

# INDAGACIÓN Y MODELOS DIDÁCTICOS: LA REFLEXIÓN DE CUATRO PROFESORES DE FÍSICA Y QUÍMICA EN FORMACIÓN INICIAL

## Inquiry and Teaching Models: Reflection of Four Preservice Physics and Chemistry Teachers

Iñigo Rodríguez Arteche\*, M<sup>a</sup> Mercedes Martínez Aznar\*

\*Universidad Complutense de Madrid

Correspondencia:

Mail: inigo.rodriguez.a@gmail.com

Recibido: 01/09/2016; Aceptado: 01/07/2016

### Resumen

Este estudio de caso corresponde a la formación inicial de profesores de física y química, desde un enfoque indagativo centrado en la resolución de problemas profesionales que pretende favorecer la elaboración de modelos didácticos constructivistas. En concreto, para abordar el diseño de actividades escolares se introdujo la Metodología de Resolución de Problemas como Investigación (MRPI). Finalizado el proceso formativo, se realizaron entrevistas semiestructuradas para profundizar en la visión de los cuatro participantes sobre la aplicabilidad de la MRPI. El análisis de las respuestas mediante ATLAS.ti permitió identificar sus percepciones sobre las fortalezas y debilidades de dicha metodología indagativa, y su relación con los modelos didácticos previamente asignados, aspectos que constituyen los objetivos del estudio. Se identificó un mayor número de reflexiones favorables hacia la MRPI, y se comprobó cómo la asignación a un modelo constructivista parece ser condición necesaria para la aplicabilidad de la indagación en Educación Secundaria.

**Palabras clave:** Formación inicial de profesores de física y química; indagación; modelos didácticos; entrevistas.

### Abstract

This case-study corresponds to an initial teacher training proposal which is based on the resolution of professional problems, with the intention of promoting constructivist teaching models. In order to deal with the design of school activities, the Methodology of Problem-Solving as an Investigation (MPSI) was introduced, and at the end of the process semi-structured interviews were conducted to analyze the students' views on its future applicability. This analysis by means of ATLAS.ti allowed for answering the two research questions of this work, which consist of identifying the presumed strengths and weaknesses of the MPSI, and their relation with the previously assigned teaching models. A greater number of «strengths» was identified. Moreover, the closeness to a constructivist model seemed to be necessary requirement for a later use of inquiry in Secondary Education.

**Keywords:** Preservice physics and chemistry teachers; inquiry; teaching models; interviews.

## CONTEXTO Y MARCO TEÓRICO

A día de hoy las metodologías de carácter indagativo se consideran muy beneficiosas para mejorar el aprendizaje escolar de las ciencias, promover una visión actual de la actividad científica y aumentar la motivación de los estudiantes hacia estas materias (Comisión Europea, 2007). La *indagación* (inquiry) engloba metodologías de enseñanza que comparten el estar centradas en el alumno, y el concebir que el aprendizaje se construye individualmente y se reconstruye socialmente por interacción con el entorno (Lehman, George, Buchanan y Rush, 2006), para superar *retos* no abordables a través de explicaciones o lecturas de libros de texto. Además, en coherencia con todo ello, estos métodos promueven el aprendizaje en grupos cooperativos (English y Kitsantas, 2013).

Dentro de las metodologías indagativas se incluye la *resolución de problemas* verdaderos y contextualizados (Walker y Leary, 2009; Jiménez-Tenorio y Oliva, 2016), un enfoque («Problem-Based Learning», PBL) cuyo uso se está extendiendo en diversos estudios universitarios, y de forma particular en los educativos. Sin embargo, su utilización en otros niveles está siendo menor, quizás debido a las dificultades que supone su implementación para el profesor (los alumnos marcan las pautas y él actúa como guía), y por las resistencias que pueden presentarse en los estudiantes, al suponer más trabajo y responsabilidad (Prince y Felder, 2007). Además, la reducida implementación de las metodologías indagativas en el aula (y del PBL en particular) se relaciona con toda una serie de *creencias* de los profesores al respecto (Roehrig y Luft, 2004), como el suponer que complican la gestión del aula, que son incompatibles con la extensión de los currículos o considerar que solo se adecúan a los alumnos de altas capacidades.

Asimismo, en la literatura sobre esta temática se detectan varios debates de interés (Couso, 2014). Por una parte, existe una cierta asociación entre la indagación y la enseñanza por descubrimiento, vinculación incorrecta ya que el trabajo de *andamiaje* por parte del profesor resulta muy relevante (Hmelo-Silver, Duncan y Chinn, 2007). Por otra parte, se viene reclamando que la utilización de estos métodos no responda a una simple moda de “indagar por indagar”, sino que se trabajen de forma expresa capacidades como la representación cualitativa, la modelización (Windschitl, Thompson y Braaten, 2008) y la promoción de actitudes favorables hacia la Ciencia.

Creemos que teniendo presentes las características antes descritas, la indagación debe ser parte activa de los programas de formación inicial del profesorado, por las ventajas que puede suponer para la adquisición de la competencia científica por parte de los escolares, y como forma de aumentar su curiosidad hacia estas materias. En este sentido, recientemente se han difundido varias experiencias para introducir la indagación en la formación inicial de profesores de ciencias de primaria (Martínez-Aznar y Varela, 2009; Martínez-Chico, Jiménez-Liso y López-Gay, 2015) y secundaria (Crujeiras y Jiménez-Aleixandre, 2015; Rodríguez-Arteche y Martínez-Aznar, en prensa).

El presente trabajo forma parte de una investigación más amplia en el contexto del Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria (MFPS). Así, desde las asignaturas de Didáctica de la Física y Didáctica de la Química de la UCM se pretende favorecer la formalización de *modelos didácticos* constructivistas, que en contraposición al modelo tradicional (o transmisor-receptor) conciben el aprendizaje como un proceso que establece relaciones con las ideas previas de los estudiantes (Fernández, Elortegui, Rodríguez y Moreno, 2001; Martínez-Aznar et al., 2001).

Estas asignaturas se plantean a partir de la resolución de problemas profesionales relacionados con la elaboración de Unidades Didácticas –UD– (Martínez-Aznar, Rodríguez-Arteche y Gómez-Lesarri, en prensa), como por ejemplo, “¿Cómo se pueden diseñar e implementar las actividades de una UD?” De esta forma, durante la búsqueda de soluciones los profesores de didáctica introducen una metodología

indagativa: la «Metodología de Resolución de Problemas como Investigación» (MRPI), un método que ha demostrado su utilidad y aplicabilidad en diferentes disciplinas y niveles educativos (Ibáñez y Martínez-Aznar, 2007; Martínez-Aznar y Varela, 2009; Pavón y Martínez-Aznar, 2014).

La MRPI consta de 5 fases que contemplan las siguientes dimensiones de la competencia científica: 1. Análisis cualitativo del problema (que supone abordar los conceptos y modelos implicados, y reformular el problema en términos operativos); 2. Emisión de hipótesis; 3. Diseño de estrategias de resolución (incluyendo la identificación de las variables independientes, dependientes y de control); 4. Desarrollo y resolución del problema (donde la verbalización de los procesos cobra especial importancia); 5. Análisis de resultados. Como se observa en la Figura 1, esta metodología permite resolver *problemas abiertos* (sin datos y con soluciones variadas), tanto de naturaleza experimental como de "lápiz y papel", siguiendo procesos cíclicos semejantes a los de la actividad científica y trabajando en grupos cooperativos.

