

## Análisis reflexivo de profesores de ciencias de secundaria en formación inicial en torno a diferentes secuencias didácticas

Natalia Jiménez-Tenorio <sup>1</sup>, José María Oliva <sup>2</sup>

*Departamento de Didáctica. Universidad de Cádiz (España).*

<sup>1</sup> natalia.jimenez@uca.es, <sup>2</sup> josemaria.oliva@uca.es

[Recibido en octubre de 2015, aceptado en febrero de 2016]

Se analiza la dinámica de reflexión propiciada en grupos de futuros profesores de Ciencias de la Naturaleza de educación secundaria en un contexto de formación inicial, durante el análisis de secuencias didácticas representativas de distintas tendencias de enseñanza de las ciencias. Las secuencias fueron diseñadas por los formadores para ilustrar estrategias tales como las de “aprendizaje por descubrimiento”, “cambio conceptual”, “enseñanza por investigación en torno a problemas” y “enfoques CTS” (Jiménez-Tenorio y Oliva, 2016). Concretamente, se describen las percepciones mostradas en torno a ellas y sus comparaciones. Las dimensiones contempladas para el análisis de las secuencias fueron: la actividad e iniciativa concedida al estudiante, el papel de las preguntas como organizadores del discurso, el rol asignado a las concepciones del alumnado, los procesos e imágenes de la ciencia promovidos, y las conexiones con la vida diaria, entre otros. Los resultados mostraron percepciones sobre las estrategias muy próximas a la intencionalidad didáctica prevista por el formador al diseñar las mismas, lo que sugiere la potencialidad de la actividad planteada como recurso para la formación inicial, y evidencia un aceptable desempeño de los participantes en su realización.

**Palabras claves:** enseñanza de las ciencias; estrategias didácticas; formación del profesorado de educación secundaria; recursos en formación docente; secuencias didácticas.

### Reflective analysis of secondary science teachers in initial formation around different didactic sequences

In this article the dynamics of reflection brought about in groups of future secondary education teachers of Natural Sciences in the context of initial training is analysed. These students discussed didactic sequences representing different trends in science education. The sequences were designed by the professor to illustrate strategies such as "discovery learning", "conceptual change", "research teaching by setting problems" and "CTS approaches" (Jiménez-Tenorio y Oliva, 2016). In particular, perceptions displayed around them and their comparisons are described. The aspects considered for sequence analysis were: the activity and initiative granted to the student, the role of the questions as organizers of the activity, the role assigned to the students' conceptions, transmitted processes and images of science, and connections with daily life, among others. The results showed the perceptions of students about the strategies, were much closer to the didactic intention expected by the professor when the strategies were designed. This reflects the potential of the activity posed as a resource for initial training, and shows an acceptable performance of the participants in its realization.

**Keywords:** science teaching, didactic strategies, training of secondary school teachers, resource for teachers, didactic sequence.

**Para citar este artículo:** Jiménez-Tenorio, N. y Oliva, J.M<sup>a</sup> (2016). Análisis reflexivo de profesores de ciencias de secundaria en formación inicial en torno a diferentes secuencias didácticas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13 (2), 423-439. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/18298>

## Introducción

La formación del profesorado de secundaria en España ha tenido un punto de inflexión a finales de la pasada década con la implantación del Máster de Educación Secundaria (MAES) (Pontes, García-Molina y Oliva, 2013). Dicho cambio ha proporcionado un nuevo marco para la formación inicial, abriendo la puerta a posibles mejoras futuras en la práctica docente en dicha etapa educativa, de la mano de una mejor formación de los nuevos profesionales que se incorporan a la docencia.

Sin embargo, se detecta todavía un limitado grado de discusión en la literatura sobre metodologías docentes y recursos formativos para la formación del profesorado de secundaria, incluido en el ámbito de las ciencias experimentales, y una escasa presencia de publicaciones que muestren los resultados de investigaciones realizadas en el aula de formación. Se constatan, por ejemplo, muy pocas publicaciones que difundan y/o evalúen tareas o actividades concretas dirigidas a la formación docente, y que analicen la manera en la que los futuros docentes interaccionan con el formador y con las actividades formativas, dando o no sentido a los contenidos de referencia de la formación.

Este trabajo es continuación de otro anterior en el que se describía y justificaba una actividad dirigida a la formación inicial del profesorado de secundaria, para el abordaje del tema de las estrategias didácticas en la enseñanza de las ciencias experimentales (Jiménez-Tenorio y Oliva, 2016). La actividad consistía en el análisis de secuencias didácticas en torno a diversas temáticas del currículum de ciencias (Jiménez-Tenorio y Oliva, 2016). Cada una de las secuencias respondía a una estrategia distinta dentro del repertorio habitual de propuestas planteadas desde la didáctica de las ciencias experimentales: A) enseñanza por descubrimiento, B) cambio conceptual, C) investigación en torno a problemas, y D) investigación con enfoque CTS (Ciencia-Tecnología-Sociedad). Los criterios para diseñar cada secuencia se expusieron en la primera parte del trabajo (Jiménez-Tenorio y Oliva, 2016).

En este artículo se describe la dinámica reflexiva propiciada por esta actividad en profesores de Ciencias de la Naturaleza en formación inicial, para lo cual se describen sus percepciones y juicios de valor en torno a cada una de las secuencias presentadas, de acuerdo a un guion de análisis facilitado.

Los fundamentos de este trabajo fueron expuestos en el estudio anterior ya citado, en el que ya nos pronunciamos en cuanto a nuestra adhesión al marco socio-constructivista en educación (Jiménez-Tenorio y Oliva, 2016), asumiendo un isomorfismo entre las metodologías y estrategias de enseñanza de las ciencias a emplear con niños y adolescentes y las dirigidas a la formación de sus profesores (Azcárate, Cuesta, Navarrete y Cardeñoso, 1994). De ahí, como decíamos entonces, la necesidad de establecer puentes entre las concepciones y prácticas de los docentes y las que se proponen desde la formación (Perrenoud, 2007), para lo que es preciso contar con enfoques reflexivos sobre la naturaleza de los procesos educativos y los problemas de la enseñanza encontrados en la práctica docente (Schön, 1992; Hewson, 1993; Abell, Bryan y Anderson, 1998).

Desde estos planteamientos, el conocimiento sobre qué ocurre en las aulas de formación y sobre cuál es el nivel de éxito de las actividades y discusiones planteadas, pasa por conocer las respuestas que los futuros docentes expresan *in situ* ante las actividades o problemas didácticos propuestos, y cuáles son también las dificultades que surgen en ese contexto. De este modo, las respuestas que los futuros docentes aportan en las actividades al uso, constituyen un foco de contraste de las hipótesis de trabajo formuladas por el formador cuando diseña y planifica sus actividades. Con ellas, sería posible constatar hasta qué punto las actividades de aprendizaje planteadas y los recursos que las acompañan, ofrecen un marco útil para el debate, la discusión y el pensamiento crítico, y en qué medida los mensajes previstos por el formador resultan coherentes con los percibidos por éstos.

