



Percepción del profesorado de ciencias de educación primaria en formación acerca de las etapas y acciones necesarias para realizar una indagación escolar

Perceptions of pre-service science teachers in primary education about the steps and actions needed to carry out a school inquiry

J. M. Vilchez González

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Granada.

jmvilchez@ugr.es

B. Bravo Torija

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Zaragoza

bbtorija@unizar.es

RESUMEN • En este trabajo se examinan las respuestas de 35 maestros de primaria en formación a una actividad dirigida al reconocimiento de las etapas de una indagación científica y de las acciones necesarias para afrontarlas. Para ello, se diseña un ejemplo de indagación en el que se describe el proceso de resolución seguido para explicar la diferencia de precio de tres marcas de jamón. Los resultados muestran que el desempeño en la identificación de las etapas es más adecuado que en la de las acciones. Mientras que el número mínimo de participantes que identifican una de las etapas es de 16, hay acciones, como la recogida de datos, que solo es identificada por uno. Una implicación derivada de este estudio es la necesidad de reflexionar, durante la formación inicial del profesorado, sobre cómo se genera y evoluciona el conocimiento científico.

PALABRAS CLAVE: educación primaria; indagación; formación de profesorado; resolución de problemas.

ABSTRACT • In this work we examine the answers of 35 preservice primary teachers in an activity focused on the identification of the different phases of a scientific inquiry and the actions needed to solve it. To do so, we design an example of inquiry describing its solving process in order to explain the difference in the price among three brands of ham. The results show that the performance in the identification of stages is more appropriate than in the identification of actions. While all the phases are identified for at least 16 students, there are actions as data recording which is identified only for one of them. An implication derived from this study is the need to reflect about how scientific knowledge is generated and developed during de preservice primary teacher education.

KEYWORDS: primary education; inquiry; preservice teacher education; problem solving.

Fecha de recepción: julio 2014 • Aceptado: octubre 2014

Vilchez, J. M., Bravo, B. (2015) Percepción del profesorado de ciencias de educación primaria en formación acerca de las etapas y acciones necesarias para realizar una indagación escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, 33.1, pp. 185-202

INTRODUCCIÓN

Las últimas reformas educativas (EU, 2006; MEC, 2006; NRC, 2000) enfatizan la importancia de la realización de actividades que impliquen a los estudiantes tanto en la comprensión del conocimiento científico como en la de su génesis y evolución. Para alcanzar este objetivo es necesario promover ambientes que favorezcan, entre otras acciones, la formulación de preguntas, el análisis y discusión de datos, la construcción de modelos o la comparación entre teorías alternativas. Desde esta perspectiva, las aulas han de ser lugares en los que se incentive que los estudiantes vayan más allá de la memorización de hechos, tomando iniciativas y adquiriendo responsabilidades en su aprendizaje (Cuevas, Lee, Hart y Deaktor, 2005).

Para conseguirlo es necesario contar con un profesorado que posea el conocimiento y las destrezas suficientes para actuar como guía y apoyo durante estos procesos. En esta línea, estudios recientes (Lucero, Valcke y Schelles, 2013) han mostrado las dificultades que presentan los docentes, tanto en ejercicio como en formación, para trabajar por indagación en las aulas de ciencias. Forbes y David (2010) señalan que estos problemas podrían relacionarse con las creencias y actitudes de los profesores hacia las ciencias. En su trabajo muestran que los docentes que consideran la ciencia como un conjunto cerrado de conocimientos ofrecen menos oportunidades de indagación que los que las conciben como algo cambiante, continuamente construido, revisado y validado por la comunidad científica. A estas dificultades, Anderson (1996) añade otras, como la falta de recursos, la limitación de tiempo, el extenso currículo o la presión de los padres.

Otros autores relacionan estos problemas con una falta de conocimiento acerca de qué es la indagación y cómo ha de implementarse en el aula (Cuevas *et al.*, 2005; McDonald y Butler Soger, 2008). Trabajos como los de Cortés Gracia y De la Gándara Gómez (2006), Lucero *et al.* (2013) y Crujeiras y Puig (2014), muestran las limitaciones que encuentran los maestros en formación al realizar actividades de indagación, señalando, entre otras, la elección de la pregunta que se debería investigar, el diseño del experimento que realizar o la identificación de variables y materiales necesarios para realizar la investigación.

Creemos que una de las razones por la que el profesorado encuentra estas dificultades podría relacionarse, por una parte, con su falta de capacidad para anticipar lo que deben realizar los estudiantes al resolver el problema planteado y, por otra, con el desconocimiento sobre qué destrezas concretas se han de poner en juego. La situación se acentúa en la etapa de primaria, en la que suele ser el profesor quien, con la ayuda de los alumnos, decide el problema que se va a investigar, y ha de prever lo que van a necesitar hacer los alumnos. Por esta razón, consideramos de utilidad dar un paso atrás y servirnos de un ejemplo ficticio de actividad de indagación para examinar qué etapas de esta son capaces de identificar los maestros en formación y qué acciones concretas consideran que han de realizar los alumnos en cada una de ellas.

LA INDAGACIÓN EN EL AULA DE CIENCIAS: LA IMPORTANCIA DE LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO

En la última década, la indagación ha sido reconocida como uno de los ejes principales del aprendizaje de las ciencias (NRC, 2000). Se le atribuye un doble objetivo: mejorar la adquisición de los conocimientos y destrezas propias de las ciencias e incrementar el interés del alumnado hacia esta área de conocimiento (European Commission, 2007; Nuffield Foundation, 2008). Además, se asocia también con el desarrollo de una de las características principales de la investigación científica: la creatividad (Tanggaard, 2014).

En el currículo español, tanto de educación primaria como de secundaria (MEC, 2006; MEC, 2007), se hace hincapié en la importancia de que los alumnos no solo aprendan contenidos científicos, sino que sean capaces de desarrollar destrezas como definir problemas, formular preguntas, analizar y discutir datos o elaborar conclusiones basándose en pruebas. En palabras de Grandy y Duschl (2007), el interés de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias se desplaza del tradicional «¿qué queremos que sepan nuestros estudiantes?», centrado en el aprendizaje de un cuerpo de conocimientos ya elaborado, al «¿qué queremos que sepan hacer y qué necesitan para ello?», centrado en el desarrollo de destrezas que los ayuden a comprender cómo se genera y valida el conocimiento científico. Desde esta perspectiva, aprender ciencias implica aprender las prácticas propias de la comunidad científica (Kelly, 2011).

Por todo lo anterior, el aprendizaje por indagación no ha de limitarse solo a la realización de experiencias que demuestren un principio o teoría ya abordado en el aula, sino que ha de implicar a los estudiantes en actividades en las que el proceso de resolución cobre un papel relevante, lo que Alake-Tuenter, Biemans, Tobi, Wals, Oosterheert y Mulder (2012) denominan «mind-on activities». Se convierte, de esta forma, en un proceso en el que las prácticas de construcción, evaluación y comunicación de conocimiento interaccionan de forma compleja (Cuevas *et al.*, 2005), en contraposición a algo lineal, similar al conocido «método científico» que se describe en la mayoría de los libros de texto.

