

# La indagación en las propuestas de formación inicial de maestros: análisis de entrevistas a los formadores de Didáctica de las Ciencias Experimentales

## Model-based inquiry for pre-service primary teacher training: science teacher educators' interviews analysis

María Martínez Chico, María Rut Jiménez Liso  
*Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Almería*  
maria.martinez.chico@gmail.com

Rafael López-Gay Lucio-Villegas  
*IES Nicolás Salmerón (Almería)*

**RESUMEN** • Presentamos el análisis de las entrevistas audio-grabadas a catorce especialistas en didáctica de las ciencias, formadores de maestros, sobre lo que *declaran* acerca de qué es prioritario para la formación inicial de maestros y cómo lo desarrollan en el aula. Hemos analizado las entrevistas para caracterizar los elementos del enfoque de enseñanza de las ciencias por *indagación basada en modelos* que los formadores de maestros destacan entre las prioridades de la formación inicial. Los resultados muestran elementos de indagación destacados por casi todos los formadores como trabajar a partir del planteamiento de preguntas y explicar fenómenos cotidianos, elementos muy próximos a las características de este enfoque de enseñanza. También hemos identificado perfiles de formadores de maestros (en función de los elementos del enfoque que declaran) que pueden resultar útiles de cara a facilitar la diseminación de propuestas de indagación en la formación de maestros.

**PALABRAS CLAVE:** formadores de maestros en didáctica de las ciencias; formación inicial de maestros; indagación por modelos.

**ABSTRACT** • In this paper we show the analysis of audio-taped interviews carried out with fourteen Science Teacher Educators who declare their opinion about what is a priority for pre-service Primary School Teachers training and how they develop it in their science education classroom. These interviews were analyzed in order to characterize the elements of the *Model-based Inquiry* approach that teacher trainers stand out among the priorities of pre-service primary teachers training. The results show elements of inquiry highlighted by almost all Science Teacher Educators such as asking questions and explaining everyday phenomena, which are very close to the characteristics of this teaching approach. In order to promote inquiry-based teaching approaches in teacher training we have also identified profiles of science educators, depending on the elements of the approach stated.

**KEYWORDS:** science educators trainers; primary school science teachers training; inquiry based models.

Fecha de recepción: diciembre 2013 • Aceptado: marzo 2014

Martínez-Chico, M., Jiménez-Liso, M.R., López-Gay, R. (2014) 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, pp. 591-608

## INTRODUCCIÓN

Recientes proyectos de investigación e informes nacionales e internacionales (Worth, Duque y Saltiel, 2006; Osborne y Dillon, 2008; Erduran y Yan, 2009; COSCE, 2011) muestran de manera preocupante la brecha existente entre los resultados de las investigaciones en didáctica de las ciencias (en adelante DCE) y lo que llega al aula de primaria o secundaria. ¿Existe esa misma brecha entre los resultados de las investigaciones de quienes desarrollan la formación en DCE en el grado de Maestro (en adelante *formadores de maestros*) y lo que ocurre en sus clases de formación inicial en la universidad? Al no contar por el momento con datos que nos permitan resolver esta pregunta, en el presente artículo queremos dar un primer paso mostrando lo que *declaran* catorce formadores de maestros de once universidades del Estado español, con el objeto de ofrecer una panorámica sobre la formación inicial de maestros en ese contexto.

La amplia investigación en formación inicial de docentes suele centrarse en las creencias, concepciones o dificultades que presentan los futuros docentes (Fernández *et al.*, 2002) o en las características esenciales (Gil, 1991), cuestionamientos (Mellado, 1996), conocimientos (Mondelo *et al.*, 1998), competencias (Couso, 2013) que deberían desarrollarse en una adecuada formación inicial de docentes en ciencias (Schibeci y Hickey, 2000; Loughran, 2007). Esta abundancia sobre las recomendaciones que hay que tener en cuenta en la formación inicial de maestros contrasta con la escasez de trabajos y espacios de discusión abiertos sobre el diseño, contenido concreto y cómo trabajarlo de las asignaturas de formación inicial de maestros en DCE (Oliva, 2005). Como se reconoce en NRC (2011), a pesar de que existe una abundante investigación sobre lo que podría ser eficaz en la formación inicial de docentes, se sabe poco acerca de lo que realmente se ofrece.

Ya se están dando pasos para aportar luz sobre ello: en el último Congreso de Enseñanza de las Ciencias en Girona se plantearon interludios y simposios con relación a la creciente preocupación por las distintas formas de abordar la formación de maestros. Couto *et al.* (2013) analizaron las actividades que desarrollan en sus clases de formación de maestros en función de los objetivos que perseguían en sus programas, advirtiendo ciertas discrepancias relacionadas con el escaso desarrollo de la indagación científica y de las habilidades asociadas y la priorización del análisis de propuestas frente al diseño. Rivero *et al.* (2013), para conocer el grado de coherencia entre el programa de formación que han diseñado y los principios formativos que plantean, enviaron su programa completo a seis expertos y realizaron un grupo de discusión para profundizar sobre sus valoraciones. Entre las aportaciones de los expertos se reconoció la coherencia del planteamiento de la asignatura centrado en la investigación de «problemas práctico-profesionales», pero se advirtió de que el diseño de secuencias de actividades quedaba algo lejano a los estudiantes de segundo curso del grado de maestro. La ausencia de este «problema profesional» se ponía en evidencia en la propuesta de Martínez-Chico *et al.* (2013a), que se centraba en hacer vivir a los futuros maestros un enfoque de enseñanza por indagación basada en modelos (Sol-Tierra), realizando reflexiones explícitas sobre cómo están aprendiendo y cómo enseñar, con resultados probados de la evolución en las concepciones y actitudes de los futuros maestros. Como Rivero *et al.* (2013) señalaron en dicho simposio, estos primeros resultados ponen en evidencia la necesidad de discutir en el área qué hacemos, cómo lo hacemos, por qué lo hacemos así en las asignaturas de DCE de la formación inicial de maestros y qué pruebas tenemos de que las propuestas funcionan o no.

Nos situamos, por tanto, en lo que supone un reto para el futuro del área de conocimiento de DCE: la discusión explícita sobre la práctica docente en las aulas de formación inicial de maestros. En esta línea, el presente artículo pone el foco en lo que *declaran* los formadores de maestros sobre lo que desarrollan en sus clases de formación inicial acerca de las finalidades de su docencia y sobre su propia práctica docente. Este acercamiento a las declaraciones de los formadores tiene una doble finalidad: por un lado, acercarnos a las características que consideran que debe poseer un enfoque de enseñanza de las ciencias en la

formación inicial de maestros y, por otro, vislumbrar las posibilidades de transferencia de las propuestas formativas para maestros que se infieren a partir de sus declaraciones. Durante los últimos años venimos desarrollando una propuesta de formación inicial de maestros que atienda al cambio de concepciones pero que, al mismo tiempo, permita cuestionar las prácticas docentes y disponer de vivencias innovadoras. Por este motivo, nos interesa conocer las expectativas de que este trabajo sea desarrollado, su posible diseminación o transferencia a otros contextos, para lo que consideramos imprescindible analizar los planteamientos de otros formadores de maestros y buscar posibles conexiones, de manera que ofrezcamos una propuesta transferible que contribuya al cambio en la formación y genere conocimiento útil.