En consecuencia, las percepciones y respuestas de los futuros profesores ante este tipo de tareas y situaciones pueden servir, de un lado, para evaluar el alcance de sus ideas y, con ello, del impacto de la formación recibida anteriormente, y de otro para documentar evidencias sobre la oportunidad y viabilidad de la misma. Se trata con ello de realizar un estudio sobre concepciones de los docentes (Pontes, Serrano y Poyato, 2013; Solís, Porlán, Rivero y Martín del Pozo, 2012; Solís, Porlán y Rivero, 2013), pero mediadas éstas por la mirada crítica con

que abordan realidades concretas, como las que se plantea a partir de estudios de casos, tareas de diseño o, simplemente, propuestas concretas presentadas para el aula ciencias. En este sentido, contamos ya con algunos referentes publicados en estas mismas páginas de la revista (García-Carmona, 2013; Astudillo, Rivarosa y Ortiz, 2014; Godoy, Segarra y Di Mauro, 2014).

## Propósitos y diseño del estudio

El propósito de este estudio es analizar la fertilidad de la actividad planteada desde la perspectiva de lo que, entendemos, debe ser un contexto rico y reflexivo para el abordaje del tema de las estrategias didácticas en la enseñanza de las ciencias. Concretamente, el referente de valoración fueron las percepciones y juicios de valor que manifestaron los participantes ante las distintas secuencias didácticas analizadas. Se trataba, por un lado, de indagar en torno a los posicionamientos y argumentos críticos aportados para cada caso analizado, en un momento en el que el alumnado había tenido ya un primer contacto con la actividad docente en sus prácticas en los centros, y disponían también de algunas herramientas teóricas a partir de las cuales interpretar y dar un sentido al marco constructivista. Y, por otro lado, se pretendía además evaluar la proyección y el alcance de la propia actividad propuesta para ello, comprobando si serviría como ocasión para abordar la identificación y diferenciación de las distintas estrategias propuestas. Todo ello en un clima de trabajo reflexivo y participativo.

Más concretamente, se plantearon las siguientes cuestiones a responder:

1. Hasta qué punto la actividad serviría para promover un foro de discusión en el aula que propiciara la identificación y diferenciación de los rasgos y características de distintas estrategias didáctica.
2. Hasta qué punto los futuros docentes serían capaces de identificar adecuadamente esos rasgos en cada caso.
3. En qué medida podrían llegar a diferenciar unas estrategias de otras a través de la comparación de rasgos en distintas dimensiones aportadas.
4. Si serían o no capaces de argumentar en torno a cada una de estas estrategias desde una posición crítica, manifestándose partidarios o contrarios a algunas de ellas.

La actividad objeto de estudio consistía en la caracterización por parte de los alumnos de cada una de las cuatro secuencias presentadas, para lo que se contaba con un guion de análisis (Jiménez-Tenorio y Oliva, 2016). Dicho guion contemplaba diversas dimensiones, como el grado de actividad y participación concedido al alumno, el grado de creatividad demandado, el carácter o no problemático, el papel concedido a las concepciones del alumnado, el tipo de contenidos y propósitos planteados, o el tema específico del currículum implicado.

La actividad fue implementada en el aula de formación con una muestra de futuros profesores de educación secundaria de especialidades de ciencias experimentales (Física y Química, y Biología y Geología). Las cuatro secuencias que integraban la actividad fueron diseñadas en dos versiones según fueran la especialidad a la que iba dirigida y cuyas sesiones fueron impartidas por los autores del trabajo, uno en cada especialidad.

En la actividad participaron dos grupos-clase íntegros del MAES de la Universidad de Cádiz, uno de la especialidad de “Física y Química” (FyQ) (12 mujeres y 6 hombres) y otro de la de “Biología y Geología” (ByG) (15 mujeres y 3 hombres). En total eran 36 licenciados o graduados en carreras científicas, concretamente de las titulaciones de Química (10), Biología (9), Ciencias Ambientales (5), Ciencias del Mar (3), Ingeniería Química (2), Física (2), Bioquímica (2), Farmacia (1), Óptica (1) y Veterinaria (1). Los alumnos trabajaron en grupos

cooperativos de 3 alumnos en la especialidad de Física y Química, y de 4 o 5 en la de Biología y Geología, integrando un total de 10 grupos, 6 en el primer caso y 4 en el segundo.

Los participantes leyeron individualmente primero los cuatro casos presentados, así como las preguntas formuladas en torno a ellos, pasando en segundo lugar a responder las cuestiones en el seno de los pequeños grupos constituidos. En esta fase se produjeron intercambios, discusiones y debates de gran interés, hasta llegar a consensos que finalmente pasaban a registrar en los respectivos portafolios. Posteriormente, para cerrar la sesión se llevó a cabo una puesta en común tras la cual el docente formador realizó una síntesis de las características de las respectivas estrategias involucradas en los casos. Ello sirvió, además, como ocasión para mostrar otras estrategias didácticas adicionales, dirigidas a superar ventajas y limitaciones de las presentadas a través de una perspectiva integradora.

Los instrumentos de recogida de información fueron el portafolio de grupo, en el que los miembros de cada uno registraban las respuestas y comentarios a cada una de las actividades planteadas en la sesión, así como, en su caso, el resultado de las discusiones y conclusiones generadas en su seno. Como fuente complementaria se recurrió también al cuaderno de notas del profesor en el que éste registraba ideas aportadas por los portavoces de los grupos y algunas discusiones y debates espontáneos originados durante la fase de puesta en común en gran grupo.

Para más detalles sobre el contexto en el que se desarrolló la actividad y sobre los contenidos que los alumnos habían abordado previamente, puede consultarse la primera parte del trabajo (Jiménez-Tenorio y Oliva, 2016).

## Resultados

A la hora de presentar los resultados, seguiremos un guión análogo a la secuencia de cuestiones planteadas en la actividad propuesta a los alumnos, en algunos casos agrupando los resultados de más de una cuestión. Antes de pasar a la presentación de los mismos, conviene advertir al lector que, continuamente a lo largo del discurso, se hará referencia a las diferentes secuencias empleando las siglas A, B, C y D que titulan las mismas (Jiménez-Tenorio y Oliva, 2016). Conviene, por ello, no perder de vista en cada caso cuál es la estrategia didáctica que orienta cada secuencia, ya que ello es clave para contextualizar los datos e interpretar el grado de aproximación de las percepciones del alumnado a la intencionalidad didáctica del docente:

- Secuencia A: enseñanza por descubrimiento.
- Secuencia B: enseñanza por cambio conceptual.
- Secuencias C: enseñanza por investigación en torno a problemas.
- Secuencia D: enseñanza por investigación ante un problema abierto con orientación CTS.

### Percepciones sobre el grado implicación y de iniciativa demandada

La mayoría de grupos reconocieron el papel activo concedido al estudiante en todas las secuencias, si bien se detectaron diferencias en el tipo de implicación exigida y, más aún, en el grado de iniciativa y creatividad que se buscaba.

