

# PREGUNTAS DE INDAGACIÓN Y CONTENIDOS DE CIENCIA ESCOLAR EN EL DISEÑO DE ACTIVIDADES EXPERIMENTALES: PREDILECCIONES DE LOS ESTUDIANTES DE PROFESORADO DE INFANTIL

Marta Cruz-Guzmán, Antonio García-Carmona y Ana María Criado.

*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Sevilla. España.*

**RESUMEN:** Esta comunicación presenta un análisis descriptivo sobre los tipos de preguntas formuladas por una muestra de 154 estudiantes de profesorado de Educación Infantil (EPEI) cuando diseñan actividades experimentales (AEx), y los contenidos de ciencia escolar elegidos para ello. Organizados en grupos pequeños, y tras recibir instrucción sobre la formulación de preguntas para promover indagaciones científicas escolares, los EPEI tenían libertad para elegir la temática sobre la que diseñar AEx. Los resultados muestran una predilección de los EPEI por contenidos de física para formular preguntas de alto orden, esto es, aquellas que requieren de una indagación científica para ser contestadas. Las preguntas relacionadas con la biología son escasas, y ninguna versa sobre contenidos de química, medioambiente, ciencias de la salud, etc.

**PALABRAS CLAVE:** actividad experimental, formación inicial del profesorado, aprendizaje por indagación, preguntas científicas.

**OBJETIVOS:** Las actividades experimentales (en adelante, AEx) son idóneas para promover indagaciones científicas en interacción directa con los fenómenos naturales que se estudian (Criado y García-Carmona, 2011); lo cual beneficia la comprensión de estos y el desarrollo de habilidades relacionadas con la práctica científica (Next Generation Science Standards [NGSS], 2013), entre otros aspectos. Si bien, para ello, las AEx deben propiciarse a partir de preguntas sugerentes y abordables por los alumnos mediante indagaciones científicas. En consecuencia, es esencial que los futuros profesores de las etapas educativas iniciales adquieran las habilidades didácticas para formular preguntas científicas que desencadenen AEx de corte indagativo en el aula. Así pues, el propósito de este trabajo es responder a las siguientes cuestiones: ¿Qué contenidos o tópicos de ciencia escolar eligen los estudiantes de profesorado de Infantil (EPEI) para formular preguntas que desencadenen una AEx indagativa? Y, ¿qué tipos de preguntas formulan en cada caso?

## MARCO TEÓRICO

Mediante una enseñanza de la ciencia basada en el uso literal y casi exclusivo del libro de texto, el alumnado de los niveles educativos iniciales posiblemente llegue a tener la impresión de que la ciencia da respuestas a preguntas que nadie se ha hecho, pues estos están llenos de explicaciones a modo de enciclopedia (Martins et al., 2014), que no vienen antecedidas de ninguna pregunta. Por ello, una competencia docente básica es saber formular preguntas que generen curiosidad en los alumnos para aprender sobre algún fenómeno mediante indagaciones científicas adecuadas a su nivel educativo (Harlen, 2012).

Durante la última década, distintos autores han detallado cómo deberían ser las preguntas para iniciar propuestas de aprendizaje de la ciencia por indagación (Hoffstein et al., 2005; Roca, Márquez y Sanmartí, 2013). Por ejemplo, Hoffstein et al. (2005) diferencia las preguntas *de bajo y alto orden*. Consideran *preguntas de alto orden* aquellas en las que aparece, al menos, una variable independiente y se cuestiona cómo afecta su modificación a la(s) variable(s) dependiente(s). En esta tipología se incluyen, entre otras, las preguntas *predictivas* (“¿qué pasará si ...?”) o *de relación* (“¿cómo influye ... en ...?”). Normalmente a estas preguntas solo se puede contestar con mayor indagación que las de bajo orden, y el manejo de unos conocimientos basados en modelos científicos de cierto grado de abstracción. Entre las preguntas de bajo orden se encuentran aquellas que demandan, por ejemplo, una descripción o una comparación.

Con base en esto, y otros planteamientos teóricos que no se incluyen por razones de espacio, además de análisis preliminares previos de los autores (Cruz-Guzmán, García-Carmona y Criado, 2016), se elaboró una rúbrica de referencia (tabla 1) para clasificar las preguntas de indagación formuladas por los EPEI.

