de Sevilla, Universitat de València, Universidad de Valladolid y Universidad de Zaragoza, lo que se traduce en un total de 84 asignaturas (de las cuales 55 de ellas son de carácter obligatorio), de diferentes cursos, materias y número de créditos. Las asignaturas corresponden al curso académico 2016/2017. La elección de las universidades ha respondido a la intención de mostrar una representación de prácticamente todas las comunidades autónomas, aunque la técnica de muestreo utilizada no ha sido probabilística.

1) Para responder al **primer objetivo**, en el que se pretende una aproximación al profesorado que imparte las materias científicas en el Grado en Maestro en Educación Primaria, se ha analizado la formación inicial de los 64 coordinadores que aparecen en las guías docentes de las asignaturas sometidas a análisis. Se han considerado como coordinadores aquellos profesores explícitamente indicados como tal en la guía docente. En caso de que esto no ocurra, pero la asignatura la imparta un único profesor, se ha considerado a éste como el coordinador de la misma. Algunas guías docentes no incluyen el nombre del coordinador y otras indican más de un coordinador. En consecuencia, el anterior número de coordinadores corresponde únicamente a 57 asignaturas diferentes.

De los coordinadores encontrados se han analizado tres variables: a) el campo de conocimiento en el que se realiza la tesis doctoral, b) el año de su defensa y c) la categoría académica. Las dos primeras variables se han obtenido mediante búsqueda en la base de datos del Ministerio de Educación sobre Tesis Doctorales, TESEO, teniendo en cuenta el programa de doctorado y el título de la tesis doctoral. La información acerca de la categoría del profesorado (Asociado, Ayudante Doctor, Contratado Doctor, Titular de Universidad, Titular de Escuela Universitaria, Catedrático de Universidad, Catedrático de Escuela Universitaria, Emérito) se ha extraído de las páginas webs de los departamentos correspondientes para cada una de las universidades de la muestra. Dado que se han utilizado los datos públicos que aparecían en el momento de realizar el presente trabajo en las páginas webs de los departamentos, debe considerarse la posibilidad de que dicha información no esté actualizada, sin embargo, nos permite un primer acercamiento a la situación y formación inicial del profesorado de las asignaturas de ciencias y su didáctica.

2) Para conseguir el **segundo objetivo** se han analizado las guías docentes de todas las asignaturas de Ciencias Experimentales (CCEE) y/o su Didáctica impartidas en las facultades de Magisterio de las universidades de la muestra. Las variables analizadas en cada guía docente han sido: nombre de la universidad y de la asignatura, número de créditos, curso en el que se imparte, carácter de la asignatura (básica, obligatoria u optativa), contenido de la asignatura (Ciencias Experimentales, Didáctica de las Ciencias Experimentales o Ciencias Experimentales y su Didáctica) y perspectiva de la materia impartida (Genérica o Específica). Además del análisis anterior, se han contabilizado aquellas asignaturas que abordan temas de interés por el contexto socioeducativo actual, como la Educación para la Salud, la Sostenibilidad, TICs y la Educación Ambiental. Estos aspectos se han englobado dentro de una categoría denominada *Transversal*.

En lo referente al **carácter** de la asignatura, clasificamos las asignaturas estudiadas en básicas, obligatorias y optativas siguiendo la clasificación que aparece en los planes de estudio del grado de Magisterio. Su calificación de Básica se debe a que debe cursarse obligatoriamente por el alumnado de los primeros cursos de grado y el contenido no tiene por qué ser específico de la titulación, pudiendo aparecer en diferentes titulaciones (solo ocurre en un caso). Sin embargo, los contenidos de las asignaturas Obligatorias sí que están relacionados con las competencias específicas de la titulación en cuestión.

Por lo que respecta al **contenido**, clasificamos las asignaturas según si los aspectos abordados son únicamente contenidos científicos (categoría de Ciencias Experimentales, como por ejemplo las asignaturas *Educación científica para maestros,* *Fundamento de Ciencias de la Materia* o *Física Básica para la Formación de Maestros*), si son únicamente aspectos didácticos de las Ciencias (categoría de Didáctica de las Ciencias Experimentales, como por ejemplo las asignaturas *Didáctica del medio biológico y geológico* o *Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias Experimentales I*) o bien si incluyen ambos tipos de contenidos (categoría de Ciencias Experimentales y su Didáctica, cuyos ejemplos serían *Fundamentos y didáctica de física* o *Educación Ambiental y su Didáctica*).