Así, en términos globales se consideraba que el grado de actividad era superior en la secuencia B que en la A, y que era superior también en las dos secuencias que adoptaban como referencia estrategias de “de investigación en torno a problemas” (C y D). Las razones esgrimidas hacían referencia a variaciones en el rol del alumnado en uno y otro caso. Así, en la

secuencia A se atribuía al estudiante una función esencialmente manipulativa (“física”) mientras que en los casos de enseñanza por investigación se percibía también una implicación cognitiva (“intelectual”) por parte del alumnado. La enseñanza por cambio conceptual se veía como un caso intermedio entre los otros.

“...[el caso A] fundamentalmente tiene un planteamiento activo físico, ya que debe seguir los pasos de un guión... [el caso B] también tiene un planteamiento activo físico, pero con más implicación intelectual que en el caso anterior...[el caso C y en el D] es activo tanto física como intelectualmente, ya que debe el alumno, por sí mismo, plantear el montaje y resolver distintas cuestiones” (Grupo 5, FyQ).

Algo similar se pudo apreciar al comparar el grado de iniciativa y creatividad demandada, aspecto en el que también la secuencia B era percibida superior a la A, mientras que las secuencias C y D lo eran igualmente por encima de las demás:

“El grado de iniciativa y creatividad va avanzando conforme avanzamos en la secuencia de casos siendo el [caso] A un caso en el que no se presenta ninguna iniciativa o creatividad y el [caso] D en el que más creatividad se necesita por parte del alumno” (Grupo 4, ByG).

Sin embargo, no parece que hubiera un consenso a la hora de comparar el grado de iniciativa y creatividad exigida en las secuencias C y D. Así, en algunos grupos de ambas especialidades no se establecían diferencias explícitas declaradas:

“En el A apenas se demanda iniciativa y creatividad. El B exige un poco más de iniciativa que en la anterior. El C en cambio exige bastante más iniciativa. Al igual que en el caso C, en el D también se demanda que el alumno sea creativo ya que se trata de un problema abierto” (Grupo 5, FyQ).

Mientras que en otros grupos sí se apreciaban diferencias, aunque no siempre en el mismo sentido, considerándose en unos casos la secuencia C como la que exige un desempeño más creativo, mientras que en otros se valoraba especialmente la secuencia D:

“Caso A nula [iniciativa y creatividad]. Caso B creatividad limitada ya que el alumno debe realizar una experimentación establecida para desarrollar las cuestiones planteadas. Caso C creatividad media-alta. El alumno valora un conjunto de posibilidades y selecciona aquella que considera adecuada. Caso D es el que más fomenta la creatividad, ya que el alumno es el que decide lo que quiere investigar y el profesor simplemente le da una guía” (Grupo 1, ByG).

En estas y en otras respuestas, se vislumbran criterios bastante apropiados a la hora de realizar el análisis propuesto, como ocurre con el sentido que se otorga a la idea de problema, más allá de lo que son los ejercicios numéricos habituales, el papel otorgado al diseño de investigación, o la importancia concedida a los procesos de toma de decisiones en la secuencia D.

Junto a estos aspectos positivos podemos destacar algunos que no lo son tanto, como es que se subestimaran las demandas exigidas por las secuencias de enseñanza “por descubrimiento”:

“El alumno no tiene un papel activo, se limita a seguir el protocolo” (Grupo 2, ByG).

En este sentido conviene matizar que, aun cuando es verdad que la referida secuencia se ajusta en esencia al seguimiento de un conjunto de instrucciones, realmente no pensamos que la enseñanza por descubrimiento exija solamente una participación manipulativa en las actividades. En efecto, las preguntas que se van planteando en la secuencia no sólo persiguen

la ejecución del plan proporcionado, sino también la formulación de inferencias y conclusiones, lo cual implica sin duda altas demandas cognitivas. Queda patente que esta faceta de la enseñanza “por descubrimiento” no ha llegado a ser captada por los participantes.

### Percepciones sobre las preguntas e interrogantes que guían las secuencias

La mayoría de los grupos consideraban que las preguntas deberían formularse tanto al principio como al final de la secuencia; al comenzar como forma de explorar las concepciones iniciales del alumnado y al finalizar para evaluar posibles cambios:

“Nuestra opinión es que lo mejor es que [las preguntas] se planteen al principio y al final, para indagar sobre las ideas previas y tratar de vencer las ideas alternativas y suscitar la reflexión” (Grupo 1, FyQ).

No obstante, en dos de ellos, se manifiesta la conveniencia de plantear preguntas también a lo largo de la secuencia:

“...También pensamos que sería bueno hacer preguntas a lo largo de todo el proceso para establecer un feed-back entre profesorado-alumno ya que esto favorecería el aprendizaje” (Grupo 3, ByG).

Asimismo apreciamos un cierto déficit en las razones que justifican las preguntas iniciales, al percibirse solo como ocasión para un diagnóstico inicial sobre lo que saben los alumnos, pero no como oportunidad para sensibilizar al alumnado sobre el tema, justificar la importancia de los contenidos a impartir y como oportunidad para focalizar la atención hacia los aspectos más relevantes a abordar.

Al valorar la presencia de interrogantes en cada una de las secuencias, se aprecian diferencias sustanciales en función de los casos, sobre todo al comparar la secuencia A con las demás (Figura 1). Mientras en el resto de secuencias (B, C y D) se dice que predominan las preguntas al principio y al final de la secuencia, aunque también se detectan algunas intercaladas a lo largo de la misma, se considera que en la A se plantean solo a lo largo de la experiencia y fundamentalmente al final.

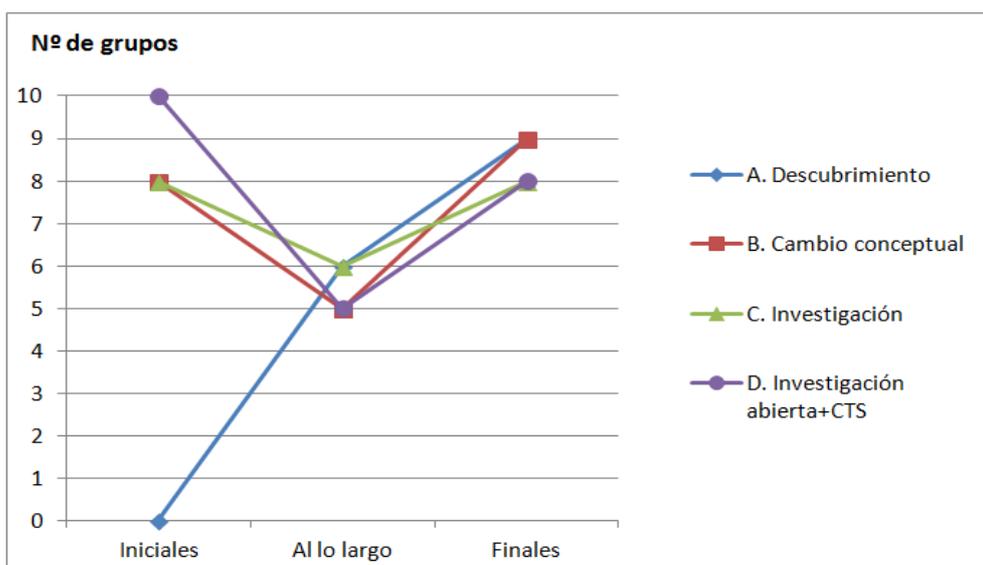


Figura 1. Identificación de preguntas en las secuencias por parte de los diversos grupos.