Ahora bien, ¿cómo se introduce la MRPI? La premisa formativa es que, para favorecer la reflexión de los estudiantes sobre sus características (y en definitiva, promover su uso futuro en Educación Secundaria), los estudiantes deben «vivir experiencias de aprendizaje» mediante esta metodología (Pilitsis y Duncan, 2012). Para ello, se presentan secuencias de problemas abiertos para abordar los *Cambios físicos y químicos* y la *Óptica* en la ESO y el Bachillerato (Rodríguez-Arteche y Martínez-Aznar, en prensa; Martínez-Aznar et al., en prensa), y posibilitar la construcción del Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) del futuro profesorado (Abell, 2008). Se requiere que los estudiantes del MFPS resuelvan estos problemas escolares, bajo la orientación de los formadores, y finalmente realicen informes sobre los mismos. En este contexto, el presente artículo pretende mostrar un análisis de hasta qué punto los futuros docentes asumen la conveniencia de utilizar la MRPI en Educación Secundaria, y examinar la dependencia de su satisfacción hacia esta metodología con respecto a las creencias profesionales.

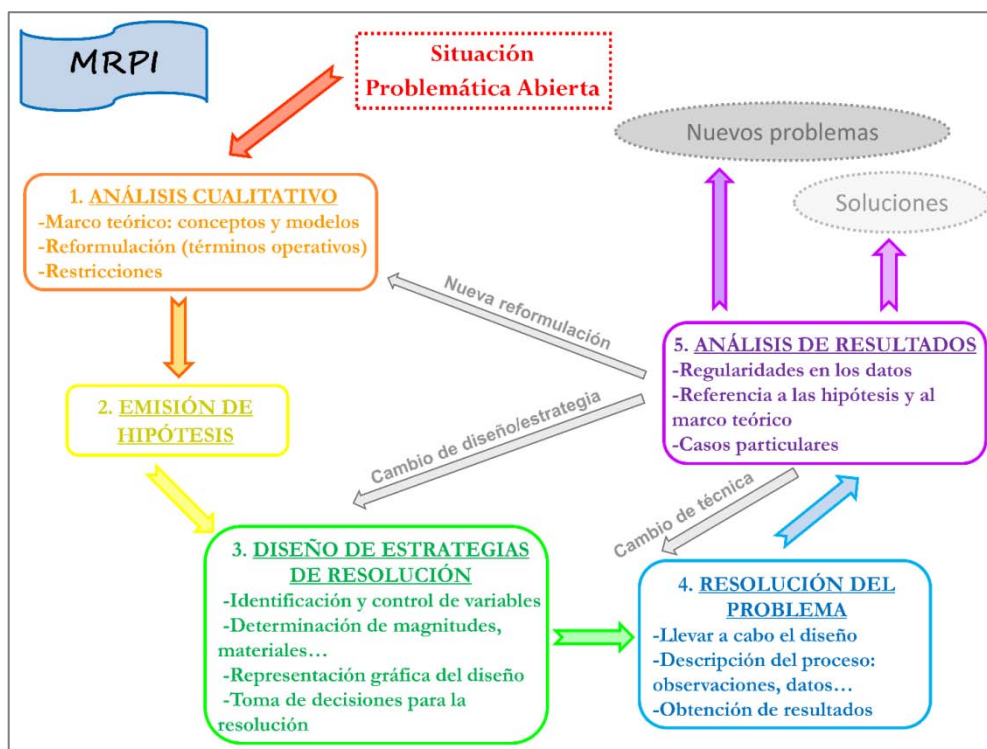


Figura 1. Esquema general de la Metodología de Resolución de Problemas como Investigación (MRPI).

## OBJETIVOS

Nos planteamos las siguientes *preguntas de investigación*:

1. ¿Cuáles son las características y la frecuencia de las fortalezas y debilidades señaladas por el futuro profesorado para la posible implementación de la MRPI en Educación Secundaria?
2. ¿Qué diferencias existen entre las reflexiones sobre la MRPI de los futuros profesores según su modelo didáctico?

## METODOLOGÍA

Este trabajo es descriptivo y cualitativo, se plantea como estudio de caso y se ha desarrollado al final de las asignaturas de Didáctica de la Física y de la Química del MFPS de la UCM, en el curso 2015/16. Además, para responder a la segunda pregunta de investigación y asignar modelos didácticos a los participantes, éstos cumplimentaron previamente un cuestionario tipo Likert de 30 ítems (escala 1–5) sobre *creencias profesionales*, seleccionados de una propuesta validada de nuestra facultad (Martínez-Aznar et al., 2001). Cabe destacar que a pesar de la existencia de toda una tipología de modelos didácticos (Fernández et al., 2001), los ítems están formulados como una dicotomía entre los modelos «tradicional» y «constructivista», por razones de conveniencia metodológica. Las 30 cuestiones del instrumento fueron seleccionadas para cubrir adecuadamente las dimensiones docentes sobre *contenidos, metodología, evaluación y percepción profesional*. Este análisis previo permitirá dar respuesta a la segunda pregunta de investigación.

### Muestra de estudio

Del conjunto de futuros profesores que accedieron a participar en la investigación más amplia, para el presente trabajo se han seleccionado dos estudiantes que asumen en gran medida las características del modelo didáctico tradicional, y otros dos vinculados con una tendencia constructivista. Sus características se indican en la Tabla 1.

Tabla 1

*Muestra de estudio, con 2 subgrupos en función de la visión «tradicional» o «constructivista» manifestada en el cuestionario de creencias profesionales (al término de las asignaturas)*

Seudónimo	Edad	Titulación	% de respuestas que manifiesta cada modelo		
			Tradicional	Constructivista	Indecisión
Gustavo	23 años	Graduado en física	60.0%	20.0%	20.0%
César	24 años	Graduado en física	53.3%	26.7%	20.0%
Alba	31 años	Doctora en química	10.0%	76.7%	13.3%
Diego	30 años	Ingeniero industrial	6.7%	86.7%	6.7%

### Instrumentos y técnicas de recogida y análisis de datos

Para recabar los datos se han realizado entrevistas semiestructuradas (Kvale, 2011) en el momento final de las asignaturas, tras la resolución de secuencias de problemas abiertos escolares y la elaboración de Unidades Didácticas como producto final para las materias. El entrevistador, externo al desarrollo de las mismas, se encargó de plantear cuestiones acerca del punto de vista de los estudiantes sobre la MRPI: su relación con la adquisición de competencias, su posible acogida por el alumnado de secundaria, el rol del profesor... y el papel que podría tener la metodología en su futuro docente (ver Anexo). En todo este proceso, el entrevistador procuró generar un clima de confianza, solicitando la concreción de las respuestas pero sin manifestar sus acuerdos o desacuerdos con las mismas.

Para analizar las reflexiones y opiniones de los estudiantes, primero se transcribieron las entrevistas. A continuación, hubo que seleccionar las categorías centrales que serían objeto de análisis. Así, aunque en las reflexiones hubo múltiples referencias a sus creencias profesionales en un sentido amplio, en el presente estudio nos centraremos en las «fortalezas» y «debilidades» que se asocian a la posible implementación de la MRPI en Educación Secundaria. De esta forma, una vez seleccionada la información objeto de interés, se realizó un proceso de categorización, utilizando el programa de análisis ATLAS.ti. La información se segmentó en unidades de análisis (que ejemplificaremos en la sección siguiente), y con este procedimiento emergieron una serie de categorías secundarias que fueron sometidas a juicio de expertos. Por similitud con los resultados de otros estudios que está llevando a cabo el grupo de investigación, se decidió organizar las reflexiones según las dimensiones de “alumno”, “currículo” y “profesor”.