Por último, la variable **perspectiva** se refiere a cómo es el enfoque de la materia impartida, si se organiza alrededor de una sola rama de la ciencia o de manera más global. Agrupamos dentro de la categoría de Perspectiva Genérica aquellas asignaturas que tratan la ciencia de una forma general o bien aspectos de varios campos de la ciencia, tales como *El medio natural I*. *Física, Química y su Didáctica*, *Didáctica de las Ciencias Experimentales* o *Ciencias Naturales para Maestros*. Incluimos en una Perspectiva Específica, las materias que sólo abordan aspectos de una sola rama de la ciencia, como física, química, biología o geología, ya sea impartiendo contenidos científicos o didácticos.

3) Para el **tercer objetivo** en el que se trata de comprobar la presencia de la indagación en las guías docentes, se ha realizado una búsqueda de la aparición de palabras clave analizadas en su propio contexto, llevando a cabo un análisis del contenido en todo el texto de la guía. Las palabras de búsqueda, que hacen referencia a la metodología científica, han sido las siguientes (entre paréntesis se especifica la raíz de búsqueda): indagación (indag\*), investigación (investig\*), observación (observ\*), hipótesis, variable, datos, gráficas, prueba, experimento (experim\*), diseño experimental (diseño experim\*), problema y pregunta. A la vista de esta consideración “de mínimos”, somos conscientes de que su presencia únicamente de estos ítems no asegura que la ECBI sea tratada.

El análisis del contenido se ha realizado identificando el lugar de la guía en el cual aparece la palabra o raíz y si ésta hace referencia únicamente al Contenido disciplinar o también se refiere a la parte Didáctica. Para simplificar los resultados encontrados, se ha considerado simplemente si los ítems aparecían en el apartado de Temario o Contenidos de la asignatura (usaremos el término Temario para evitar confusiones con aquello referido a Contenido disciplinar), o si aparecían en apartados diferentes, tales como competencias, resultados de aprendizaje… Se han omitido aquellos resultados que no hacían referencia directa a procedimientos científicos y, por lo tanto, que no estuvieran relacionados con el tema de estudio.

1. Resultados y Discusión

3.1. Primer objetivo: situación profesional de los coordinadores

De las 21 universidades que componen la muestra, solamente 15 de ellas indican en sus guías docentes quiénes son sus coordinadores (71,4%). Contamos con casos de universidades con guías docentes en las que sí que aparecen los coordinadores y guías docentes en las que no. En total, se han encontrado 64 coordinadores de 57 asignaturas diferentes, ya que algunas asignaturas tienen más de un coordinador. Sin embargo, sólo se ha identificado la temática de la tesis doctoral de 59 coordinadores y la categoría profesional de 57 coordinadores.

Por lo que respecta a la temática doctoral de los coordinadores, 37 profesores (62,7%) la han realizado sobre ciencias experimentales específicas, seguido de los que la realizaron sobre didáctica de las CCEE (21 de ellos, que supone el 35,6%). Solamente uno de los coordinadores encontrados ha realizado su tesis doctoral en Didáctica General. Se observa significación estadística en cuanto a la distribución de coordinadores según su tesis doctoral (p<0,05).

Sobre su formación doctoral, de 59 coordinadores, 41 de ellos (69,5%) han defendido su tesis a partir del año 2000. Sobre su situación administrativa, 23 de 57 (40,4%) son Profesores Ayudantes Doctor y 13 son de Titulares de Universidad (22,8%). El resto son profesorado asociado (8,8%), titular de escuela universitaria y catedrático de universidad (con un 5,3% cada uno) y emérito y catedrático de escuela universitaria (3,5% cada uno). El primer dato puede estar relacionado con el hecho de que la mayoría habían defendido su tesis a partir del año 2000, ya que la categoría de Ayudante Doctor es la primera figura de profesores contratados de la universidad pública y, en general, ostentada por aquellos profesores más jóvenes que acaban de iniciar su carrera docente.

Por otra parte, encontramos que mientras que los coordinadores de asignaturas de perspectiva genérica y de perspectiva específica tienen tesis doctorales defendidas dentro de un rango de tiempo grande (aproximadamente desde el 1980 al 2015), los coordinadores de asignaturas con aspectos incluidos dentro de la categoría *Transversales* son coordinadores que han defendido su tesis doctoral a partir del año 1994, dato que se puede relacionar con que los contenidos incluidos en las asignaturas de *Transversales* suelen ser campos más recientes.