Aunque en sentido estricto, incluso en el caso A –al menos en ByG- se incluyen preguntas en los enunciados al principio de la secuencia. Al parecer éstas no eran percibidas como tales por

los participantes, probablemente porque no se correspondían con grandes interrogantes que dieran sentido a la secuencia en su conjunto, sino que eran de carácter descriptivo e iban siendo a resultas de tareas manipulativas previamente encomendadas.

### **Papel concedido a las concepciones de los alumnos**

Al valorar el papel de las concepciones iniciales de los alumnos sobre los fenómenos manejados en la secuencia A, nueve de los diez grupos consideraban que no se adoptaban como referente.

En el caso de la secuencia B, los diez grupos coincidieron en identificar como propósito de la misma el cambio de la idea de partida del alumno hacia otra más adecuada desde el punto de vista científico.

“Considera las ideas del alumnado para ver si son o no correctas y posteriormente a la realización de la experiencia las retoma para que el sujeto sea consciente de cómo han evolucionado sus ideas” (Grupo 3, ByG).

De este modo, por ejemplo, los grupos de la especialidad de Física y Química identificaban como concepción de partida la idea de otorgar al peso de un sólido el aumento de nivel del agua del líquido en el que se sumerge, apreciando que las situaciones planteadas contribuirán a crear situaciones de conflicto cognitivo:

“Se tienen en cuenta las concepciones alternativas contradictorias con el punto de vista científico, ya que la mayoría tiene la idea de que el responsable del aumento del volumen de agua depende del peso ... Al realizar la actividad puede darse cuenta que lo que afecta es el volumen” (Grupo 6, FyQ).

Parece, pues, que los participantes captaban bien la esencia de esta secuencia, dirigida a ocasionar un cambio en las concepciones iniciales. No obstante, en algunos casos el proceso de cambio se interpretaba desde planteamientos esencialmente positivista, en el sentido de considerar las nuevas ideas como “correctas”, frente a las que traen de partida que serían las “erróneas”:

“Se tienen en cuenta las ideas previas y lo que se pretende es que lleguen a comprender la idea correcta... ya que el alumno tiene la idea previa de que el volumen desalojado depende del peso” (Grupo 5, FyQ).

Esto pone de manifiesto dificultades en el avance de esas visiones epistemológicas que suelen traer los futuros docentes de secundaria, hacia visiones más complejas y relativistas como las que están en la base de los planteamientos más genuinamente constructivistas. Desde estas otras posiciones, resulta poco adecuado incurrir en la dicotomía de respuestas “erróneas” *versus* “correctas”, por cuanto ello supone admitir que existen verdades absolutas a la espera de ser descubiertas, sin tener en cuenta que cualquier idea puede evolucionar con el tiempo.

En el caso de la secuencia C se apreciaron variaciones importantes en la forma de interpretar la experiencia implicada. Para tres de los grupos, las ideas de los alumnos no constituían un factor importante que se tuviera en cuenta a lo largo de la secuencia, al no percibirse que existieran concepciones iniciales inadecuadas sino, en todo caso, vacíos conceptuales que la experiencia intentaría llenar:

“No creemos que en la experiencia interfieran concepciones erróneas que el alumno pueda tener. En todo caso, hay cosas que desconoce y, precisamente, la experiencia lo que pretende es completar lo que no saben” (Grupo 2, FyQ).

Mientras tanto, para otros grupos, la secuencia serviría como ocasión para reforzar nociones estudiadas previamente, aunque sin descartar que pudiera servir además para cambiar concepciones “erróneas” si la experiencia se plantea antes:

“Si se realiza después de dar la ley de Hooke, refuerzas los contenidos aprendidos. Si se da antes, puede servir para cambiar concepciones erróneas...por ejemplo, creando un conflicto entre peso y masa” (Grupo 6, FyQ).

Finalmente, para otros grupos la secuencia planteada podría tener un carácter ambivalente, percibiéndose no sólo como oportunidad para reforzar aprendizajes previos, sino también para cambiar concepciones inadecuadas y, más allá de ello, como ocasión para “retomar” o “reforzar” ideas que los alumnos ya tendrían inicialmente:

“Se trata aquí de retomar y reforzar ideas adecuadas o para desmontar ideas erróneas en torno a los factores del estiramiento...Por ejemplo se retoman ideas sobre cosas que conocen, como que algo elástico se estira cuando se ejerce una fuerza, tanto más cuanto mayor es esa fuerza...Pero también pueden servir para ayudar a desmontar ideas como que un objeto pequeño, pero más denso, provoque mayor estiramiento que otro más grande y menos denso” (Grupo 1, FyQ).

Algo parecido ocurre en la secuencia D, en la que la mayoría de grupos que aludían al papel de las ideas de los alumnos en su desarrollo, o bien no veían conexión alguna con posibles concepciones previas del alumnado en ciencias o bien consideraban que, de existir concepciones de referencia, éstas serían erróneas siendo el objetivo provocar una situación de conflicto conceptual:

“...puede ser que la secuencia vaya destinada a incidir en la idea común que se tienen las personas de que lo más caro siempre es mejor” (Grupo 2, FyQ).

“La ruptura con las concepciones iniciales por conflicto conceptual se presentan sólo en los casos B y D” (Grupo 4, ByG).

Sólo un grupo de los diez contempla como posibilidad que los alumnos puedan traer ideas previas útiles necesarias para el desarrollo de la experiencia:

“Probablemente tengan ideas previas pero no alternativas, por lo que el objetivo nada tiene que ver con intentar cambiarlas” (Grupo 5, FyQ).

En conclusión, puede decirse que los alumnos captaban bien la ausencia de atención prestada por la secuencia A las concepciones iniciales del alumnado. También percibían razonablemente bien el papel de las concepciones alternativas y el conflicto conceptual en la secuencia B. Pero en cambio no parecían que llegaran a captar suficientemente el papel atribuido a las concepciones iniciales por las secuencias C y D, ya que no eran capaces de identificar su función como organizadores previos del aprendizaje en aquellos casos en los que las éstas no eran contradictorias con el punto de vista escolar, sino posible punto de partida para la formulación de hipótesis útiles para el diseño experimental de las investigaciones.

### **Procedimientos trabajados e imagen de la ciencia transmitida**

En la secuencia A, las percepciones manifestadas por los diversos grupos fueron parciales y poco explícitas. No obstante, la tendencia era la de considerar que la secuencia serviría fundamentalmente para desarrollar solamente habilidades manipulativas:

“...la de técnico de laboratorio [solo] seguir un guion” (Grupo 1, ByG).

Otros grupos, aun cuando coincidían básicamente en el diagnóstico, mostraban una percepción más optimista, destacando además destrezas relacionadas con el análisis de datos y la formulación de conclusiones:

“No se pone énfasis [en los procesos de investigación científica] ya que se les dice los pasos que han de seguir. En todo caso se desarrollan destrezas de manipulación y de análisis de resultados” (Grupo 5, FyQ).