## RESULTADOS

### Primera pregunta de investigación

Esta pregunta hace referencia a la búsqueda de las creencias que los futuros profesores asignados a los modelos didácticos tradicional y constructivista señalan de forma frecuente y semejante (las diferencias reseñables entre ambos grupos se analizan para la segunda pregunta de investigación).

En primer lugar, la Tabla 2 muestra la frecuencia con que los futuros profesores describieron «fortalezas» y «debilidades» sobre la posible utilización de la MRPI (la metodología indagativa utilizada en el Máster) en Educación Secundaria, entre las distintas reflexiones realizadas en las entrevistas. Se indica que mientras los estudiantes Gustavo y César señalaron un número parecido de fortalezas y debilidades, para Alba y Diego existe un dominio claro de sus potencialidades.

Tabla 2

*Frecuencias en las reflexiones de Gustavo, César (modelo didáctico tradicional), Alba y Diego (modelo didáctico constructivista) sobre la aplicabilidad de la MRPI en Secundaria*

Estudiante*	Duración entrevista	Reflexiones consideradas	Fortalezas (nº)	Fortalezas (%)	Debilidades (nº)	Debilidades (%)
Gustavo	38 min	48	22	45.8%	26	54.2%
César	41 min	45	22	48.9%	23	51.1%
Alba	48 min	64	49	76.6%	15	23.4%
Diego	41 min	49	31	63.3%	18	36.7%
TOTAL	168 min	206	124	60.2%	82	39.8%

\*Los nombres son ficticios.

Por otra parte, la Tabla 3 recoge las categorías emergentes del análisis, junto con el número de intervenciones realizadas por cada uno de los participantes en el estudio. Esta última tabla nos servirá como guía para responder las preguntas de investigación ya planteadas. Así, en relación con la primera de ellas, la revisión de la tabla da cuenta de 4 ventajas y 4 desventajas sobre las que se detecta un cierto consenso entre ambos subgrupos de estudiantes (categorías señaladas en negrita).

En relación con las fortalezas de la MRPI para su traslado a Secundaria, los estudiantes del Máster señalaron con una mayor frecuencia el hecho de que ésta favorezca el «aprendizaje de capacidades» (19 reflexiones, ver Tabla 3). En este sentido, algunas de las ideas apuntadas por los futuros profesores fueron:

“Sí que es verdad que se adquirirían otro tipo de habilidades, como por ejemplo la resolución de problemas [...] que no sean «cálculame tal, resuélveme tal.» (César)

“Es una buena metodología para que el alumno trabaje..., pues eso, que formule sus propias hipótesis, que reelabore el problema; tiene que entenderlo para poder resolverlo. Entonces por ese lado me parece muy bueno, o sea, es un buen método.” (Diego)

“Entiendo que [la MRPI] está muy dirigida a las capacidades, [...] a lo de trabajar esta capacidad que había en relación con los bloques de actividad científica, de trabajar de una manera adecuada en el laboratorio, incluso de procesos de razonamiento.” (Gustavo)

Tabla 3

Frecuencias de análisis de los estudiantes sobre la MRPI (en negrita se indican las categorías señaladas frecuentemente donde hay consensos). Las diferencias destacables entre los futuros docentes «tradicionales» y «constructivistas» están encuadradas

		Categorías y frecuencias de reflexión		Gus- tavo	Cé- sar	Alba	Die- go
FORTALEZAS	ALUM- NO	Autorreflexión.....	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	
		Metacognición.....	–	1	3	1	
		Aprendizaje persistente.....	–	–	<b>3</b>	<b>3</b>	
		Autonomía.....	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	
		<b>Aprendizaje cooperativo</b> .....	1	2	1	3	
		<b>Motivación</b> .....	2	3	3	2	
		Satisfacción.....	1	–	2	1	
	Interés hacia la Ciencia.....	–	–	<b>3</b>	<b>3</b>		
	CURRÍ- CULO	<i>Promueve aprendizaje de:</i>					
		Conceptos.....	–	–	<b>6</b>	<b>2</b>	
		<b>Capacidades</b> .....	5	5	6	3	
		Actitudes.....	2	2	1	–	
		Resolución de problemas diversos.....	1	1	2	1	
	PRO- FESOR	Resolución de problemas reales.....	–	3	–	–	
<b>Visión de la Naturaleza de la Ciencia</b> .....		4	3	6	–		
Promueve objetivos docentes / rendimiento alumnado		–	–	<b>3</b>	<b>2</b>		
	Engloba muchos indicadores de evaluación.....	–	–	–	2		
DEBILIDADES	ALUM- NO	<i>Dificultades sobre:</i>					
		Requisito de conocimientos amplios.....	3	–	3	–	
		<b>Capacidades, procedimientos</b> .....	1	2	3	2	
		<b>Expectativas (apertura excesiva)</b> .....	3	2	1	4	
		Destrezas experimentales.....	–	–	1	–	
		<i>Resistencia al trabajo:</i>					
		<b>Derivada de la actividad</b> .....	2	2	–	2	
	Derivada del trabajo cooperativo.....	–	1	1	2		
	CURRÍ- CULO	Frustración.....	–	4	–	2	
		Para alumnado “bueno”.....	<b>2</b>	<b>2</b>	–	–	
		Para cursos superiores.....	–	–	3	–	
		Insuficiente para contenidos conceptuales.....	<b>5</b>	<b>4</b>	–	–	
		Insuficiente para resolver ejercicios.....	<b>2</b>	<b>2</b>	–	–	
	PRO- FESOR	<b>Consumo mucho tiempo de aula</b> .....	4	–	1	2	
Diseño complejo de las actividades.....		1	–	1	–		
<i>Dificultades en el trabajo docente:</i>							
Consecución de los objetivos.....		<b>3</b>	<b>3</b>	–	–		
Gestión del aula.....		–	1	–	3		
Riesgos en el laboratorio.....	–	–	1	1			

Otra de las ventajas más señaladas es que la MRPI promueve una visión actual de la «naturaleza de la ciencia», categoría que cuenta con 13 aportaciones y en la que intervinieron todos los estudiantes salvo Diego. A continuación se recogen algunas de las reflexiones en este sentido:

*“Creo que acerca realmente la realidad de un científico en un laboratorio al alumno: [...] qué es lo que se ha obtenido, qué no, por qué es esto, por qué no es lo otro, qué puede hacer a continuación... Porque de la otra manera [...] con el guion le das todo establecido, y le das hasta incluso... lo que tienen que obtener.”* (Alba)

*“Ellos se motivan porque además están resolviendo problemas reales, que luego tanto si se quieren dedicar a la Ciencia como si no, por lo menos tienen una idea de cómo se hace, cómo se resuelve un problema científico. Y a mí eso me parece muy útil.”* (César)

*“Creo que es una manera de que ellos vean que la Ciencia no son fórmulas y problemas, que es un poco la idea que se tiene en el instituto... Claro, eso visto así es muy aburrido, no tiene interés. Entonces, creo que es como mostrar esa otra parte.”* (Alba)

De la misma forma, otra fortaleza indicada frecuentemente por los participantes fue la capacidad «motivadora» de la MRPI (10 reflexiones), con expresiones como:

*“[La MRPI] debería tener una buena acogida, porque es una actividad en cierto modo casi lúdica, en un contexto diferente, [los estudiantes] tienen bastante iniciativa...”* (Gustavo)

*“Yo creo que ellos [los alumnos] también se lo tomarán bien, porque es algo novedoso, tienen que pensar, tienen que razonar, no es algo sistemático ni de memorizar...”* (Diego)