Las asignaturas de perspectivas genéricas son coordinadas en su mayoría (63,2%) por profesores que han realizado su tesis en un área de conocimiento de un campo disciplinar, por lo que son especialistas que deben desarrollar temas generales y que, es posible, que tiendan hacia la materia de su especialidad. El predominio de coordinadores que han realizado tesis en ciencias experimentales también se observa en la distribución según el contenido de la asignatura, es decir, los coordinadores que han realizado su tesis doctoral en CCEE son predominantes en todas las categorías. Como se puede ver en el Gráfico 1, la mayoría (18/21=85,7%) de los coordinadores con tesis doctorales en Didáctica de las CCEE son coordinadores de asignaturas con contenido didáctico, dado que sólo 3 de ellos (14,3%) son coordinadores de asignaturas únicamente de contenidos científicos disciplinares. En dicho gráfico se ha eliminado el coordinador que posee una tesis doctoral en didáctica general dado que era sólo una persona.

**Gráfico 1.** Distribución de los coordinadores según tesis doctoral y el contenido impartido en la asignatura

Fuente: Elaboración propia

Por último, encontramos una situación que puede parecer anómala, en la que la mayoría de coordinadores de asignaturas didácticas tienen tesis doctorales sobre una rama específica de la ciencia y, por lo tanto, su formación sobre didáctica de las CCEE no se ha recibido en la realización de la tesis doctoral. Esto puede estar relacionado con que en el periodo entre la creación de los departamentos de didáctica de las ciencias (con la LRU de 1983) y la LOGSE (1990), los que acceden a los mismos son licenciados o doctores en ciencias, al ser muy escasos los doctores en didáctica de las ciencias de los años 80. Después se produce un gran estancamiento de plantillas en dichos departamentos, con el paso del profesorado de EGB a maestros de la LOGSE, en los que desaparece la especialidad de Ciencias y Matemáticas (Solbes, Furió, Gavidia y Vilches, 2004). Y, aunque a partir de 2010, con los grados de Maestro de cuatro años y el Máster de profesorado de secundaria, se crean nuevas plazas, sólo una parte de las mismas es cubierta por doctores en didáctica de las ciencias, ya que al mismo tiempo (por la crisis y el paso de licenciaturas a grados) se produce una reducción de la demanda de doctores en ciencias, que encuentran una salida en nuestra área y están adquiriendo la formación didáctica a posteriori en la investigación de la práctica docente, en el intercambio de información de los congresos, en la comunicación y lectura de artículos en revistas que se van especializando, etc.

**3.2.** **Segundo objetivo: descripción de las guías docentes de las asignaturas de ciencias y didáctica de las ciencias**

Respecto a la variable **contenido** de la asignatura, encontramos 27 asignaturas (32,1%) de Didáctica de las CC. Experimentales, 41 (48,8%) de CC. Experimentales y su didáctica, en las que se imparten ambos tipos de materias en la misma asignatura, y 16 asignaturas (19,0%) con enfoque únicamente disciplinar. Valores cercanos encontramos en el trabajo realizado por García Barros (2016), en el que los porcentajes encontrados en sus 86 asignaturas analizadas difieren en cuanto a que el porcentaje de asignaturas de únicamente contenido didáctico es menor que el nuestro y el de únicamente contenido disciplinar es mayor. Entendemos las discrepancias por diferencia en las muestras elegidas. Esta distribución de asignaturas de predominio didáctico y generalista es esperable, dado que se está analizando el plan de estudios del Grado de Maestro.

La distribución por curso de las asignaturas se puede apreciar en el Gráfico 2, donde se observa que la mayoría de las asignaturas donde se imparte Ciencias y su Didáctica suelen ofrecerse en los cursos de 2º y 3º, mientras que las asignaturas exclusivas de didáctica de las ciencias se imparten predominantemente en los cursos de 3º y 4º. Los contenidos disciplinares se encuentran más distribuidos en los diferentes cursos, aunque es en 1º cuando son más frecuentes. El curso *Sin definir* que aparece en el gráfico se corresponde con asignaturas optativas que no tienen un curso definido asignado.