Dependiendo del grado de implicación del profesor y el estudiante, en el aula se pueden implementar distintas actividades de indagación. Windschitl (2003) distingue cuatro tipos: 1) *la confirmación de experiencias* previamente discutidas en el aula; 2) *la indagación estructurada*, en la que el profesor proporciona tanto la pregunta como el procedimiento para resolverla; 3) *la indagación guiada*, en la que el docente proporciona la pregunta y los alumnos deciden cómo resolverla, y 4) *la indagación abierta*, en la que tanto la pregunta como su resolución parten de los estudiantes. Este autor, en su trabajo con futuros profesores de educación secundaria, mostró que la mayor parte utilizaban actividades de indagación estructurada en su práctica habitual. Resultados similares fueron encontrados por Lucero *et al.* (2013) con maestros de educación primaria.

En cuanto a cómo implementar la indagación en el aula, las propuestas son diversas. Autores como Crujeiras, Jiménez-Aleixandre y Gallastegui (2013) proponen una secuencia de actividades dirigidas a 3.º y 4.º de ESO cuyo objetivo es promover la participación del alumnado en la elaboración del diseño experimental, la identificación y el control de las variables, y la interpretación de datos. Parten de situaciones problemáticas cercanas a los estudiantes, como «quién ha escrito un anónimo acusando a un compañero de copiar un examen», y con el adecuado apoyo del profesor los alumnos elaboran sus propios diseños y los realizan en el aula. Otros, como Cuevas *et al.* (2005), plantean un problema sobre el tamaño de los agujeros que ha de tener un acuario para evitar la evaporación del agua, y examinan el impacto de la implementación de dos unidades didácticas, centradas en la indagación, en las destrezas que ponen en juego alumnos de 8 a 10 años al resolverlo. Se realizan entrevistas, antes y después de trabajar con esta metodología, en las que los alumnos han de identificar cuál es el problema que deben investigar y reconocer qué han de hacer y cómo. Los resultados muestran que, tras la intervención, los alumnos mejoraron al identificar la pregunta de investigación, al planificar el proceso de resolución y al obtener conclusiones. Otro trabajo que apunta a una mejora en la adquisición del conocimiento, tanto conceptual como procedimental, es el de Tortosa Moreno (2013), realizado con alumnado de 2.º de bachillerato. Los alumnos debían explicar la invariabilidad del pH sanguíneo, tras la realización de una actividad en la que tenían que determinar el pH de sustancias como el agua carbónica y el zumo de naranja natural mediante sensores de pH y equipos de captación de datos. La autora encontró que el 90% de los estudiantes eran capaces de proporcionar una respuesta correcta, considerando tanto conceptos ya conocidos (pH) como otros adquiridos en la actividad (como la solución tampón).

En el trabajo de Minner, Levy y Century (2010) se realiza una revisión de 138 trabajos y se discuten las implicaciones de la enseñanza por indagación en el aprendizaje de alumnado de 4 a 16 años. Los

resultados apuntan hacia la existencia de una relación positiva entre la indagación (que promueve el pensamiento activo y la responsabilidad) y la mejora del aprendizaje y de la retención de los conocimientos científicos. También se señala la existencia de una relación entre las estrategias utilizadas por el profesorado y el aprendizaje de su alumnado, mostrando que las estrategias activas que implican a los estudiantes en los procesos de enseñanza-aprendizaje generan un mayor aprendizaje que las pasivas, como la evaluación pregunta-respuesta o la verificación de contenidos trabajados en el aula. Estos resultados sugieren que la preparación de los docentes se convierte en un elemento clave para implementar esta forma de trabajo en el aula (Ryder, 2011).

Alake-Tuenter *et al.* (2012) identifican en su trabajo 22 competencias que han de poseer los docentes para realizar una enseñanza por indagación efectiva en las aulas de primaria. Las agrupan en tres bloques: *a*) las relacionadas con el conocimiento del contenido científico, como comprensión de las relaciones que se establecen entre hechos y conceptos, y el conocimiento acerca de cómo y cuándo aplicar determinados contenidos; *b*) las relacionadas con el conocimiento didáctico del contenido, como la habilidad de conectar y aplicar el conocimiento aprendido en el aula a problemas contextualizados en la vida cotidiana, y *c*) las relacionadas con las actitudes y creencias de los profesores hacia las ciencias y su aprendizaje. En relación con este último, distintos estudios (Hubbard y Abell, 2005; Lucero *et al.*, 2013; Windschitl, 2003) muestran que las creencias acerca de la naturaleza de la ciencia tienen una fuerte influencia en las interpretaciones de los docentes sobre qué es indagación y cómo implementarla en el aula. Un elemento crucial para que esta metodología tenga éxito es el reconocimiento de la ciencia como un proceso activo que implica el razonamiento, la observación y la experimentación, y no como una colección de hechos que han de ser memorizados (Lena, 2011).

Algunos retos que pueden encontrar los estudiantes de magisterio al desarrollar una metodología basada en la indagación se relacionan con el conocimiento de estrategias didácticas y de contenidos científicos concretos, lo que les proporciona un aumento en la seguridad en cuanto a qué ciencias enseñar y cómo hacerlo (Gil Quílez *et al.*, 2008). Una de las estrategias para favorecer la adquisición de una mejor comprensión de las ciencias como proceso, y no solo como producto, es trabajar y reflexionar con situaciones que más tarde podrán utilizar con sus estudiantes (Lena, 2011). En esta línea, Cortés Gracia y De la Gándara (2006) realizan un estudio en el que se evalúa la eficacia de una propuesta que parte de la consideración de que los alumnos de magisterio pueden presentar el problema que se vaya a estudiar y tomar decisiones acerca de su resolución. Los resultados muestran tanto aspectos positivos como negativos. Entre los positivos se encuentran el reconocimiento de la existencia de una interacción entre el contenido y las actividades prácticas y el incremento en la motivación de los alumnos. Entre los negativos destaca una tendencia del alumnado a lanzarse a realizar montajes y hacer pruebas sin reflexionar previamente sobre qué quieren hallar y por qué. También se encuentran dificultades al recabar y usar información relevante y al relacionar el marco teórico con las conclusiones alcanzadas.

En este artículo se espera aportar información acerca de la capacidad de los maestros en formación para identificar qué etapas se pueden encontrar en una actividad de indagación y qué acciones concretas se han de realizar en cada una, reconociendo las que identifican con mayor y menor facilidad, y las dificultades que encuentran.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Participantes y contexto

En el estudio han participado 35 estudiantes de cuarto curso del grado de Maestro de Educación Primaria de la Universidad de Granada, matriculados en la asignatura optativa «Ciencias experimentales y transversalidad». No se trata, pues, de una selección de estudiantes, sino de la totalidad de integrantes

del grupo. Todos habían cursado las asignaturas obligatorias de didáctica de las ciencias correspondientes al grado. Ninguno de ellos había recibido instrucción previa específica sobre indagación, al menos a nivel universitario.

Actividad

La tarea propuesta, de diseño propio, consta de dos partes. En la primera se proporciona una historia ficticia acerca de una sencilla indagación que podría ser reproducida en un aula de ciencias de primaria; en la segunda se solicita la identificación de las etapas propias de la indagación y las destrezas, o acciones concretas, necesarias para afrontar cada una de ellas (anexo).