*“Una ventaja muy grande es que puede motivar mucho a los alumnos, porque pueden estar acostumbrados siempre a la misma mecánica en clase, en plan «yo te cuento el rollo, tú luego resuelves estos ejercicios, los pones en un examen y se acabó».”* (César)

Finalmente, otro aspecto ventajoso de la MRPI señalado por los futuros profesores es que promueve el «aprendizaje cooperativo» (7 aportaciones), con reflexiones del tipo:

*“Gracias al tratamiento entre iguales, yo creo que los niños se abren más, bueno, incluso los adultos nos abrimos más en los grupos. Y también te permites decir algo que puedes creer que es una tontería, cuando en realidad otros también piensan lo mismo, o se ponen en común las dudas.”* (Diego)

*“Sí que pienso que un trabajo individual en un laboratorio es muy poco productivo, y más cuando se trata de intentar avanzar por tus propios medios, más que de seguir un guion. [...] Cuando una persona se bloquea, si no tiene nadie que lo apoye es muy difícil seguir un proceso autónomo... Entonces sí pienso que en este tipo de dinámica es necesario al grupo, sí.”* (Gustavo)

Ya en cuanto a las debilidades de la metodología indagativa abordada, algunas de las consideradas de forma reiterada por el grupo de futuros profesores tienen que ver con la dificultad excesiva que puede conllevar para el alumnado de secundaria. Por una parte, esto se relaciona con unas «expectativas» difusas en relación con las actividades (10 reflexiones, ver Tabla 3), es decir, que el “grado de apertura” de los problemas trabajados en el Máster puede parecerles excesivo. A continuación se muestran varios ejemplos al respecto:

*“Yo es que la parte un poco negativa que veo en la MRPI es que tienes tú mismo que ponerte restricciones. O sea, tienes que planteártelo todo... sin tener muchas acotaciones. De alguna manera, creo que eso es complicado para gente pequeña, con pocos conocimientos...”* (Alba)

*“Yo esto lo veo una desventaja grande, más por lo que yo he experimentado. A lo mejor te presentan un problema así, abierto [...] antes de que te den una explicación como tal te dicen «bueno, resuelve esto», y lo primero que se puede plantear el estudiante es decir «bueno, ¿yo ahora qué hago?» Sabes, «tengo estos materiales... pero luego no sé muy bien cómo enfocarlo».” (César)*

*“Si la pregunta es muy abierta no sabes si puedes seguir obteniendo conclusiones, o sea, no llegas a saber nunca si se te ha escapado algo o no. Has sacado una conclusión, vale, ¿pero podías sacar más o no? Yo creo que no, pero te queda la duda hasta que no te lo cuentan.” (Diego)*

Por otra parte, los futuros docentes justificaron que la MRPI podría conllevar una gran dificultad debido a las exigencias que implica en términos de «capacidades y procedimientos» (8 aportaciones), reflejadas en frases como:

*“La identificación de las variables me parece algo bastante complicado para alumnos de secundaria. [...] A lo mejor los alumnos no lo entienden demasiado rápido, y basta que lo consideren de una manera implícita sin saber que son variables, sino que hay cosas que uno puede controlar y cosas que no.” (Gustavo)*

*“La emisión de hipótesis me parece muy importante, pero me parece muy difícil de hacer por parte de los alumnos porque, sobre todo, si es la primera vez que se enfrentan a ello, me parece que les puede faltar... no sé si creatividad, o ideas sobre cómo resolver los problemas.” (César)*

De forma coincidente con otros estudios (Vázquez, Jiménez y Mellado, 2010), el «consumo de tiempo» también parece ser un obstáculo para que el profesorado en formación inicial asuma este tipo de metodologías innovadoras, pues se realizaron 7 reflexiones del tipo:

*“Quizás el inconveniente que veo, que si tú realizas una práctica de otro tipo pues en poco tiempo la puedes desarrollar en el laboratorio. En cambio, una MRPI creo que lleva un tiempo asociado... que es más difícil de...” (Alba)*

*“[...] a lo mejor una vez, para hacer una revisión experimental de lo que se ha tratado en clase, pero experimentos de iniciación de..., no sé, es que me parece un poco pérdida de tiempo para motivar, ¿no?, porque la inversión es demasiado alta como para que...” (Gustavo)*

Para terminar con esta sección, también se apunta una posible «resistencia» del alumnado hacia este tipo de actividades (6 aportaciones), debido al rol más protagonista que deben asumir (Prince y Felder, 2007). A continuación se muestran ejemplos de este tipo de análisis:

*“[...] llegas y no sabes cómo seguir, no has observado lo que tenías que observar [...] Entonces, yo creo que siendo adultos sí que nos quedamos en el sitio y nos portamos bien. Siendo chavales, cuando se aburren, cuando no saben cómo seguir [...] te la lían y se complica la cosa.” (Diego)*

*“Al final el alumno si ve que él no sabe y tal, lo primero que va a hacer es decir «profe, ¿qué hago?» Y el profe al final... se va a sentir tentado de decirle: «pues mira, al final haz esto y haz esto» ¿Sabes? Yo creo que esa tampoco es la idea.” (César)*



## Segunda pregunta de investigación

Esta pregunta se refiere al análisis de la dependencia entre las diferentes creencias sobre la Metodología de Resolución de Problemas como Investigación (MRPI) y los modelos didácticos. Para ello, se realiza un estudio descriptivo en varias fases. En primer lugar, se elaborarán unos perfiles de los estudiantes de Máster participantes, atendiendo al tipo de reflexiones que focalizan sus análisis sobre la MRPI. En segundo lugar, y recurriendo nuevamente a la Tabla 3, se estudiarán las categorías de análisis donde se presentan diferencias relevantes entre los futuros docentes «tradicionales» y «constructivistas».

### A) Perfiles de los cuatro estudiantes de máster en relación a la MRPI

El cómputo del número de reflexiones sobre la MRPI que los futuros profesores realizan para las dimensiones de “alumno”, “currículo” y “profesor”, tanto en el plano de fortalezas como en el de debilidades, da lugar a los *diagramas radiales* de la Figura 2. Así, de forma muy visual se constata una posición ambivalente respecto a la MRPI por parte de Gustavo y César, los estudiantes vinculados al modelo didáctico tradicional. En cambio, Alba y Diego (asignados al modelo constructivista) centran su análisis en señalar fortalezas de la MRPI.

Si se comienza por señalar las *similitudes* entre estos cuatro estudiantes, conviene destacar que en todos los casos la dimensión sobre la que se realiza un mayor número de aportaciones es la correspondiente al “alumno”. Este hecho es esperable debido a que la premisa de nuestra propuesta para las asignaturas de Didáctica de la Física y de la Química del Máster es que los futuros profesores «vivan en primera persona» las características del aprendizaje a través de la indagación. Por ello, resulta lógico que en este momento de su formación, los futuros docentes centren su análisis en el traslado de sus propias vivencias al caso de los estudiantes de secundaria (Pilitsis y Duncan, 2012). Por el contrario, escasean las reflexiones asociadas a la dimensión del “profesor”, con la salvedad de los casos de Gustavo y Diego.

