

INDAGANDO LA FORMACIÓN DE IMÁGENES EN LA RETINA CON AYUDA DE LA CÁMARA OSCURA: UNA EXPERIENCIA CON FUTUROS MAESTROS

Granada Muñoz-Franco, Ana M^a Criado García-Legaz, Antonio García-Carmona
Universidad de Sevilla

RESUMEN: Se presenta parte de los resultados de una investigación más amplia, realizada con estudiantes de maestro de Primaria, en el que se utiliza la cámara oscura como recurso idóneo para aprender ciencia por indagación. Se analizan las ideas que tenían los estudiantes en relación a las características de la imagen formada en nuestra retina, y la evolución de estas tras la realización de las actividades de indagación propuestas. Los datos han sido recogidos mediante cuestionarios de preguntas abiertas, cuyas respuestas han sido categorizadas en tres niveles. Los resultados indican que la utilización de la cámara oscura favoreció un progreso significativo de las ideas de los estudiantes sobre el tópico.

PALABRAS CLAVE: aprendizaje por indagación, cámara oscura, formación de imágenes, formación inicial de profesorado

OBJETIVOS: La enseñanza de las ciencias requiere de la inclusión de trabajo práctico en el aula para favorecer el desarrollo de la competencia científica (García-Carmona, Criado y Cruz-Guzmán, 2016; Criado y García-Carmona, 2011a). En este sentido, con la reservas que conlleva la investigación consolidada, hay bastante consenso en las bondades del aprendizaje de la ciencia a través de enfoques basados en la indagación (Abd-El-Khalick et al. 2004; Harlen 2013), en los que se enmarca nuestro trabajo. Si bien, somos conscientes de que no está exenta de dificultades (García-Carmona, Criado, Cruz-Guzmán, 2016).

El trabajo que aquí se presenta forma parte de un estudio más amplio que tiene como finalidad determinar la efectividad didáctica de la cámara oscura como recurso para aprender indagando. Así, se ha diseñado una secuencia de actividades de perfil indagativo, utilizando la cámara oscura de visión directa. El objetivo de la investigación que se aborda en este estudio es determinar en qué medida evolucionan las ideas del alumnado sobre cómo es la imagen que se forma en nuestra retina respecto al objeto observado.

MARCO TEÓRICO

En general, se considera que las propuestas didácticas bajo un enfoque indagador pueden favorecer el aprendizaje de la ciencia y contribuir al desarrollo de habilidades sobre los procesos de la ciencia (Cañal, García-Carmona y Cruz-Guzmán, 2016; Caamaño, 2012; Woodley, 2009). En ellas los alumnos tienen la oportunidad de protagonizar su propio proceso de aprendizaje; sienten, observan, reflexionan y son capaces de comunicar lo vivido y aprendido (Acosta et al., 2001; Pro y Rodríguez, 2010). En este sentido es necesario que la enseñanza de la ciencia en el ámbito universitario involucre al alumnado en trabajos de carácter práctico (Banet, s.f). Así, los trabajos de investigación realizados con profesores en formación revelan que estos responden muy bien a este enfoque, con las orientaciones adecuadas del formador. Además, reconocen su valor didáctico, *cambiando* y, esto es importante, *su perspectiva respecto a la ciencia escolar y la manera de enseñarla* (Criado y García-Carmona, 2011b); algo necesario en los futuros docentes para que lleven a las aulas actividades diferentes a las prototípicas de la metodología tradicional aún existente en la mayoría de las aulas de Primaria (Cañal, Criado, García-Carmona, Muñoz, 2013).

En este sentido, Criado, Del Cid y García-Carmona (2007) proponen la utilización de la cámara oscura en el aula de ciencia dentro de una secuencia por indagación, que ha inspirado, en parte, la investigación que se presenta.

METODOLOGÍA

En este estudio participaron estudiantes del Grado de Educación Primaria que cursaban la asignatura de Didáctica de las Ciencias. La muestra estuvo formada por 108 alumnos organizados en 26 equipos de trabajo.

Como hemos apuntado, el estudio forma parte de una investigación más completa y comprende análisis cuantitativos (test) y cualitativos (entrevistas grupales, diario, etc.). En lo referido al análisis cuantitativo, se emplea un método de pretest-postest con el que se valora la evolución de conceptos, procedimientos y actitudes abordados en la propuesta didáctica. El test contiene 14 preguntas de respuestas abiertas entre las que se encuentra la pregunta que se analiza aquí (véase la figura 1). Por limitaciones de espacio, en este trabajo se aportan solo resultados procedentes del test y de las entrevistas grupales que nos permiten dar respuesta al objetivo anteriormente señalado.


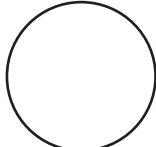
4. Dibujad cómo será la imagen de la manzana que se forma en nuestra retina.	
	