**Gráfico 2.** Distribución (frecuencia absoluta) de las asignaturas según contenido y curso de impartición

Fuente: Elaboración propia

Atendiendo a la variable **créditos** de las materias podemos decir que 57 asignaturas (67,9%) de las analizadas son asignaturas de 6 ECTS y el promedio de créditos obligatorios sobre ciencias experimentales, incluyendo su didáctica, que recibe un estudiante de Grado de Maestro en Educación Primaria es aproximadamente (16 ± 4) ECTS. Teniendo en cuenta que el total de créditos del grado de Maestro en Educación Primaria es de 240 ECTS, este promedio supone solamente el 6,8% del total de la formación recibida, dato destacablemente bajo.

En cuanto a la **perspectiva**, cada universidad oferta un número diferente de asignaturas optativas, de forma que teniendo en cuenta únicamente las asignaturas no optativas de la muestra (n=57) la mayoría de esta formación obligatoria se recibe en 3º curso (36,8%) seguida de 2º curso (35,1%). La mayoría (56,1%) de las asignaturas obligatorias de ciencias son asignaturas que combinan contenidos y didáctica (i.e. CCEE y su Didáctica) y la perspectiva más frecuente es la Genérica (91,2%), es decir, el contenido impartido hace referencia a varias ramas de la ciencia y no a una específica, ya sea la asignatura de contenido científico o de contenido didáctico. Resultado en línea con el hecho de que se están analizando asignaturas del Grado de Maestro en Educación Primaria, alumnos que después impartirán Ciencias de la Naturaleza. Este último resultado también es similar si tenemos en cuenta todas las asignaturas, tanto las de carácter obligatorio y básico como las optativas, siendo el 92,9% (78 asignaturas de 84) la presencia de asignaturas impartidas con una perspectiva genérica (tabla 1).

**Tabla 1.** Distribución de las asignaturas según contenido impartido y perspectiva

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **CCEE y su Didáctica** | **CCEE** | **Didáctica de las CCEE** |
| ***Genérica (n=78)*** | 38 (92,7%) | 13 (81,3%) | 27 (100%) |
| ***Específica (n=6)*** | 3 (7,3%) | 3 (18,8%) | 0 (0%) |
| ***Total*** | ***41 (100%)*** | ***16 (100%)*** | ***27 (100%)*** |

Fuente: Elaboración propia

Dentro del cómputo total anterior, se encuentran las asignaturas de la categoría *Transversales*, que abarca asignaturas como Educación para la Salud, Educación Ambiental, Sostenibilidad y TICs. Este grupo incluye 15 asignaturas y la perspectiva de todas ellas es genérica, dado que son temas transversales y, por lo tanto, necesitan de varias ramas de la ciencia para abordarlas. En cuanto a la distribución según el contenido, 4 de ellas son de Contenidos disciplinares, 5 son de Didáctica y 6 combinan ambas cosas. Asimismo, de las 15 asignaturas de este grupo Transversales, el 73,3% (11) son asignaturas de carácter optativo, resultado que podría suponer que una gran parte del alumnado finalice el grado sin haber visto estos temas de interés, actuales o globales.

Atendiendo a los datos generales que ofrecen las universidades, sólo 1 universidad oferta únicamente asignaturas de Didáctica de las CCEE (4,8%), es decir, todas las asignaturas científicas ofertadas por dicha universidad son de Didáctica de las ciencias. No encontramos universidades con únicamente asignaturas de contenidos disciplinares. Este valor obtenido discrepa del encontrado en el trabajo de García Barros (2016), en el que el porcentaje de universidades con enseñanza sólo disciplinar o solo didáctico es del 11,42% (4 universidades, dos en cada uno de los casos). Entendemos que se debe a las diferencias en la muestra.

**3.3. Tercer objetivo: aparición de palabras clave relacionadas con la indagación en las guías docentes.**

Se han analizado 82 guías docentes (las no consideradas fue por no tener acceso a la guía docente o por no encontrarse la guía escrita en castellano o catalán). Los términos de búsqueda que más aparecen son la raíz Experim\* (46,3%) seguida de las raíces Investig\* (36,6%) y Observa\* (30,5%). Las palabras que con menos frecuencia encontramos son los ítems Variable y Prueba (con un 2,4% cada una) y Diseño Experimental, que no aparece en ninguna de las guías estudiadas. Debe comentarse que no se han incluido las palabras que se encontraban en la bibliografía. Asimismo, hemos de remarcar la polisemia de algunas palabras anteriores, como investigación o problemas. Todas las palabras se han considerado únicamente en su contexto, es decir, si hacían referencia como fase de un proceso indagatorio, de forma que aquellas en las que no se explicitaba nada, no se han considerado. Esto ha llevado a la necesidad de, no sólo buscar la palabra clave, sino a realizar un análisis del contenido.