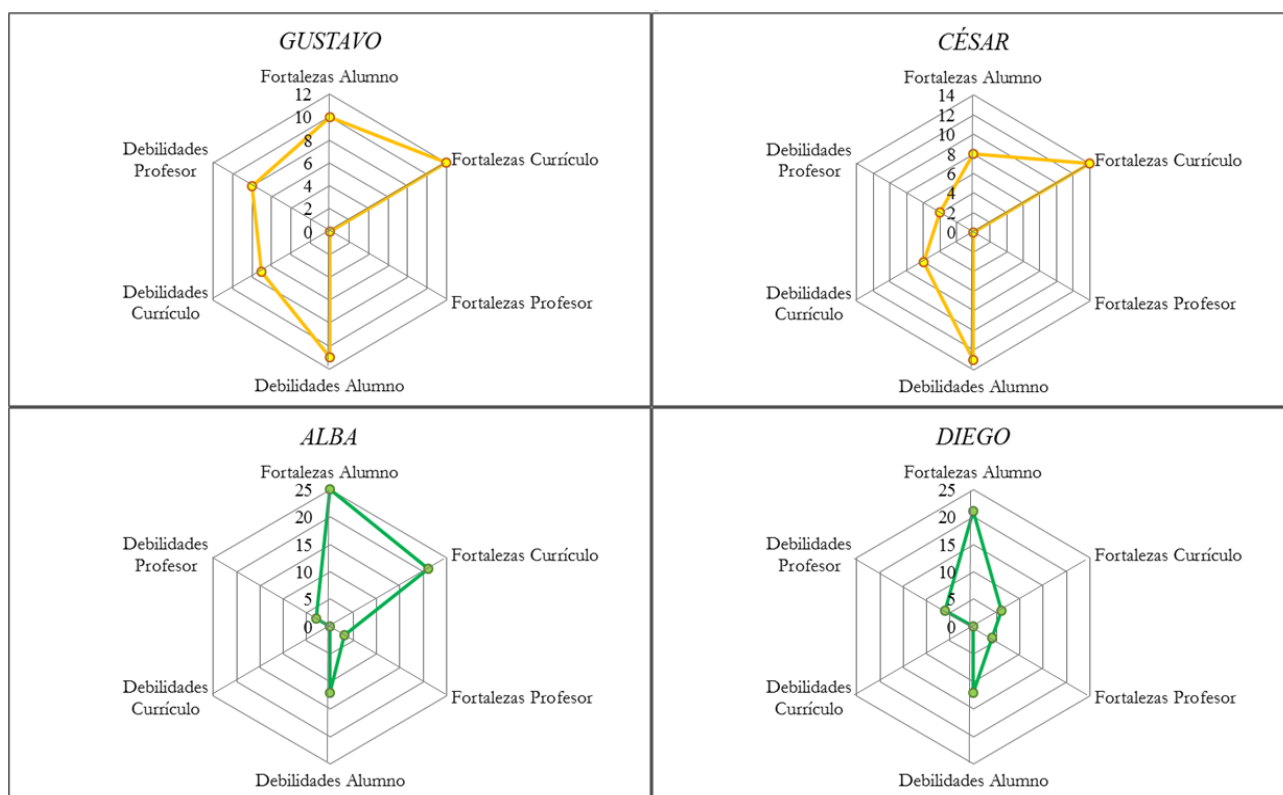


Figura 2. Diagramas radiales para representar los perfiles del futuro profesorado, en función del nº de fortalezas y debilidades que señalan para las dimensiones de “alumno”, “currículo” y “profesor”. Las escalas se señalan en cada uno de los diagramas.

De igual manera, y al margen de que también se señalen debilidades, las reflexiones sobre las «fortalezas curriculares» conforman la categoría mayoritaria en los análisis de Gustavo y César (a pesar de haber sido vinculados al modelo tradicional), y una categoría destacada en los otros dos casos. Este resultado nos indica que, a pesar de las desventajas que los futuros profesores puedan encontrar en la utilización de la indagación, todos ellos parecen ser conscientes de sus ventajas para favorecer la enseñanza de procedimientos de trabajo científico.

Por otra parte, al considerar los dos modelos didácticos asignados a los profesores en formación inicial, se observa que Gustavo y César (modelo tradicional) presentan un perfil muy similar (Figura 2), con la excepción del mayor peso que da Gustavo a las desventajas que le supondría el trabajo con la MRPI en su futuro docente (consumo de tiempo, diseño complejo de las actividades y dificultad para conseguir los objetivos).

En cualquier caso, tanto Gustavo como César conciben una serie de fortalezas curriculares de la MRPI (sobre todo para el aprendizaje de procedimientos) y también debilidades en esta línea (fundamentalmente para el trabajo sobre conceptos). Ambos contemplan una serie de dificultades que les acarrearía el trabajo docente con la MRPI y, finalmente, realizan un buen número de reflexiones sobre la repercusión de esta metodología en el propio alumnado. En este sentido, predominan las valoraciones negativas, como la dificultad de las fases de la MRPI, un sentimiento de “frustración” que podría inhibir el correcto desempeño del alumnado (Mellado, Blanco, Borrachero y Cárdenas, 2012) o la posible “resistencia” del alumnado a este trabajo (Prince y Felder, 2007), aspectos que también vienen recogidos en la literatura sobre la temática.

El perfil de Alba y Diego (los futuros profesores vinculados al modelo constructivista) es notablemente diferente a los anteriores, como se observa en la Figura 2. En estos casos, predominan las aportaciones sobre las ventajas que podría acarrear el trabajo con la MRPI para el “alumnado” (favorecer un aprendizaje persistente y autorreflexivo, promover el interés hacia la Ciencia, etc.). Además, en contraste con los futuros docentes «tradicionales», Alba y Diego sí identifican algunas ventajas que conllevaría el trabajo con la MRPI en su futura labor docente, y no señalan ninguna debilidad curricular de la MRPI. Por último, cabe destacar que la mayor diferencia entre estos dos estudiantes reside en la importancia mayor que Alba otorga en su análisis a la dimensión sobre el “currículo”, mientras que Diego realiza más aportaciones en relación con el “profesor” (indicadores de evaluación, gestión del aula o el tiempo como factor limitante).

## **B) Categorías de reflexión con mayores diferencias según el modelo didáctico**

La Tabla 3 señala una serie de categorías de reflexión en las que, dependiendo del modelo didáctico de los futuros profesores, se detecta un número notablemente diferente de aportaciones. Por ello, en la tabla se destacan con recuadros los casos en que hay una diferencia entre el número de reflexiones igual o superior a 4. Esta disparidad en las creencias se analizará a continuación, organizando la discusión en torno a tres aspectos.

### **Aspecto 1. Aprendizaje de contenidos conceptuales, resolución de ejercicios y persistencia del aprendizaje**

Una de las diferencias más destacables entre los cuatro participantes se corresponde con cómo se trabajan los contenidos conceptuales en la MRPI. La Tabla 3 muestra que mientras Gustavo y César consideran que esta metodología indagativa resulta “insuficiente” para abordar estos contenidos, Alba y Diego manifiestan lo contrario, es decir, que la MRPI promueve el aprendizaje conceptual. A continuación se muestran varios ejemplos de reflexiones por parte de los futuros docentes «tradicionales»:

*“He hecho un par de MRPIs aquí en el Máster, y como alumno... yo pienso que los contenidos teóricos se aprenden mucho mejor si son transmitidos por el profesor, y luego revisados por el estudiante, y estudiados y demás.” (César, Insuficiente para contenidos conceptuales)*

*“Si soy sincero, para el aprendizaje efectivo de conceptos o de qué características tiene cada situación o cada proceso no me parece demasiado útil. Me parece que necesita demasiada explicación alrededor y que al final no tiene por sí mismo el efecto que debería tener.” (Gustavo, Insuficiente para contenidos conceptuales)*

En cambio, las valoraciones por parte de los futuros profesores «constructivistas» fueron del tipo de las siguientes:

*“[La MRPI] también engloba los conocimientos. Es que la MRPI no es cuestión de aprenderse conocimientos, sino aprendérselos y aplicar. O sea, no se les pide que... digamos que escupan los conocimientos, sino que lo que se les pide es que a partir de esos conocimientos... resolver un problema.” (Diego, Aprendizaje de conceptos)*

*“Aunque suene mal decirlo, pero... incluso a mí me han quedado las cosas más claras al hacer la MRPI, y se supone que tengo el máximo grado posible, pero... al ser conceptos como muy básicos que se supone que los tienes muy claros [...] nunca me los había planteado de esa manera, y es como encajar piezas de una manera diferente a como lo has hecho siempre.” (Alba, Aprendizaje de conceptos)*

Estos ejemplos sugieren visiones antagónicas del aprendizaje por parte de los cuatro futuros profesores. Entre los estudiantes asignados al modelo didáctico constructivista, Diego sugiere la importancia de contextualizar los conocimientos científicos en casos prácticos (es decir, en problemas), mientras que Alba describe una visión del aprendizaje en continuo cuestionamiento y modificación (a pesar de ser doctora, su comprensión de determinados aspectos de física y química se ha visto modificada). Por el contrario, las reflexiones de los futuros docentes «tradicionales» parecen asociar los conceptos científicos con verdades objetivas e inmutables que deben ser transmitidas por el profesor (Fernández et al., 2001).

Para profundizar en la visión sobre el aprendizaje escolar de estos estudiantes de Máster, conviene considerar las categorías sobre la resolución de “ejercicios” cerrados y acerca del “aprendizaje persistente” que emergen en las entrevistas. En su análisis sobre la MRPI, Gustavo y César (modelo didáctico tradicional) apuntaron una insuficiencia de esta metodología indagativa para promover la resolución de actividades cerradas de tipo numérico, con aportaciones como las siguientes:

*“[...] al final se dejan muchos flecos sueltos. Es verdad que la profesora dice que al final un alumno que ha aprendido de esta manera luego es capaz de resolver lo que ella llama «ejercicios», que son los que se hacen con calculadora. Bueno, yo pienso que habría que verlo...” (Gustavo, Insuficiente para resolver ejercicios)*

*“De cara a los ejercicios numéricos, que sí que se dejan un poco de lado, me parece que esos tienen que ser como toda la vida, del método tradicional de... transmitidos por el profesor, de que ellos luego miren las fórmulas y los resuelvan en su casa, porque al fin y al cabo en el futuro también lo van a necesitar.” (César, Insuficiente para resolver ejercicios)*

Este tipo de consideraciones por parte de Gustavo y César parecen reflejar el peso de haber vivido el aprendizaje a través de una «cultura escolar tradicional» y una resistencia a abandonarla, aspecto que también describen otros autores (Porlán et al., 2010). Sin embargo, los futuros docentes vinculados al modelo constructivista no realizaron ninguna reflexión en la línea anterior, y en su lugar sí incluyeron menciones como las siguientes respecto a cómo la MRPI promueve un aprendizaje persistente en el tiempo:

*“Muchas veces aprendes las cosas de memoria, «para resolver esto tengo que realizar estos pasos», pero luego dentro de 2 meses... ya no te acuerdas de nada. En cambio, si lo has comprendido y has razonado por qué lo vas a realizar de esa manera y no de otra, eso sí se*

*queda mucho más afianzado interiormente. Entonces, creo que este aprendizaje es más a largo plazo que «el otro».*” (Alba, Aprendizaje persistente)

*“Hay cosas que hice durante la carrera que digo: «ahora mismo sería imposible». Yo recuerdo que hice un reloj digital en la carrera [...] ahora sería absolutamente incapaz de hacerlo, es que no tengo ni idea, no sé [...] y lo aprobé y se me dio bien y todo, pero no me acuerdo. Sin embargo, en la MRPI te tienes que plantear cada paso, es que cada paso lo haces tú.”* (Diego, Aprendizaje persistente)

El conjunto de reflexiones mostradas arroja luz sobre el aspecto posiblemente “clave” que hace que los estudiantes de Máster sean o no proclives a utilizar la indagación en su futuro docente. Los futuros profesores asignados al modelo tradicional asumen el aprendizaje de los conceptos como una transmisión de las ideas que el profesor tiene sobre los mismos, e igualmente se encuentran fuertemente condicionados por el modo en el que aprendieron ciencias en su pasado. En cambio, los futuros docentes constructivistas consideran fundamental que el aprendizaje conceptual se vincule a contextos específicos, y cuestionan el recurrir permanentemente a actividades “tipo receta”, asumiendo que este aprendizaje no perdura en el tiempo. Por todo ello, estos últimos docentes, cuya «complejidad» en la reflexión docente es mayor (Vázquez, Jiménez y Mellado, 2007), contemplan la MRPI como una estrategia metodológica adecuada a su visión educativa.

### **Aspecto 2. Autonomía, autorreflexión e interés hacia la Ciencia**

Una nueva revisión de la Tabla 3 da cuenta de que para las categorías (*fortalezas*) sobre “autonomía” y “autorreflexión”, el número de aportaciones que realizan los futuros docentes «constructivistas» es destacablemente mayor (en cada caso, 9 reflexiones frente a las 4 señaladas por los estudiantes vinculados al modelo tradicional). Asimismo, en sus entrevistas los futuros profesores «tradicionales» no realizan ninguna referencia a la promoción del interés hacia la Ciencia, mientras que Alba y Diego señalan este aspecto en 6 ocasiones. A continuación se muestran algunas de las reflexiones realizadas por los últimos para este conjunto de categorías:

*“[La MRPI] puede hacer que los alumnos tengan mayor interés porque tienen libertad y pueden experimentar, que yo creo que en esas edades se tienen muchas ganas de probar todo y de ver qué ocurre y qué no ocurre. Creo que eso les puede generar... interés el tener esa libertad”* (Alba, Autonomía)

*“Una vez que cojan la dinámica, yo estoy convencido de que van a ser ellos los que me pregunten [...] ellos van a venir a preguntar y a resolver dudas y... esto hace que el alumno sea el protagonista, que no sea el protagonista el profesor.”* (Diego, Autonomía)

*“[La MRPI] tiene como una prioridad de reflexión [...] el por qué vas a hacer esto o, según obtienes un resultado, el por qué has obtenido ese resultado. [...] A mí me pareció muy positiva porque me parece... que hace que reflexiones y te plantees las cosas”* (Alba, Autorreflexión)

*“Algo bueno que existe es que se acostumbrarán a hablar entre ellos sobre temas académicos. Entonces, es fácil que salgan del centro y sigan hablando de estos temas entre ellos, porque están acostumbrados a hacerlo.”* (Diego, Interés hacia la Ciencia)

*“Sobre todo veo como que [la MRPI] acerca... hace que los alumnos lleguen a comprender mejor lo que es la Ciencia y por qué se realiza, y puedan tener mayor interés y ver... toda la parte que yo veo fascinante de la Ciencia.”* (Alba, Interés hacia la Ciencia)

El tipo de análisis realizado por Alba y Diego indica que en sus reflexiones, además de la construcción de conocimientos, cobra fuerza el desarrollo de destrezas metacognitivas (National Research Council, 2000; Hmelo-Silver et al., 2007). Igualmente, los estudiantes «constructivistas» incorporan argumentos actitudinales en su defensa de la MRPI (interés hacia la Ciencia), justificando que la superación

de retos, la posibilidad de disponer de un alto grado de autonomía o de compartir inquietudes entre iguales serían muy bien recibidas por el alumnado de secundaria. En cambio, estos catalizadores del uso de metodologías indagativas no actúan de igual manera en los casos de Gustavo y César (modelo tradicional). Ello podría deberse a un «obstáculo» detectado en la bibliografía sobre la formación del profesorado, que indica que un número de docentes justifica el *interés* del alumnado hacia las materias como un hecho que atañe solo a éstos, obviando las características de la enseñanza por parte del profesor (Vázquez et al., 2010).