“Análisis e interpretación de gráficas y elaboración de conclusiones” (Grupo 2, ByG).

Sólo uno de los grupos, con todas sus limitaciones, creía ver en las pautas a seguir por los alumnos las fases del trabajo experimental, o como ellos preferían denominarlo, del “método científico”:

“No se deja espacio para la iniciativa del alumno pero sí se presenta el proceder del método científico” (Grupo 3, FyQ).

Por otro lado, desde el punto de vista de la imagen de ciencia transmitida, una parte de los grupos manifestaba una imagen excesivamente empirista, basada en inferencias directas a partir de la observación de experiencias propuestas por el profesor. Otros grupos preferían, en cambio, dirigir su crítica al carácter cerrado que ofrece la secuencia, en esencia preocupada solamente por aportar evidencias de verdades absolutas:

“Transmite una imagen totalmente empirista ya que los alumnos se limitan a observar lo que ocurre en los experimentos propuestos” (Grupo 4, FyQ).

“La secuencia da a pensar que la ciencia es un campo de conocimiento cerrado y que se basa en verdades absolutas” (Grupo 2, ByG).

Al igual que en la secuencia A, también en la secuencia B las respuestas aportadas fueron escuetas y parciales. No obstante, en este caso, parece que se valoraba más la aportación de la secuencia al desarrollo de procedimientos investigativos. Así, se concede cierto peso a la observación, a la formulación de hipótesis y al análisis de datos:

“Se fomenta la investigación mediante la observación y el razonamiento” (Grupo 1, ByG).

“Le dan todos los pasos a seguir, pero se pone énfasis en observar el fenómeno, en resolver el conflicto y en la formulación de hipótesis” (Grupo 5, FyQ).

De todos modos, a pesar de esta mayor versatilidad en las habilidades y destrezas propiciadas, se sigue valorando como una actividad muy dirigida y basada en los resultados de observaciones sugeridas por el profesor. Por ello, resulta en cierto modo normal que la mayoría de grupos percibieran esta secuencia como una estructura muy cerrada, y que se llegara a otorgar a veces connotaciones positivistas, a la hora de expresar la visión de ciencia que transmitían:

“... la experiencia sigue siendo demasiado dirigida con lo que tampoco queda muy claro que los alumnos investiguen o hagan ciencia, pero al menos todo gira en torno a una pregunta o problema inicial” (Grupo 5, FyQ).

“Veo que tiene un enfoque muy positivista ya que va dirigida a la extracción de una única conclusión” (Grupo 4 FyQ).

A pesar de todo, algunos grupos incluían matizaciones en línea de considerar un cierto mayor grado de apertura en relación a la secuencia A:

“No se plantea una ciencia tan cerrada como en el caso anterior [se refiere a la secuencia A]” (Grupo 2, ByG).

En la secuencia C todos los grupos destacaron el aporte en el plano procedimental que ofrecía dicha secuencia C e incidieron en su capacidad para visibilizar la contrastación de hipótesis y la resolución de problemas como bases esenciales del trabajo científico:

“Se tiene que investigar y, a partir de esto, diseñar y realizar su propio experimento. El alumno debe desarrollar la metodología para comprobar la hipótesis inicial” (Grupo 1, ByG).

Por tanto, parece que los participantes identificaban claramente la presencia de las fases y características del trabajo científico. Por ello resulta lógico que la mayoría de grupos creyeran que la secuencia proporcionaba una visión de la ciencia más adecuada que en los casos anteriores:

“El caso C contribuye a una adecuada visión de la ciencia, puesto que induce a la investigación” (Grupo 4, ByG).

“Se les muestra el trabajo del método científico y esta imagen de la ciencia” (Grupo 2, ByG).

Entre los matices aportados se cifra la percepción de que se trata de una secuencia excesivamente estructurada (“pautada”), al venir ya el problema planteado, por lo que la destreza de formularlo no estaría dentro de las que contribuiría a desarrollar.

Finalmente, en la secuencia D, se hacen apreciaciones similares a las de secuencia anterior. No obstante, tres de los grupos identificaban en esta experiencia algunas de las características de una actividad abierta, debido a las demandas exigidas a la hora de definir el problema, seleccionar las variables a tener en cuenta, formular hipótesis, buscar información, elaborar el diseño o argumentar en torno a los resultados obtenidos:

“Gran desarrollo de la autonomía y la iniciativa. El alumno, dentro de su campo, desarrollaba su investigación. El profesor coopera con el alumno” (Grupo 1, ByG).

“Los alumnos aprenden habilidades y destrezas relacionadas con la investigación científica, pero además han de elegir también los materiales con los que resolverán el problema, el cual deben definir ellos mismos” (Grupo 6, FyQ).

Desde el punto de vista de la imagen de la ciencia aportada, ésta fue sin duda la secuencia mejor valorada, en el sentido de reconocer una ciencia más abierta y ofrecer una perspectiva más amplia y equilibrada:

“Aporta una visión práctica y pragmática de la ciencia, ya que está dirigida a resolver un problema de la vida cotidiana” (Grupo 4, FyQ).

“Da la idea de ciencia no acabada, en continua construcción y que el sujeto puede intervenir de forma autónoma en su construcción” (Grupo 3, ByG).

Puede decirse, por tanto, que esta secuencia fue bastante bien comprendida por la mitad de los grupos, si bien la otra mitad no dio indicios suficientes de diferenciarla respecto a la C.

En conclusión, los grupos en su conjunto aportaban rasgos y características que permitían diferenciar, dentro de ciertos límites, las cuatro secuencias didácticas desde el punto de vista de las destrezas y habilidades demandadas y de la imagen de ciencia transmitida.

### **Conexiones con la vida cotidiana y la competencia ciudadana, y con planteamientos interdisciplinarios y transversales**

La mayoría de grupos consideraban que la secuencia A no se vinculaba, al menos de forma explícita y clara, con situaciones de interés para la vida cotidiana, y que tampoco conectaba

con aprendizajes necesarios para la competencia ciudadana. No obstante, puntualmente, algún que otro grupo sí establecía vínculos de este tipo, aunque para ello iban más allá del contexto en el que se planteaba la experiencia:

“No presenta situaciones de la vida cotidiana, ni para desarrollar la competencia ciudadana o aprender a desenvolverse en la vida diaria” (Grupo 1, FyQ).

“No aparece de forma explícita en el texto pero se puede relacionar con hechos de la vida cotidiana como el funcionamiento de las tuberías” (Grupo 6, FyQ).

Por otro lado, en la especialidad de Física y Química ninguno de los grupos percibió que dicha secuencia mostrara lazos interdisciplinarios o transversales, y mucho menos que presentaran implicaciones relevantes para la formación ciudadana. En este sentido, llama la atención que ninguno de los grupos de dicha especialidad llegara a captar que el uso de representaciones gráficas constituye una forma de trabajar la competencia matemática.