Tabla 1.  
Rúbrica empleada en el análisis de las preguntas formuladas por los estudiantes de profesorado en sus diseños de AEx de carácter indagativo.

Características de las preguntas formuladas		Freq.	(%)
Tipos de preguntas	<i>De bajo orden</i> (no es necesaria o no es posible una indagación científica para contestar):		
	1. La pregunta busca una generalización o definición conceptual (“¿Qué es ...?”, “¿Cómo es ...?”).		
	2. La pregunta promueve una descripción sin ninguna trascendencia científica (e.g., “¿Qué has observado?”).		
	3. La pregunta se limita a “diferenciar” y/o “comparar” alguna variable en dos o más grupos, contextos o situaciones distintas, con una finalidad más descriptiva que indagadora.		
	4. La pregunta es de explicación causal, pero difícil de indagar científicamente (“¿Por qué ...?”).		
	<i>De alto orden</i> para una indagación científica:		
	5. La pregunta requiere una comprobación (“¿Cómo comprobarías ...?”).		
6. La pregunta es de tipo predictivo (“¿Qué pasará si ...?”).			
7. La pregunta es de relaciones: causalidad, asociación, tendencia y / o interacción entre dos o más variables (“¿Cómo influirá ... en ...?”, “¿Cómo cambiará ... si ...?”).			

## METODOLOGÍA

### Participantes y contexto

El estudio se llevó a cabo con 154 EPEI de la Universidad de Sevilla, pertenecientes a dos grupos clase a los que impartió docencia la primera autora. La muestra fue seleccionada por su accesibilidad en el momento del estudio; es decir, elegida por conveniencia.

Los participantes mostraban las características habituales de los estudiantes de maestro (García-Carmona y Cruz-Guzmán, 2016), es decir, con una mayoría de ellos con baja predilección por la ciencia y su enseñanza, y una competencia científica básica manifiestamente mejorable.

En la formación en didáctica de la ciencia de los EPEI se intenta que logren un desarrollo inicial de competencias docentes básicas en relación con: las finalidades de la educación científica básica; el conocimiento de las concepciones de los niños y sus dificultades para aprender ciencia; el currículo de ciencia escolar; la selección y organización de contenidos; las estrategias para la enseñanza/aprendizaje de la ciencia; y la evaluación. El diseño y la experimentación de AEx como indagación se integran dentro del penúltimo de estos bloques.

### Proceso de clasificación de las preguntas de los EPEI

Las preguntas formuladas por los EPEI para iniciar una AEx de naturaleza indagativa, se clasificaron teniendo en cuenta el contenido escolar por el que preguntaban y el tipo de pregunta formulada, de acuerdo con la rúbrica de la tabla 1.

Para realizar esta doble clasificación, se empleó un método de análisis que combinó procesos *intra-jueces* e *inter-jueces*. Así, una de las investigadoras hizo una clasificación preliminar de las respuestas, que retomó y modificó en ocasiones sucesivas hasta obtener una primera clasificación completa. Este proceso llevó varios meses. A continuación, esta clasificación fue sometida a escrutinio por los otros dos investigadores, a fin de determinar coincidencias y discrepancias. El grado de coincidencia fue mayoritario (superior al 90%), y los pocos casos de discrepancias fueron sometidos a discusión hasta alcanzar un acuerdo por mayoría de jueces sobre la clasificación que podía ser más oportuna.

## RESULTADOS

### Contenidos o tópicos de ciencia escolar elegido y el tipo de pregunta formulada al diseñar la AEx

En la tabla 2 (anexo) se presentan los contenidos o tópicos de ciencia escolar que eligieron los EPEI para formular sus preguntas de indagación. La mayoría de las preguntas estaban relacionadas con la física (81%). Tal vez ello se deba a que son fenómenos apreciados por los EPEI como facilitadores de la experimentación y el control de variables. Este resultado contrasta, sin embargo, con la animadversión que suelen mostrar los estudiantes de profesorado de niveles elementales hacia esta disciplina científica frente a otras como, por ejemplo, la biología (Mellado et al., 2014). No obstante, hay contenidos de física, como el electromagnetismo o el sonido, que no son elegidos en las preguntas planteadas, y los fenómenos ópticos recibieron una atención meramente testimonial.