### **Aspecto 3. Los objetivos docentes y los destinatarios de la MRPI**

El análisis del porqué de la baja implantación de las metodologías indagativas en las aulas escolares es un aspecto de gran importancia en la investigación en didáctica de las ciencias, y se viene relacionando con una serie de creencias profesionales (Roehrig y Luft, 2004). Entre ellas, se encuentra el suponer su incompatibilidad con los currículos oficiales, el contemplar que dificultan la gestión del aula y la consecución de los objetivos docentes (Marshall y Smart, 2013) o el creer que son válidas solo para alumnos con altas capacidades (Colburn, 2000). Precisamente, este conjunto de creencias es detectado en Gustavo y César, los futuros profesores asignados al modelo didáctico tradicional, con aportaciones como las que siguen:

*“Con la MRPI me parece que al final nunca puedes controlar del todo qué es lo que va a aprender el estudiante.”* (César, Dificultad en la consecución de los objetivos)

*“Lo que pasa es que tampoco creo que sea productivo un guion tan abierto como para que uno no pueda llegar a conclusiones. Y claro, el problema es que en realizar una experiencia se invierte tiempo y se invierte esfuerzo; como para no garantizar unos resultados...”* (Gustavo, Dificultad en la consecución de los objetivos)

*“[El trabajo con la MRPI] yo creo que también depende un poco del grupo, y del aula y del contexto [...] con los malos estudiantes, también es posible que muchos de ellos ante una dificultad añadida [...] al final lo dejen, que «pasen», en plan de que se frustren y no consigan avanzar.”* (César, Para alumnado “bueno”)

En cambio, Alba y Diego no hacen menciones a las categorías de reflexión «dificultad en consecución de objetivos» y «para alumnado bueno», sino que contemplan la MRPI como promotora de los objetivos docentes y del rendimiento del alumnado. En este sentido, algunas de sus reflexiones en las entrevistas fueron las siguientes:

*“[La MRPI] abarca una gran cantidad de parámetros, de indicadores que nos servirían para evaluar. Vamos, es que casi engloba... engloba muchísimos, muchos indicadores.”* (Diego, Engloba indicadores de evaluación)

*“[...] cuando los alumnos se centren en cómo se debe hacer y cuál es el método, yo creo que sí que cumplirán los objetivos, y además los cumplirá la mayoría.”* (Diego, Promueve objetivos docentes)

*“Yo ya cuando hice el Doctorado sí pensaba y analizaba pero... creo que esa componente de reflexión no la tienes haciendo las prácticas convencionales. Entonces, al implementar la MRPI creo que el rendimiento será mayor porque... creo que lo puedes comprender mejor, y ver el sentido mejor que siguiendo una «receta».”* (Alba, Promueve objetivos docentes)

Estas últimas reflexiones apuntan aspectos que la comunidad responsable de la formación del profesorado debería tomar en consideración para promover el uso de los métodos indagativos en los niveles escolares. Por una parte, Diego señala la gran cantidad de indicadores de evaluación que abarca la resolución de este tipo de problemas (Rodríguez-Arteche y Martínez-Aznar, en prensa), una reflexión que habría que promover en el profesorado novel para combatir la creencia generalizada acerca del tiempo elevado que consume la indagación (una visión también presente en nuestra muestra, como ya hemos comentado). Igualmente, Diego señala que la *mayoría* de los estudiantes cumpliría los objetivos docentes (y no solo los “buenos”), un comentario que desgraciadamente no suele ser muy común en el profesorado, a pesar de la existencia de ejemplos de buenas prácticas indagativas en grupos de alumnos que presentan dificultades de aprendizaje (Pavón y Martínez-Aznar, 2014 –para un programa de Diversificación Curricular).

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos sugieren implicaciones de interés para la formación inicial del profesorado de secundaria, y curiosamente parecen reproducir los debates existentes en el área acerca de las cualidades de la indagación (Couso, 2014). En cualquier caso, de acuerdo con nuestra pretensión de favorecer la reflexión acerca de las características del aprendizaje a través de la MRPI (la metodología indagativa considerada), creemos que el hecho de que en los cuatro casos analizados la dimensión mayoritaria en las entrevistas haya sido la correspondiente al “alumno” puede considerarse como positivo. En relación a esto, los futuros profesores realizan aportaciones de carácter emocional, justifican las dificultades que perciben sobre el trabajo con la MRPI e incluso hacen referencia a destrezas metacognitivas. Por ello, al margen de que los estudiantes de Máster sean más o menos proclives a la aplicación de la MRPI en Educación Secundaria, creemos que las reflexiones originadas a partir de su «vivencia» del aprendizaje a través de la indagación serán de utilidad para su labor futura. Igualmente, resulta digno de mención el papel destacado que han jugado en todos sus análisis las aportaciones sobre las «fortalezas curriculares» de la MRPI, en términos de competencias científicas.

Pasando ya a la *1ª pregunta de investigación*, como *fortalezas* consensuadas de la MRPI los futuros profesores han señalado que favorece el aprendizaje de capacidades científicas (que es la categoría con un mayor número de reflexiones, 19), su promoción de una visión actual de la naturaleza de la ciencia, su adecuación en relación con el trabajo cooperativo y, en definitiva, su cualidad motivadora. No obstante, en relación con lo último cabe matizar que Gustavo y César (modelo tradicional) describen esta motivación fundamentalmente en términos de “características lúdicas” y “novedad”, mientras que Alba y Diego (modelo constructivista) incorporan aspectos como el satisfacer la “curiosidad” natural del alumnado, o la gratificación de aplicar habilidades de “razonamiento”. En cuanto a los acuerdos sobre las *debilidades* de la MRPI para su traslado a Secundaria, se ha señalado su dificultad debido a la “apertura” de los problemas (reflexión mayoritaria, con 10 aportaciones), la complejidad de sus procedimientos (emisión de hipótesis, identificación de variables...), la posible resistencia del alumnado al trabajo y la percepción de que consume demasiado tiempo de clase –creencia considerada como uno de los principales «obstáculos» para una adecuada formación del profesorado (Vázquez et al., 2010)–.

Por otra parte, el análisis de las creencias en relación con el modelo didáctico (*2ª pregunta de investigación*) parece indicar la dificultad que puede suponer el asumir este tipo de metodologías indagativas por parte del futuro profesorado con creencias de tipo tradicional más arraigadas (Opfer y Pedder, 2011). En este sentido, Gustavo y César, a pesar de describir toda una serie de «fortalezas» de la MRPI, no consideran que esta metodología indagativa favorezca el aprendizaje conceptual, señalan su inadecuación para promover la resolución de “ejercicios” de tipo numérico y ponen en cuestión su uso en un futuro, señalando que dificultaría la consecución de sus objetivos. Por el contrario, Alba y Diego (modelo constructivista) ponen en valor el que la MRPI favorezca un aprendizaje persistente y significativo, al promover el trabajo sobre conceptos en contextos específicos (problemas). Igualmente, realizan un número notablemente mayor de reflexiones de tipo metacognitivo, y consideran la mejora del interés hacia la Ciencia como algo fundamental (Comisión Europea, 2007), lo que les lleva a señalar que a través de la MRPI una mayoría del alumnado conseguiría los objetivos propuestos.