## CONTEXTO Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

La formación inicial de maestros en España ha estado sometida a profundos cambios normativos en los últimos cinco años (ANECA, 2004; MEC, 2007*a* y *b*) que han originado el diseño y desarrollo de los nuevos planes de estudio del grado de Maestro en Educación Primaria en todas las universidades del Estado.

Dentro de este nuevo marco legislativo, la formación obligatoria en DCE varía de unas universidades a otras. En la tabla 1 mostramos el número de asignaturas, cursos, créditos y porcentaje de DCE respecto de la totalidad del grado de las once universidades cuyos profesores han participado en este estudio.

Tabla 1.  
Escenario de las asignaturas sobre DCE  
de las universidades a las que están vinculados los formadores participantes en el estudio

<i>Universidad (clave)</i>	<i>N.º asignaturas DCE *</i>	<i>Cursos de impartición</i>	<i>Créditos/ asignatura (ECTS)</i>	<i>ECTS ** DCE totales</i>	<i>% ECTS (DCE/Grado)</i>
U1	2	2.º 3.º	6 9	15	6,3
U2	1	2.º	9	9	3,8
U3	2	3.º 3.º	9 6	15	6,3
U4	2	3.º 4.º	6 6	12	5,0
U5	2	3.º 4.º	4,5 4,5	9	3,8
U6	1	2.º	5	5	2,1
U7	2	3.º 3.º	6 6	12	5,0
U8	2	3.º 3.º	6 8	14	5,8
U9	2	1.º 3.º	6 9	15	6,3
U10	2	2.º 4.º	9 6	15	6,3
U11	4	2.º 3.º 3.º 4.º	6 6 6 6	24	10,0

\* Número de asignaturas obligatorias del grado de Maestro en E. Primaria sobre Didáctica de las Ciencias Experimentales.

\*\* ECTS= European Credits Transfer System

En estos planes de estudio, en los que el promedio de ECTS de las asignaturas en DCE tiene un rango del 3,8 al 10% respecto del total de ECTS del grado (240 ECTS), los diferentes formadores deben tomar decisiones sobre qué enseñar de DCE a los futuros maestros y, cual «lecho de Procasto», seleccionar lo imprescindible para acomodarlo al tiempo disponible, en algunos casos (U1 y U2) bastante reducido (60 h). En este artículo queremos preguntar a los formadores de maestros en DCE sobre esta toma de decisiones, sobre lo que es prioritario y, por tanto, imprescindible enseñar a los futuros maestros en estas condiciones.

Además de las razones señaladas que justifican la realización de este trabajo, existen razones de oportunidad, pues en este periodo de reforma universitaria y de adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) en el que nos encontramos, ofrecemos las prioridades de catorce expertos en DCE sobre el diseño e implementación de las asignaturas de DCE en los nuevos títulos, de manera que pueden servir de referencia a otros formadores que se encuentren inmersos en este mismo proceso.

Para ello, entrevistamos a catorce profesores de DCE (formadores de maestros) pertenecientes a once universidades distribuidas en distintos puntos de la península, con el objetivo general de caracterizar las prioridades de los formadores de maestros en las asignaturas de DCE en el Grado de Maestros de Educación Primaria.

Con la intención de acercarnos a lo que los formadores de maestros en DCE declaran como necesario para la formación inicial de maestros, diseñamos una entrevista semiestructurada de preguntas abiertas que comenzaban con la pregunta: «¿Qué debería enseñarse a un maestro en formación inicial para enseñar bien ciencias en primaria?». De este modo, los entrevistados podían expresar de manera espontánea sus prioridades en DCE en la formación inicial de maestros. La entrevistadora, no obstante, contaba con el guion semiestructurado (anexo) con validación de expertos y con pilotaje presentado en un trabajo previo (Martínez-Chico, 2012), empleado para hacer hincapié en algunos aspectos en caso de no ser mencionados por los entrevistados de manera espontánea y, principalmente, para incidir sobre cómo los desarrollaban en sus clases, si es que lo hacían, solicitándoles ejemplos concretos de actividades, de manera que los entrevistados «expusieran lo que hacían en sus clases». A los formadores entrevistados se les solicitaba, por último, si querían que se les hiciera alguna pregunta para completar la entrevista que, en los primeros casos, permitieron ampliar el guion.

Las entrevistas fueron grabadas en formato audio, siendo la duración para la entrevista más breve de 20 minutos, y de 70 minutos la más extensa.

Como los datos obtenidos referidos a numerosos aspectos de la DCE en la formación inicial de maestros son amplísimos, en el trabajo que presentamos nos centraremos en analizar las respuestas desde el marco teórico de la enseñanza de las ciencias por indagación basada en modelos (en adelante MBI, del inglés *Model Based Inquiry*), de esta manera concretamos el análisis de la entrevista en:

- Objetivo 1: Caracterizar los elementos de la indagación por modelos que los formadores de maestros declaran entre sus prioridades en la formación inicial.
- Objetivo 2: Identificar diferentes perfiles de formadores de maestros (en función del enfoque que declaran) con la finalidad de adaptar la diseminación de propuestas de indagación por modelos en función del «público objeto».<sup>3</sup>

A continuación justificaremos por qué hemos analizado las respuestas de las entrevistas bajo el marco teórico de la indagación basada en modelos.

3. Atendiendo a dos de las propuestas del proyecto DESIRE (disponible en <http://www.desire-project.eu/>) sobre diseminación: *conocer bien a tu público objeto antes de proceder a diseminar tus resultados // Adaptar tu mensaje y el formato del mismo según el público objeto de la diseminación.*

## ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS POR INDAGACIÓN BASADA EN MODELOS Y FORMACIÓN INICIAL DE MAESTROS

Distintos estudios han mostrado que los docentes a menudo cuestionan la pertinencia de los programas de formación, por ser demasiado abstractos y teóricos y desarrollarse de manera descontextualizada y alejada de las aulas (Bryan y Abell, 1999; Darling-Hammond, 2005). Por el contrario, los maestros en activo demandan una formación orientada hacia la realización de experimentos en el aula que relacione la ciencia con lo cercano y cotidiano, y que les dé la oportunidad de «vivir en primera persona» los enfoques de enseñanza que pretendemos que utilicen en sus clases, enseñándoles de manera coherente la teoría que se les intenta transmitir (NRC, 2000; Windschitl, 2002; Bhattacharyya *et al.*, 2009; Pilitsis y Duncan, 2012; Abd-El-Khalick, 2012).