En cambio, en la especialidad de Biología y Geología sí se apreciaron relaciones entre biología y matemáticas en todos los grupos:

“Es interdisciplinar porque se habla de la biología de las levaduras y de las matemáticas” (Grupo 1, ByG).

En el caso de la secuencia B se reconocía en ambas especialidades que los fenómenos involucrados en las experiencias respondían a temáticas que tienen que ver con fenómenos familiares, aunque también se aludía a que la forma en que se planteaba el problema no respondía a un contexto de interés para la vida cotidiana:

“Aunque el fenómeno tiene una clara relación con muchas experiencias de la vida diaria, como introducir alimentos en agua cuando hierve o, como dice una de las actividades propuestas, sumergirnos en una bañera, la idea central de la experiencia no se plantea en situaciones de este tipo, sino en un contexto alejado de la vida real” (Grupo 6, FyQ).

Tampoco se percibió en ningún momento que la experiencia narrada pudiera suscitar un interés especial para la formación ciudadana, en ninguna de las dos especialidades.

Sin embargo, se apreciaron diferencias en las sensibilidades de los participantes de ambas especialidades a la hora de valorar conexiones interdisciplinarias o transversales en sus respectivas secuencias:

“La verdad...tampoco vemos realmente que sirva para plantear temas transversales o que muestre conexiones importantes de las ciencias con otras disciplinas” (Grupo 6, FyQ).

“Como contenido interdisciplinar...se trabaja las matemáticas” (Grupo 3, ByG).

A igual que en la anterior en la secuencia C los participantes percibían por lo general que la experiencia implicada se relacionaba con objetos y fenómenos de la vida cotidiana. Sin embargo, en muy pocos casos se veía que dicha vinculación alcanzara cotas de interés para un mejor desempeño ciudadano en la vida diaria. Así, salvo uno de los grupos de Biología y Geología, que creía ver que la secuencia repercutía positivamente en el pensamiento crítico del alumnado, en los demás casos no se mencionaban razones justificativas de dicha visión, al menos de forma explícita:

“Aunque la experiencia puede tener un valor para estimular la labor de investigación del alumno, uno no va por ahí pesando cosas con un muelle, ni siquiera con un dinamómetro” (Grupo 3, FyQ).

Por otro lado, desde el punto de vista de los contenidos implicados, ningún alumno de ambas especialidades apreció que la secuencia implicara relaciones interdisciplinarias o transversales. La excepción la encontramos en uno de los grupos de Biología y Geología que sí resaltaba algunas conexiones en este sentido:

“Como contenidos relacionados con los de biología se trabajan las TICs y las matemáticas” (Grupo 3, ByG).

En cambio, en la secuencia D sí se percibían conexiones relevantes con la vida diaria en casi la totalidad de grupos, concibiéndose como una secuencia cuyo núcleo central se plantea justamente en problemas cotidianos. Más aún, bastantes grupos planteaban que la actividad tenía también un valor formativo para la competencia ciudadana, al incidir en aspectos tales como el desarrollo de pensamiento crítico y la toma de decisiones:

“Se relaciona con algo tan cotidiano como ir a comprar a una ferretería” (Grupo 3, FyQ).

“Como contenido interdisciplinar [además de] biología, se trabajan las matemáticas y física y química...como transversal el pensamiento crítico” (Grupo 3, ByG).

Además, percibían vínculos con contenidos de física y química, matemáticas, tecnología e, incluso economía:

“Además de biología se trabaja matemáticas y física y química” (Grupo 3, ByG).

“Tiene que ver con propiedades mecánicas y de resistencia de materiales estudiados en tecnología” (Grupo 4, FyQ).

“[Ofrece un enfoque] interdisciplinar [relacionando] biología, matemáticas y economía” (Grupo 2, ByG).

En resumen, parece que las percepciones de los participantes diferían en función de la secuencia. La secuencia D parece que fue aquella en la que el alumnado percibía una mayor vinculación con la vida cotidiana, no sólo porque los fenómenos y objetos involucrados se pudieran relacionar con eventos y cosas de la vida diaria, sino porque el propio problema objeto de investigación se hallaba contextualizado en temas de interés para la actividad y competencia ciudadana del individuo en su vida diaria. También fue aquella en la que más fácilmente se detectaron relaciones interdisciplinarias y transversales al abordar los contenidos implicados. En las demás secuencias, todas estas conexiones fueron muchos más débilmente percibidas. Por otro lado, parece que el alumnado de Biología y Geología manifestaba más sensibilidad para detectar conexiones interdisciplinarias y transversales en las secuencias, mientras que los de Física y Química las mencionaban en menor proporción o, incluso, a veces, las ignoraban totalmente.

### **Los contenidos curriculares foco de las secuencias**

Desde el punto de vista de los contenidos implicados, los grupos de ambas especialidades no tuvieron problemas en demarcar los contenidos curriculares implicados en las tres primeras secuencias.

Así, en la especialidad de Física y Química todos los grupos identificaron la presión en fluidos como temática inherente a la secuencia A. También todos los grupos lograron asignar una temática concreta a la secuencia B, aunque no todos la expresaron en los mismos términos. Así, tres grupos mencionaban el tópico de la diferenciación entre peso y volumen de un cuerpo, dos hacían referencia al tema de fluidos-hidroestática, y uno concretaba, aún más, mencionando de forma explícita el principio de Arquímedes, aunque realmente el fenómeno

implicado no se explica a partir de él. En el caso de la secuencia C, también todos los grupos de Física y Química identificaban temáticas concretas en las que insertar la secuencia de actividades, cinco de ellos en términos del tema de fuerzas y ley de Hooke y uno en relación al tema de la diferenciación entre masa y peso.

Por otra parte, en la especialidad de Biología y Geología ninguno de los grupos pareció tener dificultad en detectar los contenidos de ciencias implicados en estas mismas secuencias (A, B y C), aunque la temática curricular de cada una de ellas fue expresada con diferente terminología. Así, para la secuencia A varios grupos anotaban la microbiología y fermentación, mientras que otro registraba la mitosis/meiosis. En la secuencia B y C hubo mayor uniformidad en las respuestas registradas de todos los grupos, localizando las temáticas en el sistema solar y universo para la primera, y reproducción y fisiología vegetal para la segunda secuencia.

En cambio, la secuencia D fue sin duda la más difícil de caracterizar en función de los contenidos implicados en las dos especialidades. Algunos grupos parecían intuir varias temáticas inherentes, aunque no lograban precisar exactamente cuáles:

“Al ser una materia transversal no se ve sustentada por un tema específico del currículum. El criterio de elección es algo a ser tratado en todas las materias” (Grupo 1, ByG).

“Esta experiencia es difícil de ubicar...La podríamos relacionar con el tema de fuerzas, propiedades mecánicas o incluso con la química, si se quiere, explicando en términos de fuerzas intermoleculares la capacidad adherente de la cinta. Pero no sabríamos por qué tema decantarnos exactamente” (Grupo 4, FyQ).

En otros casos, sin embargo, se mostraban reservas a la hora de considerar que la secuencia contribuyera al aprendizaje de contenidos conceptuales del currículum, considerándose que la finalidad de dicha secuencia sería, más bien, fomentar y desarrollar las habilidades y destrezas propias de la ciencia:

“...El objetivo puede ser el de potenciar las habilidades o destrezas para las ciencias: ser crítico, reflexivo, autónomo, metódico...” (Grupo 2, ByG).