En segundo término, se propusieron preguntas relacionadas con la biología, pero a una distancia porcentual considerable (19%) respecto a las de física. Con respecto a los fenómenos biológicos,

destaca que los EPEI consiguieron formular preguntas de alto orden; especialmente preguntas que demandaban una indagación escolar sobre las funciones de alimentación y relación de los animales, o los requerimientos necesarios para el proceso de la fotosíntesis. Por ejemplo:

“¿Cómo afecta la luz solar al crecimiento de las plantas?”

Quizás esto último se deba a que los EPEI suelen sentirse más seguros o con una mayor formación en contenidos de biología que de física, respecto a los cuales tienen generalmente un conocimiento más limitado cuando inician su formación docente (Annetta y Dotger, 2006; Menon, 2015).

Dentro de los contenidos relacionados con la física, algunos de estos solo fueron tratados con preguntas conceptuales o descriptivas, por tanto, de bajo orden; por ejemplo, la siguiente pregunta para indagar sobre la tensión superficial:

“Teniendo un vaso con aceite y con agua, ¿qué ocurre con una gota de tinta al pasar por el aceite? ¿Y al pasar por el agua?”

Otros contenidos de física fueron aludidos con preguntas de alto orden, tales como la flotabilidad de los cuerpos, la aceleración gravitatoria, la fuerza del viento, la propagación de la luz, la influencia de la temperatura en las disoluciones, y los cambios de estado de forma mayoritaria. Posiblemente estos fenómenos fueron elegidos por prestarse, en principio, a la manipulación experimental en el ámbito escolar. Ejemplos de preguntas al respecto:

“¿Cómo afecta la salinidad del agua a la flotabilidad de un cuerpo?”

“¿Influye la temperatura de la leche para que el cola-cao se disuelva totalmente?”

“¿Cómo afectan los cambios de temperatura al estado natural del agua?”

Por otro lado, se apreció que, excepto en las relativas a contenidos de física, las preguntas descriptivas y comparativas fueron escasas. Este resultado supone una carencia que debe ser atendida en la formación de EPEI, ya que estos tipos de preguntas son esenciales para conducir indagaciones orientadas a explicar cómo es un objeto, un material o un organismo, en los niveles educativos iniciales (García-Carmona, Criado y Cañal, 2014; Martí, 2012).

Además, ninguna de las cuestiones formuladas versaron sobre aspectos de química, ciencias de la tierra, o ciencias de la vida, aun teniendo los EPEI libertad de elección en sus propuestas. Se ha de remarcar que no se influyó en ello con la instrucción llevada a cabo; de hecho, las ejemplificaciones utilizadas abarcaban distintas áreas científicas. Por ejemplo, se propusieron, entre otros, la identificación de las variables dependiente e independiente en la relación “consumo de calcio y densidad ósea”, o el efecto de las aguas ácidas en el riego de plantas.

## CONCLUSIONES

En este trabajo se ha analizado la tipología de las preguntas formuladas por los EPEI en el diseño de AEx, y los contenidos de ciencia escolar elegidos para ello. Se concluye que los contenidos relacionados con la mecánica son los más recurrentes para formular preguntas de alto orden. Las preguntas relacionadas con contenidos de biología son escasas aunque la mayoría también son de alto orden. Asimismo, no son considerados contenidos relacionados con la química, ciencias ambientales, ciencias de la salud, etc. Respecto a esto último, quizás una razón sea que, aun siendo temáticas que pueden interesar a los EPEI no encuentran preguntas de indagación propicias para realizar AEx factibles en un aula de Infantil, a diferencia de los contenidos de física señalados.