Ello requiere asumir explícitamente un determinado enfoque de enseñanza de las ciencias en la formación inicial docente que dote de mayor eficacia a las propuestas de formación. Como respuesta a la cuestión sobre qué enfoque de enseñanza es el *adecuado* para la educación primaria, muchos proyectos e informes de investigación nacionales e internacionales (NRC, 2000; Rocard *et al.*, 2007; Osborne y Dillon, 2008; Pollen, Fibonacci, Artigue *et al.*, 2010; COSCE, 2011) optan por enfoques basados en la indagación (*Inquiry Based Science Education*, IBSE), debido a sus ventajas para motivar al alumnado y favorecer el aprendizaje de las ciencias y sobre la actividad científica. En este enfoque, además de realizarse tareas meramente manipulativas (*hands-on activities*) para la búsqueda de pruebas, se facilita la integración de los modelos teóricos en el proceso de construcción del conocimiento (*minds-on activities*), en la línea de autores como Windschitl *et al.* (2008), Viennot (2011) o Rodríguez-Simarro (2011). Para recalcar estas actividades de construcción de conocimiento optamos por destacar la MBI (Steward *et al.*, 2005; Khan, 2007; Schwarz y Gwekwerere, 2007), pues ayuda a los estudiantes a cuestionar sus concepciones sobre los fenómenos en estudio, así como a diseñar experiencias para la búsqueda de pruebas y el uso de modelos científicos con los que contrastarlas y cuestionarlas.

La visión adoptada en este estudio de la MBI se refiere a un proceso dinámico del aprendizaje, orientado a construir conocimiento descriptivo, explicativo y predictivo, produciendo una evolución en las ideas de los que aprenden mientras se preguntan sobre un fenómeno (Stewart *et al.*, 2005; Windschitl y Thompson, 2006; Schwarz, 2009). Por tanto, de este marco teórico (MBI) con el que analizaremos las respuestas de los formadores a la entrevista surgen de manera simplificada las siguientes categorías descritas desde la perspectiva del que aprende (combinando los planteamientos sobre las prácticas indagatorias y el modelado de NRC, 2000 y Schwarz *et al.*, 2009):

- *Enfrentarse con problemas o cuestiones de carácter científico*, relacionadas con fenómenos del mundo natural o tecnológico cuya respuesta puede ser confirmada o rechazada mediante pruebas. Las preguntas pueden formularlas los estudiantes o el propio docente, lo importante es que tengan sentido para los estudiantes.
- *Formular explicaciones/modelos* personales justificados en su experiencia previa, conocimiento o información que hayan manejado, de manera que puedan reconocer en qué se basan para responder. Esas explicaciones pueden ser hipótesis que expresan una relación entre variables, o bien modelos que expresan su comprensión de la realidad a la que se refiere la pregunta.
- *Buscar pruebas* que permitan confirmar o refutar las explicaciones (Jiménez Aleixandre, 2010; Garrido-Espeja, 2012). Estas pruebas pueden proceder de datos obtenidos a través de diseños experimentales propios o bien de la búsqueda de información o la consistencia encontrada en otros conocimientos ya consolidados.
- *Analizar e interpretar la información y los datos recogidos*, adaptando las explicaciones inicialmente formuladas o el modelo planteado a la nueva información, mejorando con ello su validez o

utilidad. Esta categoría tiene en cuenta la conexión entre hechos y teoría, mostrando el carácter interpretativo de la ciencia (Garrido-Espeja, 2012).

- *Comunicar e intercambiar ideas*, considerando explicaciones alternativas a las personales. Tras la interpretación de las pruebas a la luz de los modelos utilizados, se hace imprescindible comunicar a los demás y someter a crítica el proceso y las conclusiones obtenidas, contrastando las ideas discutidas.
- *Utilizar y revisar modelos/explicaciones*, evaluando sus explicaciones o modelos personales a la luz de otros modelos-explicaciones bien argumentados con mayor capacidad explicativa.

Este simplificado listado nos proporcionará las categorías para el análisis de las entrevistas a los formadores de maestros con relación a qué aspectos de este enfoque de enseñanza (MBI) declaran los formadores que desarrollan en sus clases de formación inicial. Un desarrollo más amplio de la MBI lo encontramos en Stewart *et al.*, 2005; Windschitl *et al.*, 2008; Baek *et al.*, 2011; Kenyon *et al.*, 2008; Schwarz, 2009; Martínez-Chico, 2013.

## METODOLOGÍA

A continuación caracterizamos a los participantes en este estudio y presentamos la metodología de análisis que hemos seguido para ayudarnos a interpretar la información recogida.

En esta investigación hemos entrevistado a catorce formadores de maestros en DCE pertenecientes a once universidades distribuidas en distintos puntos de la península.

La mayoría de los formadores han sido seleccionados en función de su presencia en congresos nacionales o internacionales. Con ello nos asegurábamos su implicación en la investigación didáctica, ratificándolo con que muchos de ellos poseen numerosas publicaciones sobre formación inicial de docentes que han alcanzado un gran impacto en el área. Otro requisito para solicitar la participación en la entrevista era que los formadores tuvieran experiencia en impartir DCE en la formación inicial de maestros de primaria (tabla 2). Por último, hemos procurado que el estudio implique a un elevado número de universidades, por lo que establecimos que, como máximo, solo se entrevistara a dos formadores por universidad (esto solo ha sucedido para tres universidades). Con estos requisitos aseguramos que todos han reflexionado sobre la formación inicial de maestros, confirmado además por el hecho de que la mayoría son funcionarios de carrera, por lo que estas reflexiones han tenido que plasmarlas, al menos, en un proyecto docente.

Tabla 2.  
Experiencia de los participantes formando en DCE a futuros maestros de primaria

<i>Experiencia formando a maestros/as</i>	<i>De 5 a 15 años</i>	<i>De 15 a 30 años</i>	<i>Más de 30 años</i>
<i>N.º formadores/as</i> 5 mujeres -9 hombres	3	3	8
<i>Códigos formadores</i>	A E G	C D F	B H I J K L M N

Para lograr el objetivo general de caracterizar las prioridades de los formadores de maestros en las asignaturas de DCE realizamos la entrevista con preguntas abiertas (anexo), evitando condicionar las respuestas de los entrevistados hacia aspectos concretos. Por ello, no preguntamos directamente sobre el enfoque de enseñanza que desarrollan para analizar si surgía alguno espontáneamente.

Con la intención de no acotar la información proporcionada, el primer tratamiento de los datos cualitativos obtenidos de las entrevistas se realizó de manera emergente, utilizando el programa de aná-

lisis de datos cualitativos ATLAS.Ti, con codificación provisional de la información recogida en cada entrevista, obteniendo una síntesis representativa de lo declarado por cada formador en cada entrevista. En una segunda etapa agrupamos por similitud, de manera independiente por los tres autores de este artículo, los códigos obtenidos provisionalmente en cada entrevista, con el fin de que emergieran unas categorías más amplias pero igualmente representativas de las características necesarias para la formación inicial aportadas por los formadores.

Tras realizar este proceso, observamos cierta correspondencia entre las categorías emergidas y los aspectos contemplados en la fundamentación teórica en la que nos apoyamos (MBI). Por ello las categorías finalmente utilizadas para analizar las entrevistas surgen del compromiso adoptado entre la información y los códigos emergentes en la primera etapa y los aspectos que caracterizan la enseñanza de las ciencias por MBI descritas en el apartado 3 de este artículo.