El ejemplo que se les presenta parte de los distintos precios de tres marcas de jamón de York, y se podría clasificar, siguiendo a Windschitl (2003), como una indagación guiada: la maestra proporciona la pregunta, pero son los alumnos quienes deciden cómo resolverla. Fue seleccionado por tres razones: la primera, porque permitía partir de una pregunta que puede ser investigable por alumnado de educación primaria, enmarcado además en una tarea tan cotidiana como ir al supermercado. La segunda, porque ofrecía, a pesar de su sencillez, más de una posibilidad que contrastar, lo que favorece que exista un proceso de resolución y no quede limitado a una experiencia o demostración. La tercera, porque cumple con las características recomendadas por el National Research Council para una indagación escolar (Grandy y Duschl, 2007: 156):

- Se formulan preguntas investigables científicamente. La pregunta de la que parte el problema («¿por qué hay diferencia en el precio del jamón?») no se responde únicamente con un «sí» o un «no». Es necesario elaborar un diseño de investigación para poder llegar a una respuesta adecuada, lo que implica, entre otras acciones, la necesidad de formular posibles soluciones al problema.
- Se da prioridad a la recogida y análisis de datos, lo que permite elaborar y evaluar posibles explicaciones. En el ejemplo, tras considerar las posibles soluciones (fecha de caducidad o calidad del jamón), los alumnos tienen que, por una parte, localizar y comparar las fechas de caducidad, y, por otra, realizar la prueba del lugol para comprobar la presencia de almidón, observar el cambio de color, comparar los comportamientos de las muestras y reconocer la pauta existente (a más proporción de azul, mayor cantidad de almidón).
- Se usan pruebas para evaluar las explicaciones (las hipótesis se contrastan o refutan sobre la base de pruebas). Una vez reconocida la relación entre proporción de azul-cantidad de almidón, se relaciona con la calidad de jamón (a mayor almidón, menor calidad de jamón) para determinar el motivo de la diferencia de precios. En cuanto a las fechas de caducidad, se comparan entre sí y todas son similares, por lo que, basándose en los resultados, la hipótesis queda descartada.
- Se evalúan las respuestas a la luz de explicaciones alternativas. Consideran tanto la fecha de caducidad como la calidad del jamón, obtienen datos en ambos casos, los evalúan y descartan la fecha de caducidad basándose en las pruebas disponibles, centrándose en la calidad del jamón.
- Se comunican y justifican las respuestas al problema. Trabajan en pequeños grupos, y mientras uno de ellos se encuentra inmerso en el proceso de resolución de la fecha de caducidad, el resto se centran en la calidad del jamón, comunicándose los hallazgos.

Metodología e instrumento de análisis

Para analizar las respuestas de los participantes, se diseña una herramienta basada en el resumen de las destrezas científicas realizado por De Pro (2013), adaptándolo a las demandas de la actividad. En particular, de las cuatro categorías de destrezas que se recogen en el trabajo de De Pro (técnicas, básicas,

de investigación y comunicativas), nuestro interés se centra en las destrezas de investigación, algunas de las cuales se obvian o se concretan considerando las características de nuestra actividad; por ejemplo, la destreza general «identificación de variables y apreciación de sus posibles valores», en nuestra herramienta aparece como «identificación de la variable a estudiar», o el «reconocimiento de tendencias o relaciones cualitativas» queda recogida como «comparar comportamientos de las distintas muestras al añadir lugol» y «reconocer pautas en los datos».

Se elabora de este modo una respuesta de referencia (anexo) que ha sido contrastada por ambos autores y por un experto en naturaleza de la ciencia, autor de numerosos artículos sobre la temática y perteneciente a equipos de revisores de revistas como *Science & Education*, entre otras. Ninguno de ellos impartió la asignatura en la que se enmarca la actividad.

Posteriormente, se compara nuestra respuesta de referencia con las de los participantes, localizando qué etapas y acciones de la indagación escolar reconocen en el texto proporcionado. Como se mostrará en el siguiente apartado, se diferencian los casos en que se identifican en el lugar correcto de los que no.

Se procede a tres ciclos de análisis, cada uno de los cuales consta de cuatro fases:

- a) Análisis independiente por parte de los dos autores de este artículo.
- b) Discusión de las diferencias entre ambos análisis.
- c) Modificaciones de la respuesta de referencia derivadas de ambigüedades detectadas en los análisis individuales.
- d) Nueva codificación de las respuestas de los participantes.

Tras el tercer ciclo se vuelven a contrastar los resultados, consiguiendo una coincidencia del 90% tanto en la identificación de las etapas como en la de las acciones. Estas diferencias son discutidas hasta alcanzar consenso.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se muestran los resultados en dos apartados, uno relacionado con la identificación de las etapas de indagación científica y otro con las acciones concretas necesarias para afrontarlas adecuadamente.

Identificación de las etapas de la indagación

En este apartado se muestran, en primer lugar, las frecuencias de las etapas identificadas a nivel de grupo. Para ello, se contrastan las respuestas de los participantes con la respuesta de referencia (anexo), comprobando qué fragmentos de la historia relacionan con las etapas de la indagación. Seguidamente, se presentan las frecuencias de participantes en función del número de etapas identificadas.

La figura 1 muestra los resultados de la identificación de etapas a nivel de grupo.

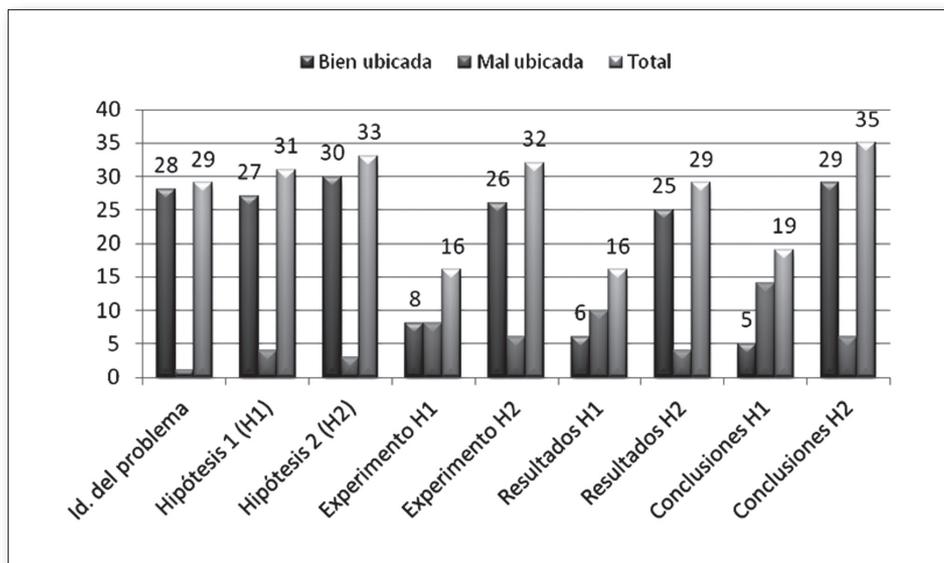


Fig. 1. Resumen de resultados en relación con la identificación de etapas.

La identificación del problema, fase inicial de la investigación científica, se reconoce en 29 casos, en 28 en el lugar adecuado. Uno de ellos reconoce la etapa, pero la ubica en la fase de elaboración de hipótesis.

La primera hipótesis barajada, que relaciona el precio del jamón de York con las fechas de caducidad (H1), se reconoce en 31 casos, en 27 de forma correcta. Los cuatro restantes confunden la etapa en sí con las acciones necesarias para afrontarla con éxito. La segunda hipótesis, que explica la diferencia de precios sobre la base de la calidad del producto (H2), se identifica en 33 casos, en 30 en el lugar adecuado. Es la etapa que tiene una mayor frecuencia de aciertos, mostrándose como la que menos dificultades ha supuesto a los maestros en formación. Hay tres participantes que la reconocen en lugar incorrecto, haciéndolo uno de ellos en las acciones de la elaboración de hipótesis, y los otros dos en las acciones necesarias para la identificación del problema.