“Pensamos que la secuencia no está planteada para aprender conceptos o cambiar las ideas que traen los alumnos, sino para servir de ejemplo de lo que es una investigación...También quizás como aprendizaje para la vida real” (Grupo 6, FyQ).

En resumidas cuentas, parece que casi todos los grupos tuvieron problemas a la hora de ubicar la experiencia propuesta dentro del currículum, y la vieron más como una oportunidad para el desarrollo de destrezas, habilidades y valores propios del trabajo de investigación y de la competencia personal, que como un espacio para aprender modelos de la ciencia escolar.

### **Conceptualización global**

Aunque la pregunta sobre conceptualización integral de las secuencias, y de análisis comparativo global de las mismas se planteó justo al inicio de la actividad, hemos preferido discutirla al final de esta exposición de resultados, al objeto de evitar reiteraciones.

Según las respuestas recogidas, una parte importante de los grupos lograron diferenciar con cierta claridad desde el comienzo las características fundamentales de cada uno de los diseños presentados. De este modo, en general, reflejaron que todos los casos se trataban de actividades experimentales, que el papel del alumno en el desarrollo del experimento o experiencia fue activo y que en la mayoría de diseños implicaban la reflexión del alumno en menor o mayor medida.

En cuanto a las diferencias entre las cuatro secuencias, también aportaron algunas notorias, principalmente centradas en el carácter directivo de las secuencias y en la iniciativa o libertad concedida al alumnado. Concretamente percibían, por lo general, que la secuencia A consistía básicamente en un protocolo prefijado y cerrado a seguir, donde la autonomía del alumno es limitada en cuanto a lo que tiene que hacer<sup>1</sup>, y en donde no se consideran las concepciones previas de los alumnos. En la secuencia B el punto de partida de las actividades fueron las concepciones alternativas iniciales de los alumnos para, posteriormente, fomentar una reflexión progresiva a partir de nuevos datos. En la secuencia C se veía el planteamiento de un problema al alumnado con una serie de tareas presentadas en grandes fases diferenciadas. Por último, en la secuencia D, se identificaba la aplicación de conocimientos y la toma de decisiones propias por parte del alumno como los principales valores a considerar, ya que la secuencia dejaba en su opinión más autonomía a los estudiantes. Asimismo, los grupos consideraban que las dos últimas secuencias (C y D) partían de temas más cercanos a los alumnos y a su vida cotidiana que las otras dos, y que, especialmente la última, fomentaría en mayor medida el trabajo en equipo.

Además de ello, por los comentarios finales expuestos en las producciones de alguno de los grupos y, sobre todo, por lo manifestado a lo largo del debate final de la clase, el alumnado en general reconocía que el guión de análisis facilitado contribuyó a una conceptualización pormenorizada de las secuencias, a descubrir matices en principio desapercibidos y a ahondar en la naturaleza de cada una:

“Después de este análisis hemos detectado que hay más diferencias entre los modelos que los detectados a priori... Por lo que un estudio más detallado y más profundo es posible detectar diferencias que previamente no eran detectables” (Grupo 1, ByG).

“Aunque no estábamos al principio demasiado equivocados...al analizar en profundidad las actividades a través del guión, nos hemos dado cuenta de la cantidad de diferencias que hay entre ellas” (Grupo 2, FyQ).

Por ello puede decirse que el guión de análisis empleado contribuyó en gran medida a que los alumnos arrojasen luz sobre los análisis realizados, facilitando la focalización en torno a aspectos relevantes de las secuencias y ayudando en el proceso de discriminación entre ellas. Todo ello, aun con todas las limitaciones que hemos ido apuntando en los argumentos expuestos por los distintos grupos.

## Discusión y conclusiones

Expuestos y analizados los resultados recogidos, se reflexionará a continuación sobre el grado de alcance del propósito de este estudio para lo que se intentará dar contestación a las cuestiones planteadas al comienzo del trabajo.

En primer lugar, y respondiendo a la primera de las cuestiones, hay que decir que, por encima del mayor o menor éxito conseguido, la actividad desarrollada ha sido una buena herramienta para propiciar un foro de discusión en el aula en donde se identificaron y debatieron las características de las distintas estrategias didácticas. En este sentido, conviene reconocer la importancia del guión de análisis facilitado para la realización de la actividad, al objeto de

<sup>1</sup>Otra cosa es que se deje libertad para que el alumnado formule sus propias conclusiones, con la esperanza de que éstas apunten en la dirección de las ideas científicas que se pretenden ilustrar.

agilizar el diálogo, profundizar en los diferentes rasgos particulares de cada una de las secuencias didácticas y propiciar el establecimiento de similitudes y diferencias entre ellas.

En segundo lugar, y en relación a la segunda y a la tercera de las cuestiones planteadas, los resultados mostraron, en conjunto, percepciones sobre las estrategias muy próximas a la intencionalidad didáctica prevista por el formador al diseñar las mismas, ya descrita en [Jiménez-Tenorio y Oliva \(2016\)](#). Así, se denota que la mayoría de los grupos no tuvieron dificultad en reflejar los rasgos principales de cada uno de los diseños, llegando a detectar diferencias entre ellas en bastante de las dimensiones contempladas. Es el caso del carácter directivo de las secuencias, el grado de implicación y de autonomía otorgado al alumno, el papel depositado en las concepciones iniciales del alumno, y la existencia de vínculos y conexiones con la vida diaria. No obstante, no siempre percibieron adecuadamente todos los matices de las secuencias en otros aspectos relevantes, como la visión de la ciencia que se ofrece en cada secuencia, los contenidos curriculares implicados en las mismas o la presencia o no de contenidos transversales o interdisciplinarios.

Finalmente, y en cuarto lugar, aun con todas las imprecisiones encontradas, valoramos que los estudiantes fueron capaces de argumentar en torno a cada una de las estrategias desde una posición crítica manifestando sus posturas. Además, los alumnos encontraron su sentido y la valoraron de manera positiva. De ahí que consideremos que la actividad propuesta cumpliera en términos globales con los propósitos para los que se desarrolló.