En una posterior etapa de comparación, hemos agrupado, también de manera independiente por los tres autores de este artículo, a los formadores según similitudes en los elementos del enfoque MBI que declaran, obteniendo un consenso total en la asignación del 71,5% de los entrevistados a un perfil según el grado de proximidad de sus planteamientos a un enfoque de enseñanza por indagación, y llegando a una situación de compromiso en solo cuatro casos en la asignación de perfil realizada por dos de los tres investigadores. En ningún caso hubo discrepancia total. Posteriormente se han situado los diferentes planteamientos encontrados a lo largo de un gradiente que muestra las distintas tendencias y el grado de proximidad de cada formador a este enfoque de enseñanza.

A partir de este tratamiento de la información, realizaremos un análisis en diferentes niveles de aproximación a las facilidades-dificultades que encontraríamos para diseminar el enfoque MBI en la formación inicial de maestros:

- Para el objetivo 1:
  - a. Frecuencia de formadores que declaran algún elemento del enfoque MBI.
  - b. Comparación de los diferentes elementos declarados por cada formador.
- Para el objetivo 2:
  - c. Agrupamiento de formadores en función de los elementos declarados.
  - d. Gradiente de proximidad al enfoque MBI en función del mayor o menor número de elementos declarados en cada grupo de formadores.

Con ello logramos los dos objetivos que nos planteamos en este trabajo: en primer lugar, caracterizar las prioridades de los formadores de maestros para enseñar DCE, acotada en los aspectos del enfoque MBI que los formadores de maestros destacan como prioritarios en sus declaraciones sobre la formación inicial que profesan. Y, en segundo lugar, favorecemos la diseminación de propuestas centradas en MBI al ofrecer información sobre los diferentes perfiles o enfoques de formación inicial entre el público potencialmente destinatario de estas (otros formadores de maestros).

## RESULTADOS

A continuación se presenta la frecuencia de formadores que declaran algún elemento del enfoque MBI en fragmentos diversos de la entrevista. En la tabla 3 mostramos la relación entre las categorías que surgen del enfoque de enseñanza por MBI (primera columna) y las categorías surgidas del análisis emergente de las entrevistas de los formadores (categorías emergentes, segunda columna), y en la que señalamos los formadores que declaran cada categoría.

Tabla 3.  
Elementos MBI declarados por cada participante

Categorías MBI	Categorías emergentes	Formadores														TOT
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
Problemas/ cuestiones científicas	Observación. Plantear preguntas	■	■		■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	11
	Cercano-cotidiano.*	■		■		■	■		■		■	■		■	9	
Formulación de explicaciones	Explicar fenómenos. Adelantar hipótesis, explicaciones. Concepciones alternativas.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	13	
Búsqueda de pruebas	En el laboratorio buscar datos. Control de variables.		■							■		■			4	
Análisis de pruebas y adaptación- construcción	Relación, prueba o fenómeno y explicación o modelo. Desarrollo o adaptación de explicaciones-modelos.	■		■	■			■	■		■	■			9	
Comunicación e intercambio	Comunicación. Argumentación y discusión.	■				■				■		■	■		5	
Uso y evaluación de explicaciones-modelos	Transferir, predecir, trasladar y usar. Evaluar.	■									■				2	
N.º de categorías declaradas		5	3	3	3	3	2	3	3	5	2	6	4	0	4	

\* Casi todos los formadores que explicitan el carácter cercano-cotidiano de las propuestas señalan la necesidad de plantear problemas (excepto C y E) por lo que esta categoría no se contabilizará verticalmente salvo en esos casos.

Al analizar las frecuencias obtenidas por los elementos del enfoque de MBI (tabla 3) observamos que casi todos los formadores expresan la importancia de la formulación de explicaciones/concepciones (13), así como partir del planteamiento de problemas (11), de los que casi todos destacan explícitamente que se trate de cuestiones cotidianas (9).

Nueve de los catorce formadores consideran la importancia del *análisis de pruebas* o de la información recogida por parte de los estudiantes en sus clases. En ocasiones advierten la necesidad de que establezcan de manera adecuada la relación entre el fenómeno en cuestión y las pruebas y, en otros casos, los formadores manifiestan su interés en que los estudiantes utilicen esas pruebas para construir o adaptar sus explicaciones o modelos.

Todos los demás elementos son señalados por menos de la mitad de los participantes (<5), en concreto la *búsqueda de pruebas* es explicitada por cuatro participantes de los catorce entrevistados. Las declaraciones categorizadas en este grupo hacen referencia a que puede tratarse de datos obtenidos a través de métodos de adquisición o de diseños experimentales, a ser posible planificados por los propios estudiantes, y que realicen observaciones sistemáticas y recogida de datos que plasmen en informes, aunque las pruebas también pueden proceder de la búsqueda de información.

Para dar idea del tipo de afirmaciones declaradas y de la categorización que hemos realizado, en la tabla 4 transcribimos algunos fragmentos de las entrevistas a modo de ejemplo para cada categoría MBI que hemos definido.

Tabla 4.  
Transcripciones a modo de ejemplo, los elementos MBI y frecuencia

<i>Categorías MBI (N.º formadores)</i>	<i>Fragmentos textuales de las entrevistas</i>
Planteamiento de problemas o cuestiones científicas (11)	Ese paso, que parece muy sencillo, es complejísimo porque tienes [como formador] que elegir las buenas preguntas, elegir los fenómenos más relevantes, el trabajo que has de ir haciendo cuando es una situación en la que sus ideas [las de los estudiantes de Maestro] no sean suficientes para explicar todo lo que tienen que explicar, esto que es muy paso a paso, que ellos [los estudiantes de Maestro] lo experimenten y que sean capaces de hacerlo (A).
Cotidiano-cercano (9)	Creo yo que hay que incidir en la relación con la vida diaria en primaria (C). Un buen maestro de ciencias es aquel que consiga que unos niños tengan interés por entender lo que pasa a su alrededor (F).
Formulación de explicaciones (13)	Me parece importante trabajar desde primaria la modelización. Para mí lo que es la ciencia no es lo descriptivo [...] los modelos te permiten estar entre dos aguas: a medio camino entre lo pragmático, lo descriptivo, lo que uno vivencia, y el mundo de las teorías. El modelo te permite ir de un lado a otro: de la teoría a la práctica, de la práctica a la teoría. Lo que pasa es que en primaria cuando hablamos de modelos no pueden ser modelos abstractos (G). Valoro más el aprendizaje de conceptos explicativo (es un concepto, son modelos) que el descriptivo. O dicho más bien, entre datos y conceptos, porque los conceptos siempre son modelos, y cuando tú dices el contenido descriptivo lo que estás hablando es de datos, no hay que entender nada, simplemente memorizarlo (J).
Búsqueda de pruebas (4)	Uno debe saber diferenciar entre lo que es evidencia y evidencia científica, una cosa es un dato, una prueba, un suceso, y otra cosa es una idea (N). Me parece interesantísimo que sepan hacer informes, argumentar, medir, recoger datos (I).
Análisis de pruebas y adaptación/construcción de explicaciones (9)	Que ellos sean capaces de construir la teoría a partir de experiencias en las que ellos se ven implicados, donde ponen en juego sus propias ideas o concepciones, construyen nuevos conocimientos y se dan cuenta de la dificultad de construirlo (L).
Comunicación e intercambio de ideas (5)	A la manera de expresar las ideas, el tema del leer, del escribir, del hablar, del argumentar en la clase de ciencias [...] la importancia de la lectura en la clase de ciencias, cómo se lee, cuándo se lee, el uso del libro de texto, cuándo se hace escribir, cómo deben escribir los alumnos, cómo se hace una descripción científica, cómo se explica (E). Es flexibilizar en lo que se pueda para activar la comunicación alumno-alumno, no solamente profesor-alumno (K).
Uso y evaluación de explicaciones/modelos (2)	Está lo descriptivo, después lo explicativo y después lo predictivo. Cuando un alumno aprende es capaz de trasladar conocimiento a otro sitio (es lo predictivo), es decir, aprender a ver cosas que no están tan cercanas siempre que has aprendido lo anterior (K).