La etapa de diseño del experimento para comprobar H1 la identifican 16 participantes, ascendiendo a 32 los que reconocen la relacionada con H2. En el primer caso, ocho la ubican de forma correcta y otros ocho la señalan en lugar equivocado, bien en la etapa de elaboración de hipótesis, bien en las acciones que realizar para enunciar estas o bien en las acciones necesarias para analizar los resultados. En cuanto al experimento de la segunda hipótesis, en seis casos se ubica en lugar equivocado, señalándose en la etapa de resultados, en las acciones que realizar para el diseño del experimento o en la etapa de conclusiones.

En cuanto a la etapa de resultados, los datos son similares a los del diseño de experimentos. En 16 casos se reconocen los resultados relacionados con H1, solo en seis de ellos en lugar adecuado, y en 29 casos se identifican los resultados de H2, 25 de estos bien ubicados. Respecto a los fragmentos mal ubicados de H1, se señalan en la etapa de elaboración de hipótesis, en la de acciones necesarias para enunciarlas o en la etapa de experimentación. En cuanto a los de H2, los cuatro casos que señalan la etapa en lugar equivocado lo hacen confundiendo la etapa en sí con las acciones que se deben realizar para afrontarla.

La etapa de conclusiones ofrece, al igual que las de experimento y resultados, datos muy distintos para las dos hipótesis. Mientras que las conclusiones relacionadas con H1 son reconocidas por 19 participantes, las de H2 lo son por la totalidad de la muestra.

De los 19 que reconocen las de H1, solo 5 lo hacen en lugar adecuado, y el resto las señalan en la etapa, o acciones, correspondientes a la elaboración de hipótesis, experimento o resultados. Por ejemplo, se encuentran respuestas en las que tanto los resultados como las conclusiones de H1 se ubican en las acciones que se deben realizar para la elaboración de hipótesis: «tras comprobar que las fechas de caducidad están rozando la igualdad descartan esta hipótesis y se quedan por tanto con la primera», o casos en los que se ubican en la etapa del experimento correspondiente a H1: «1.ª hipótesis: se observa que la fecha de caducidad es similar, por tanto la hipótesis es descartada». Hay dificultad, pues, en la identificación correcta de las etapas de la indagación.

Por último, aunque las conclusiones de H2 se identifican por la totalidad de la muestra, en 6 casos se hace en lugar equivocado, pudiendo encontrarse en la etapa de resultados, en las acciones que se deben realizar para llegar a estos o en las acciones necesarias para arrojar las conclusiones. Como ejemplo podríamos considerar el caso en el que se indica en las acciones de los resultados de H2, que «al observar el experimento y comprobar las hipótesis, el alumnado acepta que el precio del jamón es menor cuanto mayor sea la cantidad de almidón que se le haya añadido», agregando, en las acciones de las conclusiones, que «según los resultados, la diferencia de precio, en este caso, depende de la adición o no de aditivos ajenos a la carne». La etapa de conclusiones de H2 se confunde con las acciones que se han de realizar para interpretar los resultados y, a partir de ello, extraer las conclusiones.

Nótese que, aunque la identificación de ambas hipótesis arroja frecuencias similares, no ocurre lo mismo con el resto de etapas de la indagación (fig. 1). Tanto en el experimento, como en los resultados y las conclusiones, las frecuencias correspondientes a las etapas de H2 aproximadamente duplican a las de H1. Esto podría deberse a que la hipótesis de las fechas de caducidad se descarta casi desde el inicio, y los estudiantes no consideran relevante la información relacionada con el proceso por el cual esta es refutada, centrándose únicamente en H2.

En cuanto a las ubicaciones incorrectas, es de destacar que la mayor proporción se encuentran en las etapas de experimento (N=14), resultados (N=14) y conclusiones (N=22), bien por ser confundidas con otras etapas de la indagación (lo que ocurre en 4 ocasiones en la etapa de experimentación, 9 en la de resultados y 11 en conclusiones), bien por asociarlas a acciones en lugar de a etapas de la indagación (en 10 ocasiones en el caso del experimento, en 5 en resultados y en 11 en las conclusiones). Las frecuencias de ubicaciones incorrectas son, en todos los casos, inferiores a las correctas.

La tabla 1 recoge, a modo de resumen, el número de participantes en función del número de etapas identificadas. Los casos en los que se identifican las nueve etapas de la respuesta de referencia (anexo) aparecen sombreados.

Tabla 1.
Frecuencias de participantes en función del número de etapas identificadas

		<i>Bien ubicadas</i>						
		2	3	4	5	6	7	9
<i>Mal ubicadas</i>	0		2	2	1	6	1	4
	1			1	2			
	2				2	2	1	
	3	1		3		3		
	4			1				
	5	1						
	6		1					
	7	1						

En diez casos se identifican las nueve etapas de la indagación recogidas en la respuesta de referencia, aunque solo en cuatro se ubican todas en lugar adecuado. En otros cuatro se observa mayor número de etapas bien ubicadas que en lugar incorrecto, y en los dos restantes es mayor el número de etapas mal localizadas. Que solo 4 de los 35 alumnos sean capaces de reconocer y ubicar adecuadamente todas las etapas de esta indagación nos lleva a considerar que, dada la importancia que se da a este tipo de metodología en los currículos, sería necesario promover ambientes en los que se ponga en práctica esta metodología durante la formación inicial del profesorado (Lena, 2011). Una forma podría ser la utilizada en este trabajo: enfrentar a los estudiantes a situaciones hipotéticas en las que tengan que decidir qué fragmento de la historia corresponde a cada etapa, o fase, de una indagación, y discutir por qué.

Identificación de las acciones necesarias para afrontar las etapas de la indagación

En este apartado se muestran las destrezas, o acciones concretas, que los participantes han identificado en cada etapa del proceso de indagación. Primero se discuten los resultados en relación con las acciones identificadas en cada una de las etapas, distinguiendo las ubicadas correctamente de las que no, y después se compara el desempeño en la identificación de etapas y acciones.

En cuanto a las acciones identificadas, la figura 2 muestra los resultados a nivel de grupo.