Haciendo un promedio del número total de palabras clave que aparecen en las guías docentes estudiadas, encontramos que, en promedio, se incluyen 2 palabras por guía, valor destacablemente bajo, teniendo en cuenta que se han buscado 12 términos. En sólo tres guías (3,6%) encontramos al menos la mitad de los términos que hemos estudiado (apareciendo en una de ella 6 y en dos de ellas 8 palabras).

Al realizar el análisis del contenido, se ha tenido en cuenta si las palabras clave hacen referencia sólo al contenido científico o también a una parte didáctica. Para entender esta diferenciación, considérese los siguientes ejemplos. Expresiones como *Observación* o *Habilidades de investigación* no parecen aludir a cómo los alumnos del Grado de Maestro aprenden a enseñar la metodología científica, sino más bien, a que ellos asimilen los procedimientos científicos. Este tipo de casos se ha clasificado como que únicamente está relacionado con el contenido científico. Sin embargo, expresiones como *Diseñar investigaciones escolares en el ámbito de los fenómenos físico-químicos* o *Saber diseñar secuencias de enseñanza basadas en la indagación* permiten vislumbrar una parte didáctica, es decir, puede aceptarse que, en estos casos, los alumnos del Grado de Maestro aprenden también cómo enseñar y/o explicar los aspectos de la metodología científica a sus futuros alumnos. Estos casos son los considerados como que también contienen una parte didáctica. Aun así, debemos destacar que algunas veces, la redacción era demasiado ambigua o escueta, de manera que los autores han acordado la forma de interpretar la información de las guías.

Así pues, se ha obtenido que la mayoría de palabras encontradas hace referencia solamente al contenido científico, a excepción de la raíz indaga\* donde es considerablemente mayor la referencia a Didáctica. Los resultados se muestran en el Gráfico 3, donde destaca también el hecho de que los ítems Datos, Gráfic\* y Prueba sólo aparezcan haciendo referencia al Contenido disciplinar y nunca a su parte Didáctica.

**Gráfico 3.** Aparición de las palabras clave clasificadas según Contenido o Didáctica

Fuente: Elaboración propia

Del Gráfico 3 se extrae que aparecen más referencias al contenido disciplinar que a la didáctica de las fases del método científico, por lo tanto, estos datos parecen indicar que los futuros maestros reciben formación sobre los procedimientos científicos, pero no sobre la didáctica de los mismos, aunque es cierto que el promedio de 2 palabras por guía encontrado nos indica que esta formación es reducida. El resultado acerca de la raíz Indaga\* nos plantea una cuestión interesante: aunque la frecuencia de esta palabra no es nula, es posible que no se traduzca en la formación específica de lo que significa la indagación, esto es realizar observaciones, plantear hipótesis, identificar variables o diseñar experimentos, dado que el número de apariciones de estos términos es escaso, por lo que presumiblemente la indagación se encuentra más como una declaración de intenciones que como un programa específico a desarrollar.

Por último, se ha estudiado el lugar de la guía docente en el que aparecen las palabras anteriores, atendiendo a si estos ítems hacen referencia al Contenido científico o a su Didáctica. Los lugares de las guías docentes analizadas han sido: Competencias, Resultados de aprendizaje, Temario, Metodología, Evaluación… No se ha incluido la bibliografía en el análisis, de forma que este apartado no se ha considerado en el cómputo final. Para el caso de las palabras clave que hacen referencia sólo al contenido científico, es casi anecdótica la presencia de estos términos en el apartado de Temario de la asignatura, a excepción de los ítems Gráfic\*, Experim\* y Pregunta, cuya aparición en este apartado es más elevada que para el resto de palabras clave, como se puede observar en la Tabla 2. Este resultado difiere de lo que se observa para los ítems que también tratan la Didáctica, cuya aparición en el apartado de Temario es más frecuente en las guías estudiadas, en comparación con la aparición en apartados diferentes. Es interesante el caso de la palabra clave Variable, dado que aparece una vez haciendo referencia al contenido disciplinar y otra a la didáctica y, en ambos casos, el ítem no aparece en el apartado de Temario, por ello, sus porcentajes en la Tabla 2 son idénticos en las columnas. Otros casos similares son el de Investig\*, el de Hipótesis y el de Experim\*, que también aparecen el mismo número de veces en el apartado de Temario aludiendo al contenido disciplinar y a la didáctica (4, 1 y 10 veces, respectivamente).