La dificultad de los EPEI para plantear indagaciones relacionadas con contenidos de biología, química o ciencias de la vida, debería condicionar los planes de instrucción, al respecto. Para ello, en la formación de estos futuros docentes se pueden proponer ejemplos de preguntas investigables sobre esos contenidos para que se familiaricen y diseñen las AEx correspondientes. En esto se debería prestar especial atención a preguntas de bajo orden, tales como las descriptivas y comparativas. Estos tipos de preguntas son claves en los niveles educativos iniciales para ir sentando las bases apropiadas que ayuden a los escolares a abordar, en los cursos sucesivos, AEx de mayor envergadura científica como las de relación entre variables.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se enmarca dentro del Proyecto de Excelencia de I+D EDU2013-41003-P.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANNETTA, L. A., y DOTGER, S. (2006). Aligning preservice teacher basic science knowledge with INTASC I and NSTA core content standards. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 2(2), 40-58.
- CRUZ-GUZMÁN, M., GARCÍA-CARMONA, A. y CRIADO, A.M. (2016). Preguntas que plantean los futuros maestros al diseñar una actividad experimental. En *XXVII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Congreso organizado por la Universidad de Extremadura, Badajoz, España.
- CRIADO, A. M. y GARCÍA-CARMONA, A. (2011). Las experiencias prácticas para el Conocimiento del Medio (Natural y Tecnológico) en la formación inicial de maestros. *Investigación en la Escuela*, 74, 73-88.
- GARCÍA-CARMONA, A., CRIADO, A. M. y CAÑAL, P. (2014). Alfabetización científica en la etapa 3-6 años: Un análisis de la regulación estatal de enseñanzas mínimas. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(2), 131-149.
- GARCÍA-CARMONA, A. y CRUZ-GUZMÁN, M. (2016). ¿Con qué vivencias, potencialidades y predisposiciones inician los futuros docentes de educación primaria su formación en la enseñanza de la ciencia? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(2).
- HARLEN, W. (2012). Inquiry in science education. In S. Borda (Coord.), *Resources for implementing inquiry in science and mathematics at school*. Retrieved from <http://fibonacci.uni-bayreuth.de/resources/resources-for-implementing-inquiry.html>
- HOFSTEIN, A., NAVON, O., KIPNIS, M., y NAMLOK-NAAMAN, R. (2005). Developing student's ability to ask more and better questions resulting from inquiry-type chemistry laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(7), 791-806.
- MARTÍ, J. (2012). *Aprender ciencias en la educación primaria*. Barcelona: Graó.
- MARTINS, R., TORRES, J., MOUTINHO, S., SANTOS, J., y VASCONCELOS, C. (2014). El cuestionamiento en la clase de Ciencias: Desde los libros de texto hasta la formulación de preguntas por los estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 22(3), 251-256.
- MELLADO, V., BORRACHERO, A. B., BRÍGIDO, M., MELO L. V., DÁVILA, M. A., CAÑADA, F., ... y BERMEJO, M. L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11-36.
- MENON, D. (2015). *Development of preservice elementary teachers' science self-efficacy beliefs and its relation to science conceptual understanding* (Tesis doctoral). University of Missouri-Columbia, Estados Unidos.
- NGSS (2013). *The Next Generation Science Standards: For States, by States*. Washington, DC: National Academy of Sciences.

## ANEXO

Tabla 2.  
Características de las preguntas formuladas  
según el ámbito o dominio de ciencia escolar seleccionado

Áreas ciencia	Temáticas	Contenidos de ciencia escolar implicados	BO <sup>1</sup>				AO <sup>2</sup>		
			Cp <sup>3</sup>	Ds <sup>4</sup>	Cmp <sup>5</sup>	ExC <sup>6</sup>	Cmb <sup>7</sup>	Prd <sup>8</sup>	DR <sup>9</sup>
Física	Propiedades de los fluidos	Tensión superficial		1					
		Densidad		1				1	1
	Fuerzas	Equilibrio de fuerzas: P y E (Flotabilidad)						1	4
		Aceleración gravitatoria						1	
		Otras (viento)							1
	Cambios de estado	Fusión, solidificación, condensación y evaporación	1	1			2	2	3
	Óptica	Colores			1		2	1	
		Propagación de la luz (sombras, arcoíris)							1
Disoluciones	Influencia de la Temperatura							1	
Biología	Animales	Funciones de los animales (alimentación y relación)							2
	Botánica	Requerimientos para la fotosíntesis					1		2
		Alimentación de las plantas carnívoras	1						

<sup>1</sup>BO: Bajo orden; <sup>2</sup>AO: Alto orden; <sup>3</sup>Cp: Conceptuales; <sup>4</sup>Ds: Descriptivas; <sup>5</sup>Cmp: Comparativas; <sup>6</sup>ExC: Explicación Causal; <sup>7</sup>Cmb: Comprobación; <sup>8</sup>Prd: Predictivas; <sup>9</sup>DR: De Relaciones.