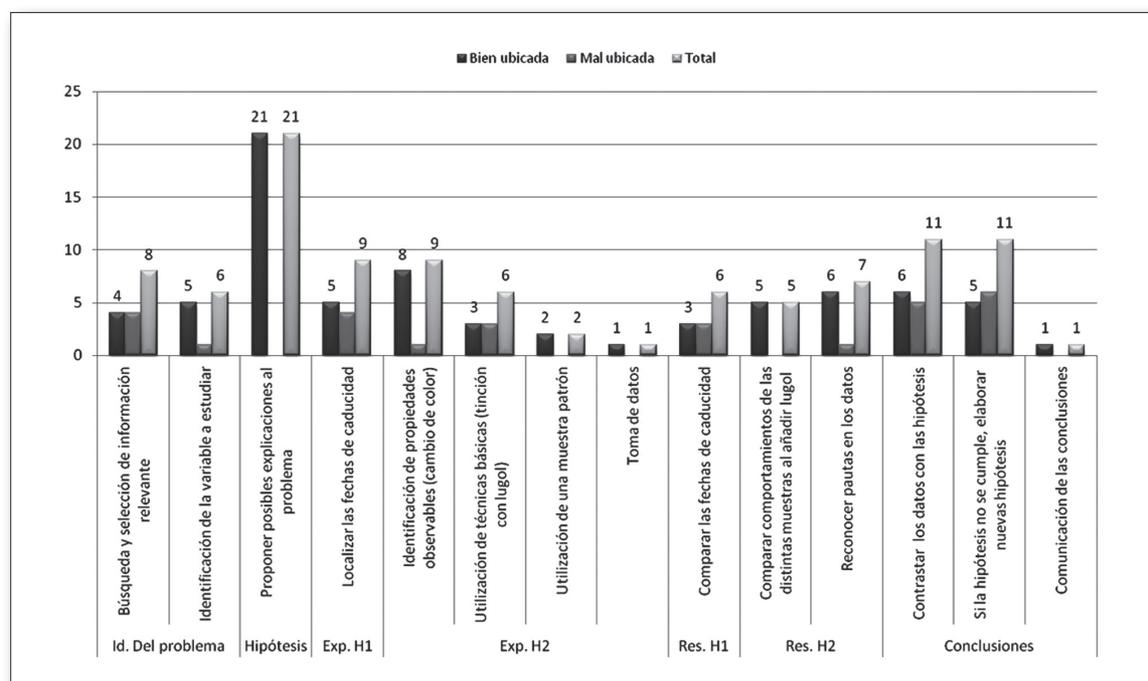


Fig. 2. Resumen de las acciones identificadas en cada una de las etapas.

Para la identificación del problema que se ha de investigar se requieren, siguiendo la respuesta de referencia, dos acciones: la búsqueda y selección de información relevante y la identificación de la variable que se deba estudiar. La primera solo es reconocida por ocho participantes (cuatro en etapa correcta) y la segunda por seis (cinco en etapa correcta).

La acción correspondiente a la etapa de formulación de hipótesis es la mejor reconocida por los participantes: 21 la identifican, todos en la etapa correspondiente. En otros casos simplemente se señala la importancia de reunirse en grupo y discutir, sin llegar a identificar sobre qué.

En cuanto a la acción relacionada con el diseño del experimento para comprobar H1, tan simple como localizar las fechas de caducidad, es reconocida por nueve participantes y solo cinco la señalan en la etapa correcta. Es necesario considerar que esta etapa es identificada adecuadamente solo por ocho participantes, por lo que no es de extrañar que las frecuencias de identificación de las acciones relacionadas con ella obtengan valores similares.

El diseño del experimento para comprobar H2 es más complejo y requiere varias acciones: identificación de propiedades observables (reconocida en nueve ocasiones, ocho de forma correcta), utilización de técnicas de tinción (reconocida por seis participantes, tres en lugar adecuado), el uso de una muestra patrón (bien reconocida por dos) y la toma de datos (solo reconocida en un caso). Consideramos que la baja proporción en la identificación de estas acciones, a pesar de ser claves para entender cómo se han obtenidos los resultados, podría estar relacionada, por una parte, con la tendencia que existe entre los alumnos a comenzar a realizar pruebas sin dedicar un tiempo adecuado a la toma de decisiones acerca de qué hacer, cómo y por qué (Cortés Gracia y De la Gándara Gómez, 2006), y, por otra, debido a su experiencia previa, ya que las actividades prácticas que se suelen realizar en los laboratorios escolares consisten, en la mayoría de los casos, en «recetas de cocina» que dejan poco margen a la creatividad del alumno para afrontar el diseño del experimento.

Para obtener los resultados en relación con la hipótesis de las fechas de caducidad, lo único que habría que hacer es comparar las fechas de los tres envases. Pese a que no es un proceso complejo, solo seis estudiantes hacen referencia a ello, y de estos, solo tres en la etapa adecuada. Para los de H2 se requieren más destrezas: comparar los comportamientos de las muestras al añadir lugol (bien identificada por cinco participantes) y reconocer pautas en los datos (reconocida en siete casos, en seis de ellos de modo correcto).

Se observa una relación entre la identificación de las acciones correspondientes al diseño del experimento y las necesarias para la obtención de resultados. Los participantes que reconocen las primeras también lo hacen con las segundas, y viceversa. Solo en cuatro ocasiones no ocurre, identificándose bien las de una de las etapas y no las de la otra. Se trata de dos etapas con íntima relación, ya que si, por ejemplo, en la etapa de experimento de H2 no se reconoce como acción la importancia de observar el cambio de color de las muestras al añadir lugol, parece lógico encontrar dificultades para considerar en los resultados la necesidad de comparar los comportamientos de las distintas muestras, o la de reconocer pautas en los datos.

Finalmente, para extraer las conclusiones de cualquier investigación hace falta contrastar los datos con las hipótesis, acción reconocida por 11 participantes, seis de modo correcto. En caso de que la hipótesis no se cumpla, habrá que enunciar otras nuevas. En el ejemplo que se presenta, la explicación basada en las fechas de caducidad queda descartada y han de considerarse una distinta: la calidad del jamón. Esta acción es identificada en 11 casos, en cinco en el lugar adecuado. La investigación concluye, no podría ser de otro modo, con la comunicación de las conclusiones, lo que se reconoce solo en una de las respuestas de los participantes.

La comunicación de las conclusiones obtenidas en una investigación, a pesar de ser una de las prácticas habituales de la comunidad científica (Kelly, 2011), es una fase a la que se presta muy poca atención en los esquemas habituales de «método científico» de los libros de texto. Además, en pocas ocasiones se proporciona al alumnado la oportunidad de participar en actividades científicas que impliquen la comunicación de resultados o la crítica de los obtenidos por los compañeros. Así, no es de extrañar que sea una de las acciones menos reconocidas por el conjunto de participantes.

Las confusiones observadas en la identificación del problema (N=5) son localizarlas en la etapa de elaboración de hipótesis (N=2), en las acciones necesarias para enunciar estas (N=2) o en las implicadas en el diseño del experimento (N=1). En el caso del experimento se ubican erróneamente en la etapa de elaboración de hipótesis (N=1), las acciones que realizar para enunciarlas (N=4) o en el experimento en

sí (N=3). En cuanto a los resultados, las acciones para llegar a ellos se localizan equivocadamente en las etapas de hipótesis (N=1) o experimento (N=1), o en las acciones que realizar para enunciar aquellas (N=1) o diseñar este (N=1).

En relación con las acciones que se deben realizar para extraer conclusiones, se ubican de modo equivocado en las etapas de hipótesis (N=1) o resultados (N=1), o en acciones necesarias para afrontar otras etapas (N=9). Excepto en la fase de conclusiones, en todas las demás el número de acciones bien ubicadas supera al de las mal ubicadas.

En general, el número de acciones mal ubicadas es mayor en las etapas de experimento (N=8) y conclusiones (N=12) que en el resto, llegando en esta última a igualar a las bien localizadas.

A modo de resumen, la tabla 2 recoge las frecuencias de participantes en función del número de acciones identificadas.