En consecuencia, este recurso didáctico parece ser una herramienta útil para la formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria, y en particular para el logro de los objetivos propuestos en este trabajo. Denota potencial para animar e implicar al alumnado en el aprendizaje significativo, además de sensibilidad para distinguir cuándo alguna dimensión de análisis de la actividad resulta más o menos útil o comprendida para la asimilación de conceptos y reestructuración de sus propias ideas previas ante el tema. No obstante, el hecho que, de manera espontánea, no todas las respuestas aportadas por los participantes fueran las más adecuadas, indica la importancia del formador en la tarea de gestionar muchas de esas respuestas. Para ello es preciso que éste interactúe continuamente con los futuros docentes, realice preguntas provocadoras, actúe aportando “pistas” y sugerencias y, en suma, invierta gran parte de su esfuerzo en ayudar a precisar ideas y reconducir las visiones emergentes que se van gestando como respuestas al guión empleado. No obstante, comprendemos que el hecho de que los futuros docentes de secundaria entiendan la esencia de estas estrategias didácticas no significa que realmente estén en condiciones de llevarlas a cabo en un futuro. De hecho, de los tres niveles de compromiso previstos para el pensamiento docente, los datos obtenidos en este estudio pertenecen al nivel declarativo, no a los de diseño o de acción, no pudiéndose afirmar que este adecuado desempeño mostrado en la tarea presentada tenga necesariamente un reflejo a los otros niveles. Este aspecto es de suma importancia, por cuanto cada uno de estos niveles el pensamiento profesional tiene un valor diferente según su grado de proximidad con la práctica docente (Pontes, Serrano y Poyato, 2013) y porque son muchos los factores que influyen en el conocimiento profesional para ponerla en práctica (Avalos, 2011). No obstante, sí puede decirse que las ideas manifestadas por los participantes en este estudio fueron de carácter espontáneo, y no producto de una mera elección de respuestas ya aportadas por el investigador, entre la que suele ser fácil reconocer cuál es la mejor respuesta posible. En este sentido, como señala Pontes, Poyato y Oliva (2015), el tipo de respuesta manejada ante preguntas abiertas no es comparable con el que se aportan en estudios sobre pensamiento docente a partir de cuestionarios cerrados, encontrándose más enraizadas en las cosmovisiones de los sujetos.

Por último, destacar la necesidad de disponer de actividades evaluadas destinadas a la formación del profesorado. En la actualidad las revistas no dedican demasiado espacio a la publicación de tareas concretas ni esquemas de contenidos específicos para la formación del profesorado de educación secundaria, destinando la mayor parte de su esfuerzo, en lugar de ello, al estudio diagnóstico de las concepciones del profesorado o del cambio sobre las mismas (Contreras, 2010; Martín, Prieto y Jiménez, 2015; Martín, Prieto y Lupión, 2014; Pontes, Poyato y Oliva, 2013; Solís, Porlán y Rivero, 2013), o a exponer marcos y propuestas generales de configuración de planes de estudios o de filosofías en torno a diseños formativos y de intervención (Benarroch, 2011; Guisasola, Barragués y Garmendia, 2013). Es por ello por lo que, consideramos, que este estudio avanza en una línea diferente, al entrar de lleno en el diseño y evaluación de propuestas concretas en formas de tareas de aprendizaje que ayuden a forjar argumentos declarativos del profesorado en formación (Pontes, Serrano y Poyato, 2013) útiles para la toma de decisiones en su futuro ámbito profesional.

## Referencias bibliográficas

- Abell, S.K., Bryan, L.A. y Anderson, M.A. (1998). Investigating preservice elementary science teacher reflective thinking using integrated media case-based instruction in elementary science teacher preparation. *Science Education*, 82(4), 491-509.
- Astudillo, C., Rivarosa, A. y Ortiz, F. (2014). Reflexión docente y diseño de secuencias didácticas en un contexto de formación de futuros profesores de Ciencias Naturales. *Perspectiva Educacional. Formación de Profesores*, 53(1), 130-144.
- Avalos, B. (2011). Teacher professional development in Teaching and Teacher Education over ten years. *Teaching and Teacher Education*, 27(1), 10-20.
- Azcárate, P., Cuesta, J., Navarrete, A. y Cardeñoso, J.M<sup>a</sup>. (1994). Presupuestos iniciales para un trabajo de investigación sobre formación del profesorado. *Investigación en la Escuela*, 22, 85-90.
- Benarroch, A. (2011). Diseño y desarrollo del máster en profesorado de educación secundaria durante su primer año de implantación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8 (1), 20-40. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/10203>
- Contreras, A. (2010). *Las creencias y actuaciones curriculares de los profesores de ciencias de Secundaria de Chile*. Tesis Doctoral no publicada. Universidad Complutense de Madrid.
- García-Carmona, A. (2013). Educación científica y competencias docentes: Análisis de las reflexiones de futuros profesores de Física y Química. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (núm. extraordinario), 552-567. Extraído de: <http://hdl.handle.net/10498/15613>
- Godoy, A.V., Segarra, C.I., Di Mauro, M.F. (2014). Una experiencia de formación docente en el área de Ciencias Naturales basada en la indagación escolar. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(3), 381-397. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/16590>
- Guisasola, J., Barragués, J.I. y Garmendia, M. (2013). El Máster de Formación Inicial del Profesorado de Secundaria y el conocimiento práctico profesional del futuro profesorado de Ciencias Experimentales, Matemáticas y Tecnología. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (Extraordinario), 568-581. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10498/15614>

- Hewson, P.W. (1993). Constructivism and reflective practice in science teacher education. En M.L. Montero y J.M. Vez (eds.): *Las didácticas específicas en la formación del profesorado*. Tórculo. Santiago. 259-275.
- Jiménez-Tenorio, N. y Oliva, J.M<sup>a</sup> (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. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/18018>
- Martin, C., Prieto, T. y Jiménez, M.A. (2015) Tendencias del profesorado de ciencias en formación inicial sobre las estrategias metodológicas en la enseñanza de las ciencias. Estudio de un caso en Málaga. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(1), 167-184
- Martín, C., Prieto, T. y Lupión, T. (2014). Profesorado de ciencias en formación inicial ante la enseñanza y aprendizaje de las ciencias: ¿perfil innovador o tradicional? *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación de Profesorado*, 17(1), 149-163.
- Perrenoud, P. (2007). *Desarrollar la práctica reflexiva en el oficio de enseñar*. Barcelona: Graó.
- Pontes, A., Poyato, F.J. y Oliva, J.M<sup>a</sup> (2015). Concepciones sobre el aprendizaje en estudiantes del máster de profesorado de educación secundaria del área de ciencia y tecnología. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 19(2), 225-243. Recuperado de: <http://www.ugr.es/local/recfpro/rev192ART14.pdf>
- Pontes, A., Serrano, R. y Poyato, F.J. (2013). Concepciones y motivaciones sobre el desarrollo profesional docente en la formación inicial del profesorado de educación secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (núm. extraordinario), 533-551. Extraído de: <http://hdl.handle.net/10498/15612>
- Pontes, A., García-Molina, R. y Oliva, J.M<sup>a</sup> (2013). Editorial: Número monográfico sobre formación inicial del profesorado de Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (Núm. Extraordinario), 493-495. Extraído de: <http://hdl.handle.net/10498/15609>
- Schön, D. A. (1992). *La formación de profesionales reflexivos. Hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones*. Madrid, Paidós/MEC.
- Solís, E., Porlán, R. y Rivero, A. (2013). Expectativas y concepciones de los estudiantes del MAES en la especialidad de Ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (Extra), 496-513. Extraído de: <http://hdl.handle.net/10498/15610>
- Solís, E., Porlán, R., Rivero, A. y Martín del Pozo, R. (2012). Las concepciones de los profesores de ciencias de secundaria en formación inicial sobre metodología de enseñanza. *Revista Española de Pedagogía*, 253, 495-514.