En todo caso, las ideas aquí recogidas deben contemplarse con cierta precaución. Desde nuestro punto de vista, sería necesario extender este tipo de análisis a un mayor número de futuros profesores. Además, los cuatro estudiantes de Máster de este artículo corresponden a modelos didácticos “extremos”, por lo que en próximos trabajos contemplamos incorporar a futuros docentes situados en modelos “intermedios”. Finalmente, a raíz de los resultados obtenidos consideramos necesario continuar (y difundir)

el desarrollo de materiales para ser abordados con metodologías indagativas en la formación inicial del profesorado, de forma que se consiga superar la «resistencia» de parte de los futuros docentes hacia estos métodos innovadores.

## REFERENCIAS

- Abell, S.K. (2008). Twenty years later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea? *International Journal of Science Education*, 30(10), 1405-1416.
- Colburn, A. (2000). An inquiry primer. *Science Scope*, 23(6), 42-44.
- Comisión Europea (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Bruselas. Recuperado de: [http://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/pdf\\_06/report-rocard-on-science-education\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf), 15 de julio de 2016.
- Couso, D. (2014). *De la moda de "aprender indagando" a la indagación para modelizar: una reflexión crítica*. Actas de los 26 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Huelva: ÁPICE.
- Crujeiras, B., y Jiménez-Aleixandre, M.P. (2015). Desafíos planteados por las actividades abiertas de indagación en el laboratorio: articulación de conocimientos teóricos y prácticos en las prácticas científicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(1), 63-84.
- English, M.C., y Kitsantas, A. (2013). Supporting student self-regulated learning in Problem- and Project-based learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 7(2), 128-150.
- Fernández, J., Elortegui, N., Rodríguez, J.F., y Moreno, T. (2001). *Modelos didácticos y enseñanza de las ciencias*. Tenerife: Centro de la Cultura Popular Canaria.
- Hmelo-Silver, C.E., Duncan, R.G., y Chinn, C.A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 99-107.
- Ibáñez, M.T., y Martínez-Aznar, M.M. (2007). Solving problems in genetics (III): Change in the view of the nature of science. *International Journal of Science Education*, 29(6), 747-769.
- Jiménez-Tenorio, N., y Oliva, J.M. (2016) Aproximación al estudio de las estrategias didácticas en ciencias experimentales en formación inicial del profesorado de Educación Secundaria: descripción de una experiencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 121-136.
- Kvale, S. (2011). *Las entrevistas en Investigación Cualitativa*. Madrid: Morata.
- Lehman, J.D., George, M., Buchanan, P., y Rush, M. (2006). Preparing teachers to use problem-centered inquiry-based science: Lessons from a four-year professional development project. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(1), 76-99.
- Marshall, J.C., y Smart, J.B. (2013). Teachers' transformation to inquiry-based instructional practice. *Creative Education*, 4(2), 132-142.
- Martínez-Aznar, M.M., Martín del Pozo, R., Rodrigo, M., Varela, M.P., Fernández, M.P., y Guerrero, A. (2001). ¿Qué pensamiento profesional y curricular tienen los futuros profesores de ciencias de Secundaria? *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), 67-87.
- Martínez-Aznar, M.M., y Varela, M.P. (2009). La resolución de problemas de energía en la formación inicial de maestros. *Enseñanza de las ciencias*, 27(3), 343-360.
- Martínez-Aznar, M.M., Rodríguez-Arteche, I., y Gómez-Lesarri, P. (En prensa). La resolución de problemas profesionales como referente para la formación inicial del profesorado de física y química. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*.
- Martínez-Chico, M., Jiménez-Liso, M.R., y López-Gay, R. (2015). Efecto de un programa formativo para enseñar ciencias por indagación basada en modelos, en las concepciones didácticas de los futuros maestros. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 149-166.
- Mellado, V., Blanco, L.J., Borrachero, A.B., y Cárdenas, J.A. (2012). *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias y las Matemáticas*. DEPROFE.
- National Research Council (2000). *How people learn: Brain, mind, experience and school*. Washington D.C.: National Academy Press. Recuperado de: <http://www.nap.edu/catalog/9853/how-people-learn-brain-mind-experience-and-school-expanded-edition>, 15 de julio de 2016.
- Opfer, V.D., y Pedder, D. (2011). Conceptualizing teacher professional learning. *Review of Educational Research*, 81(3), 376-407.
- Pavón, F., y Martínez-Aznar, M.M. (2014). La Metodología de Resolución de Problemas como Investigación (MRPI): una propuesta indagativa para desarrollar la competencia científica en alumnos que cursan un programa de diversificación. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 469-492.
- 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), 909-936.
- Porlán, R., Martín del Pozo, R., Rivero, A., Harres, J., Azcárate, P., y Pizzato, M. (2010). El cambio del profesorado de ciencias I: Marco teórico y formativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 31-46.
- Prince, M., y Felder, R. (2007). The many faces of inductive teaching and learning. *Journal of College Science Teaching*, 36(5), 14-20.

- Rodríguez-Arteche, I., y Martínez-Aznar, M.M. (En prensa). Introducing inquiry-based methodologies during initial secondary education teacher training using an open-ended problem about chemical change. *Journal of Chemical Education*.
- Roehrig, G.H., y Luft, J.A. (2004). Constraints experienced by beginning secondary science teachers in implementing scientific inquiry lessons. *International Journal of Science Education*, 26(1), 3-24.
- Vázquez, B., Jiménez, R., y Mellado, V. (2007). La reflexión en profesoras de ciencias experimentales de enseñanza secundaria. Estudio de casos. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(1), 73-90.
- Vázquez, B., Jiménez, R., y Mellado, V. (2010). Los obstáculos para el desarrollo profesional de una profesora de enseñanza secundaria en ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), 417-432.
- Walker, A., y Leary, H. (2009). A problem based learning meta analysis: Differences across problem types, implementation types, disciplines, and assessment levels. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 3(1), 12-43.
- 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), 941-967.

## ANEXO

### **Guion semiestructurado de la entrevista a los futuros profesores de física y química**

1. Desde el punto de vista de futuro profesor, ¿qué ventajas, desventajas, potencialidades, posibilidades de aplicación le ves a la MRPI, la metodología indagativa trabajada en las asignaturas de didáctica?
2. ¿Cómo relacionas la MRPI con el aprendizaje de conocimientos, capacidades y actitudes?
3. ¿Cómo crees que sería la acogida de la MRPI por parte del alumnado de Educación Secundaria?
4. En las asignaturas se han ejemplificado Unidades Didácticas basadas en la resolución de secuencias de problemas abiertos, en grupos cooperativos. ¿Cómo valoras la implementación de este tipo de propuestas en Secundaria?
5. ¿Crees que la MRPI es transferible a otros contextos distintos a los ejemplificados (otras asignaturas, problemas de "lápiz y papel"...)?
6. ¿Qué opinión te merece el que no se utilicen *guiones* en las actividades experimentales?
7. ¿Cómo explicarías el *papel del profesor* durante la MRPI?
8. Supón que tienes que desarrollar en el aula una parte del currículo de física y química. ¿Cómo lo harías? ¿Cómo describirías tu trabajo y el de tus alumnos?
9. Si tuvieras que implementar la MRPI en el aula, ¿te sentirías cómodo?
10. En definitiva, ¿qué papel crees que va a tener la MRPI en tu futuro profesional?