TABLA 2 Número de guías (en %) en las que aparece cada ítem según si hace referencia al contenido científico o a la didáctica, distribuidas a su vez en el lugar de aparición de la guía docente: si lo hace en el apartado de Temario o en otros distintos. Se han marcado en negrita el lugar de la guía que predomina para cada caso.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | ***Referencia al contenido científico*** | | ***Referencia a la didáctica*** | |
| ***Palabra clave*** | *Aparece en Temario* | *Aparece en otros apartados* | *Aparece en Temario* | *Aparece en otros apartados* |
| ***Indaga\**** | 0,00% | **1,22%** | **7,32%** | 4,88% |
| ***Investig\**** | 4,88% | **20,73%** | 4,88% | **6,10%** |
| ***Observa\**** | 3,66% | **23,17%** | 1,22% | **2,44%** |
| ***Hipótesis*** | 1,22% | **6,10%** | **1,22%** | 0,00% |
| ***Variable*** | 0,00% | **1,22%** | 0,00% | **1,22%** |
| ***Datos*** | 2,44% | **10,98%** | 0,00% | 0,00% |
| ***Gráfic\**** | **3,66%** | 1,22% | 0,00% | 0,00% |
| ***Experim\**** | 12,20% | **18,29%** | **12,20%** | 3,66% |
| ***Diseño Experim\**** | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| ***Prueba*** | 0,00% | **2,44%** | 0,00% | 0,00% |
| ***Pregunta*** | 6,10% | **7,32%** | **2,44%** | 0,00% |
| ***Problema*** | 3,66% | **9,76%** | **6,10%** | 0,00% |

Fuente: Elaboración propia

1. Conclusiones

Se lleva a cabo un estudio descriptivo y transversal realizado a partir de la información obtenida. La educación científica que reciben los maestros y maestras de Educación Primaria españoles en su formación inicial es analizada en el presente estudio mediante el análisis de la información contenida en las guías docentes de diferentes facultades de Educación/Magisterio, así como las características académicas del profesorado que la imparte.

Por lo que respecta a los coordinadores de las asignaturas, la mayoría de ellos corresponden a la categoría de profesores ayudantes doctor que defendieron sus tesis doctorales en los últimos 20 años. Estas tesis doctorales mayoritariamente han sido realizadas en ramas de ciencias, aunque aproximadamente una tercera parte se han realizado en didáctica de las ciencias experimentales. La mayoría de coordinadores de la muestra que poseen tesis doctorales en didáctica de las ciencias son responsables de asignaturas de didáctica de las ciencias.

Se ha encontrado que se imparten asignaturas de ciencias experimentales, didáctica de las ciencias experimentales o ambas disciplinas a la vez, predominando el enfoque genérico de todas ellas, es decir, abordando varias ramas de las ciencias experimentales en una misma asignatura, ya sea de contenidos científicos y/o didácticos. Es destacable que la proporción de créditos obligatorios de ciencias experimentales y/o su didáctica recibida por los futuros maestros es muy baja, siendo tan sólo del 6,8%, lo que no permite recuperar los déficits de su formación previa, teniendo en cuenta que sólo un bajo % de los mismos ha cursado la modalidad de bachillerato de ciencias y tecnología (un 15,5 % en la UV). La formación en asignaturas de aspectos transversales como TICs o Sostenibilidad se imparte predominantemente en asignaturas optativas, por lo que no todo el alumnado recibe dicha formación.

Por último, la presencia de palabras relacionadas con la indagación en las guías docentes se encuentra de manera desigual, de forma que la raíz experim\* y la palabra diseño experimental son los ítems con mayor y menor frecuencia de aparición, respectivamente. Los datos obtenidos parecen indicar que los futuros maestros reciben formación sobre los procedimientos científicos, pero no sobre la parte didáctica de los mismos, ya que la presencia de los ítems estudiados hace referencia mayoritariamente a aspectos únicamente de procedimientos científicos, sin abordar el cariz didáctico. Es destacable, asimismo, que no se encuentre referencia alguna al aspecto didáctico de términos como Datos, Prueba o Gráfic\*, aun cuando sí aparecen en lo relacionado al procedimiento como tal. En cuanto al lugar de aparición en las guías, la distribución difiere según se refiera al contenido científico o a la didáctica. En el primero de los casos, los ítems no se encuentran principalmente en el apartado de Temario de la asignatura, a diferencia de los ítems que se refieren a la didáctica, que sí suelen aparecer en dicho apartado. No obstante, la presencia de esta parte didáctica es mucho más baja en las guías estudiadas que la de los ítems que hacen referencia al procedimiento científico, llegando, por tanto, a la contradicción de que la formación de nuestros maestros no incluye cómo enseñar y aprender procedimientos científicos, sino sólo conocer y practicar estos procedimientos.