Tabla 2.
Frecuencias de participantes en función del número de acciones identificadas

		<i>Bien ubicadas</i>						
		0	1	2	3	4	5	6
<i>Mal ubicadas</i>	0	1	4	3	2	2	1	2
	1	4	4	1	2	1	2	
	2	2	1	2				
	3							
	4				1			

De las 14 destrezas señaladas en la respuesta de referencia (anexo), el número máximo de las identificadas correctamente asciende a seis en dos casos. Es cierto que uno de los participantes identifica siete acciones, pero solo tres en el lugar adecuado. En el extremo opuesto, hay un participante que no identifica ninguna y ocho que solo reconocen una (cuatro de ellos en lugar adecuado).

En general, el desempeño en la identificación de las acciones necesarias para afrontar las etapas de la indagación ha sido, con diferencia, inferior al de la identificación de etapas. Mientras que las etapas de la indagación son identificadas por al menos 16 participantes, incluso cuatro de ellos las identifican todas, ubicándolas de forma correcta, la mayoría de las acciones son reconocidas por menos de 10 estudiantes, a excepción de proponer posibles explicaciones al problema, contrastar los datos con las hipótesis y elaborar nuevas hipótesis si la inicial no se cumple.

Se observa, además, una tendencia a responder de forma generalizada y redundante al describir las acciones necesarias para acometer la indagación. Por ejemplo, para las acciones de la identificación del problema, se encuentran respuestas del tipo «solucionar el problema planteado por la profesora», para las del experimento podemos encontrar «realización del experimento», para los resultados encontramos «los alumnos deben analizarlo todo y llegar así a unos resultados» o para la etapa de conclusiones se encuentran respuestas del tipo «deben plantear unas conclusiones».

Estos resultados parecen indicar que el aprendizaje adquirido por los participantes en cursos previos podría haber sido memorístico, recordando los términos correspondientes a las distintas fases de la investigación científica, que se suelen presentar enmarcadas en el conocido «método científico», sin reflexionar sobre las acciones concretas que se deben realizar para acometerlas, lo que, en cierto modo, podría asociarse con algunas de las cualidades que ha de poseer la comunidad científica. Además, no todas las experimentaciones requieren las mismas destrezas, cuestión que también habría que abordar en el aula.

En este artículo se presenta un ejemplo, pero durante la formación de estos futuros docentes sería necesario trabajar con diferentes contextos para que sean conscientes de los distintos tipos de investigaciones que pueden realizarse, y de cómo cambia el tipo de experimentación dependiendo del objetivo de investigación, y, en consecuencia, también las acciones implicadas.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

De los resultados obtenidos se puede concluir, en términos generales, que el desempeño en la identificación de etapas ha superado al de la identificación de las acciones que realizar para llevarlas a cabo.

Todas las etapas son identificadas por al menos 16 de los 35 participantes. Incluso una de ellas, la conclusión de la hipótesis que hace referencia a la calidad del jamón, es identificada por los 35 (aunque en seis casos mal ubicada). No obstante, el que solo en cuatro casos se reconozcan todas las etapas en lugar adecuado nos hace reafirmarnos en la necesidad de promover estas cuestiones en la formación inicial del profesorado de ciencias.

Es también interesante señalar la diferencia en el reconocimiento de las etapas correspondientes a las dos hipótesis planteadas. Las relacionadas con la hipótesis de las fechas de caducidad se reconocen en menor medida que las que hacen alusión a la calidad del producto. Suponemos que podría deberse a que la primera queda descartada al inicio de la indagación que se les presenta, lo que ha podido ocasionar que no consideren que el proceso que se sigue sea igual en ambos casos.

La identificación de las destrezas, o acciones concretas, necesarias para afrontar una investigación arroja, por el contrario, resultados menos prometedores. El número de las identificadas ha alcanzado la mitad de las esperadas solo en una de ellas (proponer posibles explicaciones al problema), siendo inferior en el resto. Incluso hay algunas, como la recogida de datos, la comunicación de las conclusiones y la utilización de una muestra patrón, que solo han sido reconocidas por uno o dos participantes.

Además, en un amplio número de respuestas se observan términos que describen acciones muy generales y que coinciden con los de las etapas. Muchos participantes defienden que para la experimentación hay que «diseñar un experimento», que para la obtención de resultados hay que «obtener resultados» o que para llegar a las conclusiones hay que «extraer conclusiones», pero en pocas ocasiones se hace referencia a las acciones concretas necesarias para ello.

Estos resultados refuerzan los obtenidos en investigaciones anteriores en relación con la falta de conocimiento, por parte del profesorado en formación, sobre cómo se genera, valida y evoluciona el conocimiento científico (Forbes y David, 2010). Desconocen las técnicas y procedimientos básicos mediante los que se desarrolla el conocimiento científico, y la imagen de ciencia que proporcionarán a su futuro alumnado será, posiblemente, la de un método científico rígido e infalible, desde una perspectiva meramente teórica.

Teniendo en cuenta las dificultades encontradas en la literatura (Anderson, 2006; Cortés Gracia y De la Gándara, 2006; Lucero *et al.*, 2013) y los resultados de este trabajo, en las aulas habría que abordar de modo explícito el conocimiento de las destrezas que nuestros alumnos trabajan cuando están, por ejemplo, resolviendo un problema o realizando una actividad de laboratorio. Se trata, en otras palabras, de hacerlos conscientes de las heurísticas utilizadas y de que en muchas ocasiones las indagaciones se pueden afrontar con heurísticas diferentes.

Por ejemplo, en la formación universitaria del profesorado de ciencias sería interesante plantear a nuestros estudiantes distintos ejemplos de actividades que pudieran realizar con sus alumnos, y que tuvieran que identificar cuáles serían adecuadas, considerando las características de la indagación escolar anteriormente descritas (Grandy y Duschl, 2007). Además, reflexionar acerca de las mejoras que se deben introducir, profundizando en su adecuado diseño.

Asimismo, se podría seguir una estrategia similar a la propuesta por Molebash, Bernie, Bell, Mason e Irvin (2002) con estudiantes de primaria y secundaria: comenzar a trabajar con actividades de indagación estructurada en las que el profesor proporcione tanto la pregunta como el plan para responderla, con el objetivo final de poder realizar indagaciones abiertas.

De esta forma, se plantearía una formación del profesorado basada en situaciones en las que tengan que poner en práctica tareas de indagación, para hacerlos conscientes de sus propias dificultades y aumentar la confianza en sí mismos, ya que, como señalan Liang y Richardson (2009), si en la formación inicial no se consigue que los futuros profesores se sientan confiados con esta forma de trabajar, se mantendrán poco familiarizados e incómodos cuando comiencen a desarrollar su labor profesional.

Lo que se presenta en este artículo es un estudio piloto, que servirá de base a un estudio más amplio, con mayor número de participantes, para el que se están planteando cambios metodológicos que incluyen, entre otros aspectos, la evaluación de la respuesta de referencia por el profesorado de la asignatura en la que se realiza la actividad, y la realización de entrevistas semiestructuradas a parte del alumnado participante. Salvando estas limitaciones, esperamos que este trabajo pueda servir para reflexionar sobre la formación del profesorado de ciencias.