Para el segundo nivel de aproximación señalado en el apartado anterior, realizamos una lectura en vertical de la tabla 3, de manera que agrupamos a los formadores en función de los elementos que declaran y así podemos realizar un gradiente de proximidad al enfoque MBI en función del mayor o menor número de elementos que declaran. Esto permitirá conocer el efecto que la diseminación (objetivo 2) de propuestas MBI *minds-on*, de búsqueda de pruebas *hands-on*, de ciencia en contexto, etc., tendría entre los encargados de la formación inicial. En la tabla 5 mostramos los perfiles de formadores que surgen al agruparlos según las similitudes en los elementos del enfoque MBI que declaran.

Tabla 5.  
Grupo de participantes según los elementos de la MBI declarados

<i>Perfiles</i>	<i>Categorías declaradas</i>	<i>Formadores</i>
MBI ( <i>minds-on</i> )	Problemas/cuestiones científicas/cercano Formulación de explicaciones Búsqueda de pruebas Análisis de pruebas y adaptación-construcción Comunicación e intercambio Uso y evaluación de explicaciones-modelos.	K A
Buscando pruebas ( <i>hands-on</i> )	Problemas/cuestiones científicas Formulación de explicaciones Búsqueda de pruebas Análisis de pruebas y adaptación-construcción	N I B
Problematizado (preguntas para explicar)	Problemas/cuestiones científicas/cercano Formulación de explicaciones Análisis de pruebas y adaptación-construcción	C D G H F J L
Para explicar fenómenos cercanos	Cercano Formulación de explicaciones	E
Sin elementos MBI	-	M

Las categorías del enfoque MBI surgidas del marco teórico permiten identificar diferentes enfoques de la formación inicial según las prioridades que se establecen a través de las declaraciones de los formadores. De este modo, en la tabla 5 encontramos un primer enfoque muy próximo al enfoque de enseñanza de las ciencias MBI donde los formadores (K y A) declaran trabajar todos los elementos que hemos diferenciado de este enfoque, especialmente el uso y la evaluación de explicaciones o modelos (precedido de todo el proceso de indagación), que es lo que lo caracteriza y lo diferencia de la siguiente categoría.

En segundo lugar, lo determinante del segundo perfil es la *búsqueda de pruebas* para las explicaciones dadas a preguntas planteadas, aunque en ocasiones no se analice su coherencia con lo que se pretende explicar. Por eso en este perfil se encontrarían los formadores N, I y B (a pesar de que no explicita el análisis de las pruebas).

El tercer perfil corresponde a un enfoque problematizado de la formación inicial de maestros donde resulta prioritario plantear problemas o cuestiones (cercanas o no) al alumnado para formular explicaciones a tales preguntas (C, D, G, H, F, J y L). En este sentido, el análisis de pruebas no debe entenderse como análisis de resultados, sino como análisis de en qué medida la prueba se ajusta a lo que se pretende explicar.

El cuarto enfoque identificado pone el énfasis en la explicación de fenómenos cercanos sin que este formador (E) exprese en ningún momento la necesidad de plantear cuestiones o preguntas que involucren a los futuros maestros, o la necesidad de buscar pruebas o transferir esas explicaciones a otros contextos, aunque sí insista en la necesidad de la comunicación e intercambio de ideas. El último perfil identificado (M) manifiesta bastante lejanía con el enfoque de enseñanza MBI y no prioriza ninguna de las características MBI identificadas para este enfoque (preguntas-cotidiano, pruebas, explicaciones-modelos o transferencia-evaluación).

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En este estudio (tablas 3 y 4) hemos podido «caracterizar los elementos de la indagación basada en modelos que los formadores de maestros declaran entre las prioridades de la formación inicial» en DCE (objetivo 1). Estas características nos han permitido extraer los perfiles descritos en la tabla 5 (objetivo 2) y permiten dar a conocer los planteamientos del público objeto (formadores de maestros) antes de proceder a diseminar propuestas de formación inicial, algo que tiene implicaciones a la hora de adaptar el *mensaje-formato* de esas propuestas a las características del público potencialmente destinatario de estas. De manera que las propuestas de formación inicial para maestros centradas en un enfoque MBI deben hacer hincapié en aquellos elementos no declarados por los siguientes destinatarios:

- Formadores con un perfil similar al que hemos denominado *buscando pruebas* o *minds-on* (tercera fila de la tabla 5). Las propuestas deben explicitar la comunicación y evaluación de las pruebas a la luz de modelos para evitar que pasen desapercibidos para estos formadores y para sus futuros maestros, además de incidir en los demás elementos sí declarados.
- Formadores con un perfil *problematizador* (cuarta fila, tabla 5). Las propuestas, además de orientar la formación según la búsqueda de soluciones a problemas que se plantean, deberían contener referencias explícitas a la búsqueda de pruebas y a la utilidad de los modelos o la necesidad de la comunicación e intercambio en este proceso, para facilitar a los formadores su uso y la conexión de estos otros elementos con los ya considerados, haciendo más completo y explícito para el alumnado el propio proceso de indagación seguido.
- Formadores con un perfil *explicativo* (quinta fila, tabla 5). Las propuestas de formación que se planteen, además de presentar explicaciones de fenómenos cotidianos, deberían mostrar los beneficios de los otros elementos MBI (planteamiento de preguntas, búsqueda de pruebas, etc.). De manera que su inclusión en los programas de formación se considere imprescindible para lograr una formación inicial eficaz.

## CONCLUSIONES

La abundancia de investigaciones sobre la educación científica en la formación inicial de maestros desde la perspectiva del que aprende (Loughran, 2007) contrasta con la escasez de investigaciones desde la perspectiva del que enseña (formadores de maestros). En esta línea, además de las investigaciones de autoevaluación de la eficacia de las propuestas propias (Rivero *et al.*, 2013), deben surgir otros trabajos interuniversitarios en los que se muestren tendencias, análisis de varias propuestas de las que afloren prioridades de formación inicial en condiciones no ideales, sino a través de las decisiones adoptadas por los formadores en el tiempo asignado para la DCE en cada plan de estudio.