En conclusión, la presente radiografía de las asignaturas relacionadas con las ciencias experimentales muestra una formación científica y de didáctica de las ciencias de los futuros maestros necesariamente ampliable y con poca presencia de la indagación, de forma que debe abrir un camino de oportunidades para hacer nuevas propuestas de formación que complemente este déficit.

Referencias

Aguilera Morales, D., Martín-Páez, T., Valdivia-Rodríguez, V., Ruiz-Delgado, Á, Williams-Pinto, L., Vílchez-González, J. M. y Perales-Palacios, F. J. (2018). La enseñanza de las ciencias basada en indagación. Una revisión sistemática de la producción española. *Revista de Educación*, 381, 259-284. [DOI:10.4438/1988-592X-RE-2017-381-388](http://www.educacionyfp.gob.es/revista-de-educacion/numeros-revista-educacion/numeros-anteriores/2018/381/381-10.html)

Akerson, V. L. y Hanuscin, D. L. (2007). Teaching nature of science through inquiry: Results of a 3-year professional development program. Journal of Research in Science Teaching, 44, 653–680. [DOI: 10.1002/tea.20159](https://doi.org/10.1002/tea.20159)

Allen, M. (2010). *Misconceptions In Primary Science*. Open University Press, Berkshire (Second).

Boletín Oficial del Estado (2014). Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. BOE núm. 52 de 01/03/2014

Cañal, P. (2012). Saber ciencias no equivale a tener competencia profesional para enseñar ciencias. En E. Pedrinaci (Ed.), *11 ideas clave. el desarrollo de la competencia científica*. Graó Barcelona.

Capps, D. K. y Crawford, B. A. (2013). Inquiry-Based Instruction and Teaching About Nature of Science: Are They Happening? *Journal of Science Teacher Education*, 24, 497–526. [DOI: 10.1007/s10972-012-9314-z](https://doi.org/10.1007/s10972-012-9314-z)

Couso (2014) De la moda de “aprender indagando” a la indagación para modelizar: una reflexión crítica. En M. A. Héras, A. Lorca, B. Vázquez, A. Wamba, R. Jiménez. *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: Un reto emocionante* (pp. 1-28). Huelva: Servicio de Publicaciones Universidad de Huelva.

Forbes, C. T. y Davis, E. A. (2010). Curriculum design for inquiry. Pre-service elementary teachers’ mobilization and adaptation of science curriculum materials. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 820-839. [DOI: 10.1002/tea.20379](https://doi.org/10.1002/tea.20379)

Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H. y Briggs, D. C. (2012). Experimental and Quasi-Experimental Studies of Inquiry-Based Science Teaching: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 82, 300–329. [DOI: 10.3102/0034654312457206](https://doi.org/10.3102/0034654312457206)

Garbett, D. (2003). Science education in early childhood teacher education: Putting forward a case to enhance student teachers’ confidence and competence. *Research in Science Education*, 33, 467–481. [DOI: 10.1023/B:RISE.0000005251.20085.62](https://doi.org/10.1023/B:RISE.0000005251.20085.62)

García Barros, S. (2016). Conocimiento científico conocimiento didáctico. Una tensión permanente en la formación docente. *Campo Abierto*, 35 (1), 31-44. Recuperado a partir de <https://mascvuex.unex.es/revistas/index.php/campoabierto/article/view/2825>

García Martín, A., (Coord.) (2010). *Manual de elaboración de guías docentes adaptadas al EEES:* Cartagena. Recuperado de: <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/1747/isbn9788469350317.pdf;jsessionid=3204484E68813FFB5CC430ADB463A303?sequence=1>

Harlen, W. (2009). *The Teaching of science in primary schools*. (D. Fulton, Ed.) (5th ed., Vol. 5th).

Hayes, M. T. (2002). Elementary Preservice Teachers’ Struggles to Define Inquiry-based Science Teaching. *Journal of Science Teacher Education*, 13, 147–165. [DOI:10.1023/A:1015169731478](https://doi.org/10.1023/A:1015169731478)

Keynes, M., Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien, A. (1985). *Children’s ideas in science*. *Cognition* (Vol. 75).