Entre las competencias que han de adquirir los futuros docentes durante su formación inicial, son necesarias aquellas relacionadas con actitudes adecuadas hacia la naturaleza de la ciencia, hacia ellos mismos como profesores de ciencias y hacia cómo enseñar ciencias (Alake-Tuenter *et al.*, 2012). Pensamos que actividades como la que se presenta en este artículo pueden contribuir al desarrollo de estas competencias.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto EDU2012-38022-C02-01 financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad. Al Grupo de Investigación HUM-613, «Ciencias Experimentales y Transversalidad». A los profesores Manuel Fernández González y F. Javier Carrillo Rosúa, por su colaboración y comentarios durante la elaboración del artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAKE-TUENTER, E., BIEMANS, H. J. A., TOBI, H., WALS, A. E. J., OOSTERHERRT, I. y MULDER, M. (2012). Inquiry-Based Science Education Competencies of Primary School Teachers: A literature study and critical review of the American National Science Education Standards. *International Journal of Science Education*, 34 (17), pp. 2609-2640.
<http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2012.669076>
- ANDERSON. (1996). *Study of curriculum reform*. Washintong DC: U.S. Government Printing Office.
- CORTÉS GRACIA, A. L. y DE LA GÁNDARA GÓMEZ, M. (2006). La construcción de problemas en el laboratorio durante la formación de profesorado: una experiencia didáctica. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(3), pp. 435-450.
- CRUJEIRAS, B., JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. y GALLASTEGUI, J. R. (2013). Indagación en el laboratorio de química. Secuencia de actividades en que el alumnado de 3.º y 4.º de ESO diseñan experimentos. *Alambique*, 74, pp. 49-56.
- CRUJEIRAS, B. y PUIG, B. (2014). Trabajar la naturaleza de la ciencia en la formación inicial del profesorado planificando una investigación. *Educació Química*, pp. 55-61.

- CUEVAS, P., LEE, O., HART, J. y DEAKORT, R. (2005). Improving science inquiry with elementary students of diverse backgrounds. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, pp. 337-357.
<http://dx.doi.org/10.1002/tea.20053>
- DE PRO, A. (2013). Enseñar procedimientos: por qué y para qué. *Alambique*, 73, pp. 69-76.
- EUROPEAN COMMISSION. (2007). *Science Education Now: A Renewed pedagogy for the future of Europe*. Brussels: European Comission.
- EUROPEAN UNION. (2006). Recommendation of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 on key competences for lifelong learning. *Official Journal of the European Union*, 30-12-2006, L 394/10-L 394/18.
- FORBES, C. T. y DAVIS, E. A. (2010). Curriculum design for inquiry. Pre-service elementary teachers' mobilization and adaptation of science curriculum materials. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, pp. 820-839.
<http://dx.doi.org/10.1002/tea.20379>
- GIL QUÍLEZ, M. J., MARTÍNEZ PEÑA, M. B., DE LA GÁNADRA GÓMEZ, M., CALVO HERNÁNDEZ, J. M. y CORTÉS GRACIA, A. L. (2008). De la universidad a la escuela: no es fácil la indagación científica. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, 63 (22), pp. 81-100.
- GRANDY, R. y DUSCHL, R. A. (2007). Reconsidering the character and role of inquiry in school science: Analysis of a conference. *Science & Education*, 16, pp. 141-166.
<http://dx.doi.org/10.1007/s11191-005-2865-z>
- HUBBARD, P. y ABELL, S. (2005). Setting sail or missing the boat: Comparing the beliefs of preservice elementary teachers with and without an inquiry-based physics course. *Journal of Science Teacher Education*, 16, pp. 5-25.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10972-005-6026-7>
- KELLY, G. J. (2011). Scientific literacy, discourse and epistemic practices. In C. Linder *et al.* (eds.). *Exploring the landscape of scientific literacy* (pp. 61-73). New York: Routledge.
- LENA, P. (2011). International evidence shows teacher preparation is vital. In E. Yeomans (ed.). *Perspective on Education: Inquiry-Based Learning* (pp. 8-11). London: Welcome Trust.
- LIANG, L. L. y RICHARDSON, G. M. (2009). Enhancing prospective teachers' science teaching efficacy beliefs through scaffolded, student-directed inquiry. *Journal of Elementary Science Education*, 21, pp. 51-66.
- LUCERO, M., VALCKE, M. y SCHELLENS, T. (2013). Teachers' beliefs and self-reported use of inquiry in Science Education in Public Primary Schools. *International Journal of Science Education*, 35 (8), pp. 1407-1423.
<http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2012.704430>
- MCDONALD, S. y BUTLER SONGER, N. (2008). Enacting classroom inquiry: Theorizing teachers' conceptions on science teaching. *Science Education*, 27, pp. 45-60.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN y CIENCIA (2006). Real Decreto 1513/2006 por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la educación primaria. Boletín Oficial del Estado, 8 de diciembre, pp. 43053-43102.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN y CIENCIA (2007). Real Decreto 1631/2006 por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la educación secundaria obligatoria. Boletín Oficial del Estado, 5 de enero, pp. 677-773.
- MINNER, D. D., LEVY, A. J. y CENTURY, J. (2010). Inquiry-based science instruction-What is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), pp. 474-496.
<http://dx.doi.org/10.1002/tea.20347>

- MOLEBASH, P., BERNIE, D., BELL, R., MASON, C. y IRVING, K. (2002). Promoting student inquiry: WebQuest to web inquiry projects (WIPs) Disponible en línea: <http://webinquiry.org/WIP_intro.htm> (consulta: 25 de mayo de 2014).
- MULE, L. (2006). Preservice teachers' inquiry in a professional development school context: Implications for the practicum. *Teaching and Teacher Education*, 22, pp. 205-218.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.tate.2005.09.011>
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (2000). *Inquiry and the National Standards in Science Education*. Washington D. C: National Academy Press.
- NUFFIELD FOUNDATION (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. London: The Nuffield Foundation.
- RYDER, J. (2011). Scientific inquiry: learning about it and learning through it. In E. Yeomans (ed.). *Perspective on Education: Inquiry-Based Learning* (pp. 4-7). Welcome Trust: London.
- TANGGAARD, L. (2014). A Situated Model of Creative Learning. *European Educational Research Journal*, 13 (1), pp. 107-116.
<http://dx.doi.org/10.2304/eerj.2014.13.1.107>
- TORTOSA MORENO, M. (2013). Aprendizaje sobre disoluciones reguladoras de *pH* mediante indagación guiada utilizando sensores. *Enseñanza de las Ciencias*, 31 (1), pp. 189-211.
- WINDSCHITL, M. (2003). Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice? *Science Education*, 87(1), pp. 112-143.
<http://dx.doi.org/10.1002/sce.10044>

ANEXO

Nota. En la tabla final, que se les entregó sin la información de las dos últimas columnas, se recoge la respuesta de referencia.

¿Qué acciones se ponen en juego en una actividad de indagación?

A continuación se presenta un caso basado en hechos reales que podría darse en un aula de ciencias. Leedlo y responded a la actividad que le sigue.

Una profesora observa, durante su compra semanal, que puede elegir entre marcas distintas de jamón de York a precios distintos, y decide plantear a sus alumnos una actividad de indagación: ¿por qué el precio es distinto?

Al día siguiente lleva al aula tres muestras de jamón y plantea la pregunta a la clase. Los alumnos se organizan en pequeños grupos para discutirlo. La mayoría coinciden en que la diferencia de precio puede deberse a la calidad del jamón.

Uno de los alumnos comenta que su madre, que trabaja en un supermercado, le ha dicho que cuando un producto está a punto de caducar suelen ponerlo en oferta para venderlo rápido, así que la diferencia de precio puede guardar relación con la fecha en la que caducan. Entonces los alumnos comienzan a observar la fecha de caducidad de cada muestra. Tras comprobar que es similar en los tres casos, descartan esta opción y se centran en la primera: la calidad del jamón.