En este trabajo, ponemos el foco de atención en catorce formadores de once universidades sobre lo que *declaran que hacen* en sus clases y, con ello, sentamos las bases para estudios interuniversitarios posteriores en los que mostrar la *realidad de aula* de la formación inicial con la que cubrir la demanda puesta de manifiesto por Oliva (2005) y NRC (2011).

De la gran cantidad de información recibida en las entrevistas grabadas en audio sobre lo que consideran prioritario para la formación inicial de maestros en DCE, presentamos en este trabajo el análisis de las declaraciones, centrándonos en caracterizar los elementos que declaran del enfoque de enseñanza de las ciencias MBI, que concuerda con las recomendaciones de los proyectos e informes de investigación destacados al comienzo de este artículo. Para ello hemos identificado una serie de descriptores de la *enseñanza por indagación basada en modelos*, que hemos utilizado como referente para analizar las respuestas de los formadores a la entrevista.

De la frecuencia de los elementos MBI caracterizados en las declaraciones de los maestros entre las prioridades de la formación inicial (objetivo 1) no se deben obtener conclusiones sobre la importancia que los formadores conceden a cada uno de esos elementos. Si este hubiera sido el objetivo, requeriría una valoración explícita (Martínez-Chico *et al.*, 2013b) de un ranking entre sus prioridades, pues la omisión de algunos de los elementos puede ser por causas antagónicas: o porque no le concedan importancia, o porque lo consideren tan importante que les resulte obvio destacarlo.

Las características de este enfoque MBI que los formadores declaran desarrollar en sus clases han resultado útiles para aproximarnos a la descripción de la docencia en DCE en la formación inicial de maestros en el Estado español. Al declarar casi todos los formadores entrevistados al menos tres elementos del enfoque MBI como prioritarios en la formación inicial de maestros, y mostrando la mitad de los formadores casi todos los elementos MBI o IBSE, podemos concluir que estos enfoques de enseñanza indagatorios están entre los prioritarios según sus propias declaraciones.

Entre las implicaciones para el aula de DCE en formación inicial de maestros, incidimos en la necesidad de que los futuros maestros experimenten (*vivencien*) un enfoque de enseñanza, alternativo al *transmisivo*, que seguro experimentaron en su etapa como escolares, que les sirva luego de modelo y les dé seguridad para implementarlo en las aulas de primaria, respondiendo así a la demanda de los maestros de una formación más *práctica* o vivencial y menos teórica (Martínez-Chico *et al.*, 2013b). Para ofrecer esta alternativa al enfoque transmisivo, consideramos necesario adoptar otro enfoque que responda a las demandas de la investigación didáctica. Los enfoques de enseñanza por indagación (IBSE o MBI), con sus debates y dificultades, pueden funcionar como un enfoque de convergencia e innovación para los docentes de ciencias, pues tratan de promover el aprendizaje conjunto de contenidos de ciencias y sobre cómo funciona la ciencia (Kenyon *et al.*, 2008; Abd-El-Khalick, 2012). Además, este planteamiento a la hora de abordar la formación permite fácilmente la reflexión explícita sobre cómo aprendemos y cómo enseñamos, convirtiéndose el propio enfoque en objeto de aprendizaje para los futuros maestros.

Los perfiles de formadores, extraídos del agrupamiento por similitud de los elementos MBI que declaran, conllevan implicaciones para la diseminación de propuestas de DCE en formación inicial desde el punto de vista de promover estrategias efectivas de diseminación de propuestas de indagación basada en modelos en la formación inicial de maestros y maestras.

Sea cual sea el perfil de los formadores, para la eficaz diseminación de las propuestas MBI y su traslado al aula de primaria, creemos necesario acentuar estas características menos señaladas, destacando la importancia de que se desarrollen en la formación inicial de *manera explícita*. Sin esta reflexión explícita, pueden pasar desapercibidas para los futuros maestros, de manera que actividades relevantes en el proceso de indagación, como por ejemplo la búsqueda de pruebas o la comunicación en el aula, queden tan implícitas que resulten poco relevantes para los futuros maestros cuando estén en sus clases. Como consecuencia de ello, los maestros en formación podrían llegar a obviarlas cuando enseñen ciencias en primaria, reduciendo la indagación a actividades manipulativas con las que *amenizar* el currículo o como mucho al «método científico», sin aprovechar las ventajas interpretativas, explicativas, evaluativas que la indagación promueve (Windschitl *et al.*, 2008; Jones, 2009). Por todo ello, subrayamos la necesidad de explicitar la reflexión (Akerson *et al.*, 2000) sobre cada elemento del enfoque MBI, al mismo tiempo que se desarrolle en el aula de manera *práctica* (Akerson y Hanuscin, 2007; Abd-El-Khalick, 2012). Para mostrar cómo llevar esta implicación a la práctica hemos publicado el diseño de una propuesta de formación inicial centrada en un enfoque MBI que ha sido implementada y evaluada en Martínez-Chico (2013).

## AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo quieren agradecer la colaboración de los formadores de maestros que, voluntariamente, participaron en este trabajo. Sus aportaciones y discusiones nos han enseñado y nos han servido de gran ayuda.