Kirschner, P. A., Sweller, J. y Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41, 75–86. [DOI: 10.1207/s15326985ep4102\_1](https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1)

Louca, L. T. y Zacharia, Z. C. (2012). Modeling-based learning in science education: Cognitive, metacognitive, social, material and epistemological contributions. *Educational Review*, 64, 471–492. [DOI: 10.1080/00131911.2011.628748](https://doi.org/10.1080/00131911.2011.628748)

Martínez-Chico, M., López-Gay, R., Jiménez Liso, M. R. y Acher, A. (2013). Demandas de maestros en activo y materiales curriculares para la enseñanza de las ciencias. *Revista de Investigación en la Escuela*, 80, 35-48. [DOI: 10.12795/IE.2013.i80.03](https://doi.org/10.12795/IE.2013.i80.03)

Martínez-Chico, M., Jiménez-Liso, M.R. y López-Gay, R. (2014a). La indagación en las propuestas de formación inicial de maestros: análisis de entrevistas a formadores de Didáctica de las Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 591-608. [DOI: 10.5565/rev/ensciencias.1376](http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1376)

Martínez-Chico, M., López-Gay, R. y Jiménez-Liso, M.R. (2014b). ¿Es posible diseñar un programa formativo para enseñar ciencias por Indagación basada en Modelos en la formación inicial de maestros? Fundamentos, exigencias y aplicación. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 28, 153-173. [DOI: 10.7203/DCES.28.3153](http://dx.doi.org/10.7203/DCES.28.3153)

Minner, D. D., Levy, A. J. y Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction-what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 474–496. [DOI: 10.1002/tea.20347](https://doi.org/10.1002/tea.20347)

Montero-Pau, J. y Tuzón, P. (2017). Inquiry-based science education in primary school in Spain: teachers’ practices. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, extra, 2237–2242. Recuperado de: <https://0-www-raco-cat.cataleg.uoc.edu/index.php/Ensenanza/article/view/337605>

Murphy, C., Neil, P. y Beggs, J. (2007) Primary science teacher confidence revisited: ten years on. *Educational Research*, 49(4), 415-430. [DOI: 10.1080/00131880701717289](https://doi.org/10.1080/00131880701717289)

Murphy, C., Smith, G., Varley, J. y Razi, Ö. (2014). Changing Practice: An Evaluation of the Impact of a Nature of Science Inquiry-Based Professional Development Programme on Primary Teachers. *Cogent Education*, 2(1), 1077692. [DOI:10.1080/2331186X.2015.1077692](https://www.tandfonline.com/action/showCitFormats?doi=10.1080/2331186X.2015.1077692)

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47-61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>

Solbes, J., Furió, C., Gavidia, V. y Vilches, A. (2004). Algunas consideraciones sobre la incidencia de la investigación educativa en la enseñanza de las ciencias. *Investigación en la Escuela*, 52, 103-110. [DOI: 10.12795/IE.2004.i52.08](https://doi.org/10.12795/IE.2004.i52.08)

Sweller, J., Kirschner, P. y Clark, R. (2007). Why Minimally Guided Teaching Techniques Do Not Work: A Reply to Why Minimally Guided Teaching Techniques Do Not Work: A Reply to Commentaries. *Educational Psychologist*, 42 (2), 115-121. [DOI: 10.1080/00461520701263426](https://doi.org/10.1080/00461520701263426)

Toma R. B., Greca I. M. y Meneses-Villagrá, J. A. (2017) Dificultades de maestros en formación inicial para diseñar unidades didácticas usando la metodología de indagación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 14 (2), 442–457. [DOI: 10.25267/Rev\_Eureka\_ensen\_divulg\_cienc.2017.v14.i2.11](https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3207)

Vílchez González, J. M. y Bravo Torija, B. (2015). Percepción del profesorado de ciencias de educación primaria en formación acerca de las etapas y acciones necesarias para realizar una indagación escolar. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas,* 33(1), 185-202. [DOI:10.5565/rev/ensciencias.1529](https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1529)

Vosniadou, S. (2013). Model based reasoning and the learning of counter-intuitive science concepts. *Infancia y Aprendizaje*, 36(1), 5–33. [DOI: 10.1174/021037013804826519](https://doi.org/10.1174/021037013804826519)

Windschitl, M. (2003). Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice? *Science Education*, 87(1), 112-143. [DOI: 10.1002/sce.10044](https://doi.org/10.1002/sce.10044)

Cómo citar este artículo