Una de las maneras fáciles de lograr un precio más bajo es añadiéndole algo de bajo coste, lo que disminuiría la calidad. Pero, ¿qué se le puede añadir al jamón de York para poder venderlo más barato? Antes de finalizar la clase la profesora, para dar una pista, escribe una palabra en la pizarra: «almidón». Pide a los alumnos que investiguen sobre ella.

Al día siguiente los alumnos han recogido la siguiente información:

- El almidón es un hidrato de carbono que nuestro organismo puede utilizar como nutriente y se encuentra en gran cantidad en el arroz y en la patata.
- El almidón tiene la propiedad característica de reaccionar con el yodo, apareciendo entonces un color azul oscuro o violeta.
- La prensa trae una noticia sobre una empresa que añadía almidón a los embutidos para darles consistencia y abaratar el producto.



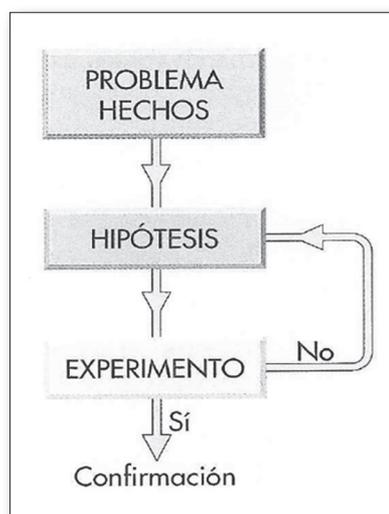
Para mostrar la reacción entre el yodo y el almidón, la profesora deja caer unas gotas de lugol (un reactivo de color rojizo que contiene yodo) sobre un trozo de patata, que rápidamente se torna azul oscuro intenso, casi negro (imagen izquierda).

Seguidamente ponen una muestra de cada marca de jamón en tres platos y añaden una gota de lugol a cada una. Se observa que en una de ellas, la de mayor precio, no hay cambio de color. De las otras dos, en una apenas hay cambio de color y en la otra, la más barata, se aprecia un cambio rápido a azul intenso. El cambio de color, pues, aumenta (por tanto la muestra contiene más almidón) conforme disminuye el precio.

La clase finalmente acepta que el precio del jamón (y su calidad) es menor cuanto mayor sea la cantidad de almidón que se le haya añadido. La diferencia de precio, en este caso, depende de la adición o no de aditivos ajenos a la carne.

La imagen de la derecha muestra el esquema de un proceso de indagación. A partir de ella y de la lectura realizada complete la tabla de la página siguiente.

- En la primera columna aparecen los pasos necesarios para realizar una actividad de indagación con el alumnado.
- En la segunda tenéis que relacionar cada etapa de indagación con «la investigación» realizada por el alumnado de primaria sobre la calidad del jamón de York.
- En la tercera tenéis que apuntar qué acciones concretas habría que realizar en cada una de estas etapas en relación con la «investigación» llevada a cabo por el alumnado del texto anterior.



Etapas de una actividad de indagación	¿Con qué se corresponde de la investigación mostrada?	¿Qué acciones concretas tendrían que llevar a cabo los alumnos en cada paso?
Identificación del problema (hechos)	¿Por qué el precio del jamón es distinto?	Búsqueda y selección de información relevante Identificación de la variable a estudiar
Elaboración de hipótesis	Hipótesis 1 (H1): Por la fecha de caducidad	Proponer posibles explicaciones al problema (hipótesis)
	Hipótesis 2 (H2): Por la adición de otros ingredientes	
Experimento (comprobación de hipótesis)	H1. Comprobar las fechas de caducidad	Localizar en las etiquetas las fechas de caducidad
	H2. Adición de lugol a cada muestra	Identificación de propiedades observables (cambio de color) Utilización de técnicas básicas (tinción) Utilización de una muestra patrón Toma de datos
Resultados	H1. Las fechas de caducidad son similares	Comparar las fechas de caducidad
	H2. La muestra de mayor precio no cambia de color, la de precio intermedio apenas se tiñe y la más barata lo hace en gran proporción	Comparar comportamientos de las distintas muestras al añadir lugol Reconocer pautas en los datos
Conclusiones	H1. El precio del jamón no depende de la fecha de caducidad (hipótesis refutada)	Contrastar los datos con las hipótesis iniciales Si la hipótesis no se cumple, elaborar nuevas hipótesis (H1 no se cumple y se enuncia H2) Comunicación de las conclusiones en base de los resultados obtenidos (uso de pruebas)
	H2. El precio del jamón es menor cuanto mayor sea la cantidad de almidón que se le haya añadido (hipótesis contrastada)	

Perceptions of pre-service science teachers in primary education about the steps and actions needed to carry out a school inquiry

J. M. Vílchez González

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Granada.
jmvilchez@ugr.es

B. Bravo Torija

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Zaragoza
bbtorija@unizar.es

Inquiry, understood as the activity in which students develop knowledge and understanding about the scientific ideas and about how scientists study the natural world, is considered one of the central tenets in Science Education (NRC, 2000). This implies a shift from the stress on the acquisition of canonical concepts to the importance of knowing how science is generated and validated, and the processes involved in it (Grandy and Duschl, 2007). To do so, teachers should be prepared with the knowledge and the skills to encourage students to formulate questions, to elaborate models, to gather and analyse data, or to evaluate alternative explanations. However, different studies have revealed serious shortcomings about how pre-service and in-service teachers design and develop inquiry-based activities. For instance in generating scientific questions, designing and conducting investigations or in drawing conclusions (Cortés Gracia y de la Gándara, 2006).

In this work, we take a step back and confront a group of pre-service primary teachers with a hypothetical «investigation» carried out by primary students in which they have to explain the differences among three brands of ham. We seek to examine which phases of this «investigation» are identified for the student teachers and which actions are considered in each of them. The study is framed in research about inquiry and teacher professional development.

The participants were 35 pre-service primary teachers from the University of Granada. The task included two parts: *a*) the fictional example designed taking into account the features recommended by the National Research Council for a scholar inquiry; and *b*) a table in which participants had to identify and describe the different phases of this inquiry task and to recognise the actions needed to carry out each of them. The data collected are the students' written productions.

In order to examine participants' answers, a reference framework was designed drawing on the summary of scientific skills elaborated by De Pro (2013), adapting it to our task. Then the data were subjected to three cycles of analysis, revising the framework until an agreement was reached.

The results show that the performance in the identification of phases is more appropriate than in the identification of actions. While all the phases are identified for at least 16 students, there are actions such as data recording or communication of the conclusions, which are identified only for one student. Only the action «Proposing alternative explanations for the problem» is recognised for 21 participants.

Regarding the identification of the actions, despite having the context, the majority of the participants use general terms such as designing an experiment, obtaining results or drawing conclusions, which match with the categories provided in the table.

From these results, we interpreted as Forbes and David (2010) that the pre-service teachers show a lack of knowledge about how scientific knowledge is constructed, having troubles to anticipate what students need to do in an inquiry activity.

Taking into account both, the difficulties encountered in the literature (Anderson, 1996; Lucero *et al.*, 2013) and our own results, we suggest that it is necessary to provide students teacher with opportunities to reflect about the nature of inquiry, the ways in which inquiry can be brought into the classrooms and the role of the students.