Parte de este trabajo ha sido posible gracias a la financiación del plan de formación de personal docente e investigador predoctoral en áreas de conocimiento deficitarias y del proyecto de excelencia SENSOCIENCIA (P11-SEJ-7385), ambos de la Junta de Andalucía.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABD-EL-KHALICK, F. (2012). Teaching with and about nature of science, and science teacher knowledge domains. *Science & Education*, 22 (9), pp. 2087-2107. doi:10.1007/s11191-012-9520-2. <http://dx.doi.org/10.1007/s11191-012-9520-2>
- AKERSON, V.L.; ABD-EL-KHALICK, F. y LEDERMAN, N.G. (2000). Influence of a reflective explicit activity-based approach on elementary teachers' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37 (4), pp. 295-317. [http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(200004\)37:4<295::AID-TEA2>3.0.CO;2-2](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(200004)37:4<295::AID-TEA2>3.0.CO;2-2)
- 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 (5), pp. 653-680. <http://dx.doi.org/10.1002/tea.20159>
- ANECA, Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (2004). Libro Blanco Título de Grado en Magisterio. Madrid. Disponible en línea: [http://www.aneca.es/media/150404/libro-blanco\\_jun05\\_magisterio1.pdf](http://www.aneca.es/media/150404/libro-blanco_jun05_magisterio1.pdf).
- ARTIGUE, M. et al. (2010). *The Fibonacci Project. Scientific Background*. Disponible en línea: <http://www.fibonacci-project.eu/>.
- AUTORES (2011, 2013a y 2013b).
- BAEK, H.; SCHWARZ, C.; CHEN, J.; HOKAYEM, H. y ZHAN, L. (2011). Engaging elementary students in scientific modeling: The MoDeLS fifth-grade approach and findings. En M. Swe Khine e I.M. Saleh (ed.). *Models and Modeling*. Springer Netherlands, pp. 195-218.
- BHATTACHARYYA, S.; VOLK, T., y LUMPE, A. (2009). The influence of an extensive inquiry-based field experience on pre-service elementary student teachers' science teaching beliefs. *Journal of Science Teacher Education*, 20 (3), pp. 199-218. <http://dx.doi.org/10.1007/s10972-009-9129-8>
- BRYAN, L.A., y ABELL, S.K. (1999). Development of professional knowledge in learning to teach elementary science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (2), pp. 121-139. [http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199902\)36:2<121::AID-TEA2>3.0.CO;2-U](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199902)36:2<121::AID-TEA2>3.0.CO;2-U)
- COSCE (Confederación de Sociedades Científicas de España) (2011). *Informe ENCIENDE: Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España*. Disponible en línea: [http://www.cosce.org/pdf/Informe\\_ENCIENDE.pdf](http://www.cosce.org/pdf/Informe_ENCIENDE.pdf).
- COUSO, D. (2013). La elaboración de unidades didácticas competenciales. *Alambique*, 74, pp. 12-24.
- COUTO, P.; GARCÍA-BARROS, S. y MARTÍNEZ LOSADA, C. (2013). Cómo son las actividades de didáctica de las ciencias que proponemos a los futuros maestros de primaria. *Enseñanza de las Ciencias*. Número Extra, pp. 877-882.
- DARLING-HAMMOND, L. y BRANSFOR, J. (2005). *Preparing teachers for a changing world: What teachers should learn and be able to do*. San Francisco: Jossey Bass.
- DESIRE Project. (2012). *Disseminating Educational Science, Innovation and Research in Europe*. Disponible en línea: <http://desire.eun.org/>. (Último acceso, 20 de mayo de 2013).

- ERDURAN, S. y YAN, X. (2009). *Minding gaps in argument: continuous professional development in the teaching of inquiry*. Bristol: University of Bristol.
- FERNÁNDEZ, I.; GIL, D.; CARRASCOSA, J.; CACHAPUZ, A. y PRAIA, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), pp. 477-488.
- GARRIDO-ESPEJA, A. (2012). *Visió del professorat de ciències de secundària en formació sobre la competència d'ús de proves científiques* (Master's thesis). Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona. Disponible en línea: [www.crecim.cat](http://www.crecim.cat).
- GIL, D. (1991). ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de Ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (2), pp. 188-199.
- JIMÉNEZ-ALEXANDRE, M.P. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Ed. Graó.
- JONES, K.M. (2009). *Elementary teachers' perceptions of science inquiry and professional development challenges and opportunities*. Doctoral dissertation, The Pennsylvania State University.
- KHAN, S. (2007). Model-based inquiries in chemistry. *Science Education*, 91 (6), pp. 877-905. <http://dx.doi.org/10.1002/sc.20226>
- KENYON, L.; SCHWARZ, C. y HUG, B. (2008). The benefits of scientific modeling. *Science and Children*, 46 (2), pp. 40-44.
- LOUGHRAN, J.J. (2007). Science Teacher as learner. En S.K. Abell y N.G. Lederman. *Handbook of research on science education*, pp. 1043-1065.
- MARTÍNEZ-CHICO, M. (2012). *Formación inicial de maestros/as para la enseñanza de las ciencias. Opiniones de docentes en activo y de expertos en Didáctica de las Ciencias*. (Trabajo fin de máster). Editorial Universidad de Almería.
- MARTÍNEZ-CHICO, M. (2013). *Formación inicial de maestros para la enseñanza de las ciencias. Diseño, implementación y evaluación de una propuesta de enseñanza*. (Tesis doctoral). Editorial Universidad de Almería.
- MARTÍNEZ-CHICO, M.; LÓPEZ-GAY, R. y JIMÉNEZ-LISO, M.R. (2013a). Propuesta de formación inicial de maestros fundamentada en la enseñanza por indagación centrada en el modelo de sol-tierra. *Enseñanza de las Ciencias*. Número Extra, pp. 2173-2178.
- MARTÍNEZ-CHICO, M.; LÓPEZ-GAY, R.; JIMÉNEZ-LISO, M.R. y ACHER, A. (2013b). Demandas de maestros en activo y materiales curriculares para la enseñanza de las ciencias. *Investigación en la Escuela*, 80, pp. 35-48.
- MEC (2007a). *Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales*. Disponible en línea: <http://www.boe.es/boe/dias/2007/10/30/pdfs/A44037-44048.pdf>.
- MEC (2007b). *Orden ECI/3857/2007 de 27 de diciembre por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Maestro en Educación Primaria*. Disponible en línea: <http://www.boe.es/boe/dias/2007/12/29/pdfs/A53747-53750.pdf>.
- 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), pp. 289-302.
- MONDELO, M.; MARTÍNEZ LOSADA, C. y GARCÍA BARROS, S. (1998). Criterios que utilizan los alumnos universitarios de primer ciclo para definir ser vivo. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (3), pp. 399-408.
- NRC (National Research Council) (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. Washington, DC: National Academy Press.
- NRC (National Research Council) (2011). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.
- OLIVA, J.M. (2005). Sobre el estado actual de la revista Enseñanza de las Ciencias y algunas propuestas de futuro. *Enseñanza de las Ciencias*, 23 (1), pp. 123-131.

- OSBORNE, J. y DILLON, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. Nuffield Foundation: UK. Disponible en línea: [http://www.pollen-europa.net/pollen\\_dev/Images\\_Editor/Nuffield%20report.pdf](http://www.pollen-europa.net/pollen_dev/Images_Editor/Nuffield%20report.pdf).
- PILITSIS, V. y DUNCAN, R.G. (2012). Changes in Belief Orientations of Preservice Teachers and Their Relation to Inquiry Activities. *Journal of Science Teacher Education*, 23 (8), pp. 909-936. <http://dx.doi.org/10.1007/s10972-012-9303-2>
- RIVERO, A. *et al.* (2013). La formación inicial de maestros de primaria: qué hacer y cómo en didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. Número extra, pp. 3045-3050.
- ROCARD, M. *et al.* (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. European Commission.
- RODRÍGUEZ-SIMARRO, C. (2011). Visions del professorat de ciències sobre el treball experimental a les etapes de transició entre primària i secundària: Anàlisi des d'un marc d'indagació. TFM. Disponible en línea: <http://www.uab.cat/servlet/BlobServer?blobtable=Document&blobcol=urldocument&blobheader=application/pdf&blobkey=id&blobwhere=1331797233918%20&blobnocache=true>.
- SCHIBECCI, R. y HICKEY, R. (2000). Is it natural or processed? Elementary school teachers and conceptions about material. *Journal of Research in Science Teaching*, 37 (10), pp. 1154-1170. [http://dx.doi.org/10.1002/1098-2736\(200012\)37:10<1154::AID-TEA7>3.3.CO;2-Y](http://dx.doi.org/10.1002/1098-2736(200012)37:10<1154::AID-TEA7>3.3.CO;2-Y)
- SCHWARZ, C. (2009). Developing preservice elementary teachers' knowledge and practices through modeling centered scientific inquiry. *Science Education*, 93(4), pp. 720-744. <http://dx.doi.org/10.1002/sce.20177>
- SCHWARZ, C.V. *et al.* (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 46 (6), pp. 632-654. <http://dx.doi.org/10.1002/sce.20324>
- SCHWARZ, C.V. y GWEKWERERE, Y.N. (2007). Using a guided inquiry and modeling instructional framework (EIMA) to support preservice K-8 science teaching. *Science Education*, 91, pp. 158-186. <http://dx.doi.org/10.1002/tea.20311>
- STEWART, J.; CARTIER, J.L. y PASSMORE, C.M. (2005). Developing understanding through model-based inquiry. En M.S. Donovan y J.D. Bransford (eds.). *How students learn*. Washington D.C.: National Research Council, pp. 515-565.
- VIENNOT, L. (2011). Els molts reptes d'un ensenyament de les Ciències basat en la indagació: ens aportaran múltiples beneficis en l'aprenentatge? *Ciències: revista del professorat de ciències de Primària i Secundària*, 18, pp. 22-36.
- WINDSCHITL, M. (2002). Inquiry Projects in Science Teacher Education: What Can Investigative Experiences Reveal About Teacher Thinking and Eventual Classroom Practice? *Science Teacher Education*, 87 (1), pp. 112-143. <http://dx.doi.org/10.3102/00028312043004783>
- WINDSCHITL, M. y THOMPSON, J. (2006). Transcending simple forms of school science investigations: Can pre-service instruction foster teachers' understandings of model-based inquiry? *American Educational Research Journal*, 43(4), pp. 783-835.
- WINDSCHITL, M., THOMPSON, J. y BRAATEN, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, 92 (5), pp. 941-967. <http://dx.doi.org/10.1002/sce.20259>
- WORTH, K., DUQUE, M. y SALTIEL, E. (2009). *Designing and implementing inquiry-based science units for primary education*. Paris: The Pollen FP 6 project.

## ANEXO

### Guión semiestructurado de la entrevista a los formadores de maestros en DCE

¿Qué debería enseñarse a un maestro en formación inicial para enseñar bien ciencias en *primaria*?

1. Algunos compañeros opinan que no es necesario enseñar contenidos científicos (sobre ciencias) argumentando que ya han adquirido contenidos suficientes durante la etapa secundaria y que, si necesitaran saber más podrían adquirirlos durante el ejercicio profesional a través de los libros de texto y otros recursos disponibles. ¿Estás de acuerdo?, ¿qué argumentos usarías para rebatir esa opinión?
2. Otros compañeros, por el contrario, conceden tanta importancia a la formación en el contenido científico que se centran principalmente en su enseñanza al nivel de 4.º de ESO aproximadamente. ¿Qué opinas de esta decisión?
3. Entre los compañeros que dan importancia al contenido científico piensan que lo realmente importante es el contenido descriptivo (frente al contenido explicativo: construcción y uso de modelos) argumentando que es el más experiencial y cercano al alumno de primaria. ¿Estás de acuerdo?
4. Si piensas que es necesario enseñar contenido científico: ¿cuáles consideras más importantes?, ¿por qué?, ¿en qué nivel de profundidad?, ¿cómo crees que deberían enseñarse?
5. Le voy a enumerar ahora otros contenidos que otras personas nos han citado. Le ruego que me explique para cada uno de ellos si lo considera importante para incluirlo en la formación inicial y me comente de qué forma lo trabajaría o lo trabaja en sus clases:
  - a. Teorías del aprendizaje
  - b. Naturaleza de la ciencia y el trabajo científico
  - c. Concepciones alternativas
  - d. Justificación de un currículum de ciencias para todos
  - e. Modelos didácticos o enfoques de enseñanza
  - f. Prácticas de laboratorio e itinerarios didácticos
  - g. ¿Podría añadir alguno más?
6. ¿Qué relación crees que debería existir en la formación inicial entre el contenido llamado científico y los restantes contenidos?
  - a. Algunos compañeros han distinguido entre enfoques yuxtapuestos y enfoques integrados, ¿cuál le parece más adecuado? c) En el caso de optar por el enfoque integrado, ¿cómo lo harías o lo haces?, ¿cuál es el eje conductor?
7. Algunos compañeros consideran que una pieza fundamental que deberían conocer los futuros docentes es el currículum (Decreto de Enseñanzas Mínimas: competencias, objetivos, bloques de contenidos...) ya que es el marco en el que van a desarrollar su trabajo los futuros maestros. ¿Qué opinas?, ¿qué papel debería jugar o juega en tus clases?
8. Una última polémica en torno al contenido de la formación inicial se refiere a la adquisición de destrezas y cuestiones operativas más cercanas al trabajo diario del maestro: secuenciar contenidos, planificar la enseñanza... Algunos compañeros piensan que este tipo de conocimiento vendrá de la propia práctica y conviene centrarse mejor en cuestiones más de fundamento. ¿Cuál es tu opinión? En caso de que lo veas necesario, ¿qué destrezas consideras importantes y cómo las trabajarías o las trabajas en tus clases?

9. De todo lo que hemos hablado durante la entrevista que debería formar parte de la formación inicial de maestros y maestras, si tuvieras que seleccionar algunos contenidos como prioritarios o esenciales, ¿cuáles serían y en qué orden?
10. Por último, ¿qué indicios o pruebas consideras importantes para saber que tu propuesta de formación inicial realmente FUNCIONA?

---

# Model-based inquiry for pre-service primary teacher training: science teacher educators' interviews analysis

María Martínez Chico, María Rut Jiménez Liso

Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Almería

maria.martinez.chico@gmail.com

Rafael López-Gay Lucio-Villegas

IES Nicolás Salmerón (Almería)

This paper shows the analysis of audio-taped interviews carried out with fourteen Science Trainers who discuss their priority for pre-service Primary School Teachers training and how they develop it in their science education classroom. These interviews were analyzed in order to characterize the elements of the *Model-based Inquiry* approach that teacher trainers stand out among the priorities of pre-service primary teachers training. These elements are:

- Involve students in scientifically oriented questions
- Formulate explanations/models
- Look for evidence
- Analyze and interpret information and collected data by adapting explanations/models
- Communicate and exchange ideas
- Use and review models/ explanations

The results show elements of inquiry highlighted by almost all teacher trainers, such as asking questions and explaining everyday phenomena, which are very close to the characteristics of this teaching approach. However, *looking for evidence*, a typical feature of the MBI approach is only verbalized by four of the fourteen participants interviewed.

In order to promote inquiry-based teaching approaches in teacher training to disseminate Model-based Inquiry proposals, we have also identified profiles of science educators. Depending on the elements of the approach stated by the teacher trainers, different profiles were identified, such as *MBI* (minds-on), an approach focused on *looking for evidences* (hands-on), on *problem solving* (questions to explain), an approach focused on *explaining daily life phenomena*, and finally an approach with *no MBI* elements.