Objeto (Exterior del ojo)	Imagen del objeto (interior del ojo: retina)

Fig. 1. Pregunta a realizar por el alumnado en pretest/postest



Diseño de la rúbrica de evaluación del cuestionario pretest/postest

Para la elaboración de la rúbrica de evaluación del cuestionario se han tenido en cuenta los resultados obtenidos en las fases de pilotaje realizadas (Muñoz-Franco, 2016), la bibliografía revisada y la opinión de expertos externos a la investigación. Se establecen tres niveles para definir las ideas de los alumnos en cada pregunta:

- Nivel 1: conocimiento inadecuado en relación a la pregunta experta.
- Nivel 2: conocimiento adecuado pero incompleto en relación a la respuesta experta.
- Nivel 3: conocimiento deseable, coincidente con la respuesta experta en los términos definidos.

La rúbrica correspondiente a la pregunta se recoge en la tabla 1.

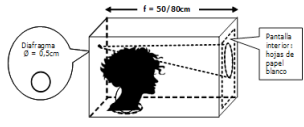

Tabla 1.
Rúbrica de evaluación de la pregunta que se analiza

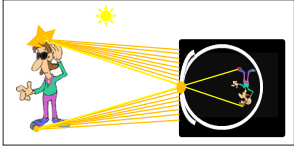
<i>Pregunta Pretest/Postest</i>	<i>Respuesta experta</i>		<i>Categorización</i>
4. Dibujad cómo será la imagen de la manzana que se forma en nuestra retina.			Nivel 3. La imagen dibujada coincide con la que aparece en la respuesta experta. Nivel 2. La imagen dibujada aparece invertida solo arriba/abajo o derecha/izquierda. Nivel 1. La imagen que se forma en la retina no sufre ningún cambio respecto al objeto observado.
	Objeto (Exterior ojo)	Imagen del objeto (interior ojo: retina)	

Secuencia de actividades

A continuación, en la tabla 2 se presenta un extracto de las actividades, incluidas en la secuencia indagativa que se ha diseñado.

Tabla 2.
Secuencia de actividades

<i>ACTIVIDAD</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
¿Qué es una cámara oscura?  Esquema cámara oscura de longitud fija	Antes de empezar con la indagación es necesario familiarizarse con algunas cuestiones. Se pregunta al alumnado si saben lo que es una cámara oscura, ya que trabajaremos con ella. En su cuaderno de investigación tienen dos esquemas que muestran cómo es una cámara oscura, cuáles son sus partes y cómo ha de estar colocada nuestra cabeza para ver la imagen que se formará en ella. Se muestra al alumnado dos cámaras reales con las que trabajarán y se explica sobre ellas lo que aparece en el documento de trabajo.
¿Qué es una imagen?	Durante la indagación debemos fijarnos en la imagen proyectada en el interior de la cámara oscura y en sus características, por lo tanto es necesario recordar qué es una imagen.
¿Cómo se forman las imágenes en la cámara oscura?	Para comprender el funcionamiento de la cámara oscura y por qué es un dispositivo que puede ayudarnos a comprender cómo es posible que veamos (las analogías existentes con nuestros ojos) es necesario dialogar sobre la evolución de nuestro ojo y cómo veíamos en los tres momentos evolutivos que se muestran en el cuaderno de investigación del alumnado.
¿Cómo evolucionó nuestro ojo hasta hacer posible la formación de imágenes en la retina?	Partiendo del esquema que se muestra en el cuaderno de investigación se dialoga y reflexiona sobre la evolución del ojo y la formación de imágenes. 

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
¿Cómo se forma una imagen en el interior de la cámara oscura? ¿Qué analogías existen con nuestro ojo?	<p>Con anterioridad cada equipo ha diseñado un dispositivo que sirviera para poder explicar el mecanismo mediante el cual se llegan a formar imágenes en nuestra retina (entre ellos se encontraba la cámara oscura) mostrando en ellos las analogías con el mecanismo de formación de imágenes en nuestros ojos.</p> 
Trabajo de campo con la cámara oscura	El alumnado sube a la azotea de la facultad para observar lo que acontece en el interior de la cámara oscura al observar a un compañero, edificio, árbol etc. Toman nota de los datos necesarios para comprobar las hipótesis formuladas a los problemas de indagación que se proponen en su cuaderno de trabajo.

RESULTADOS

¿Cómo es la imagen que se forma en nuestra retina respecto al objeto observado?

En la figura 2 se puede observar la evolución de las ideas del alumnado. Así, destacamos que inicialmente el 26,9% del alumnado se situaba en el nivel 1 y tras la realización de las actividades propuestas solo el 3,8% del alumnado se sitúa en dicho nivel, estando un 57,7% en el nivel de conocimiento deseable.

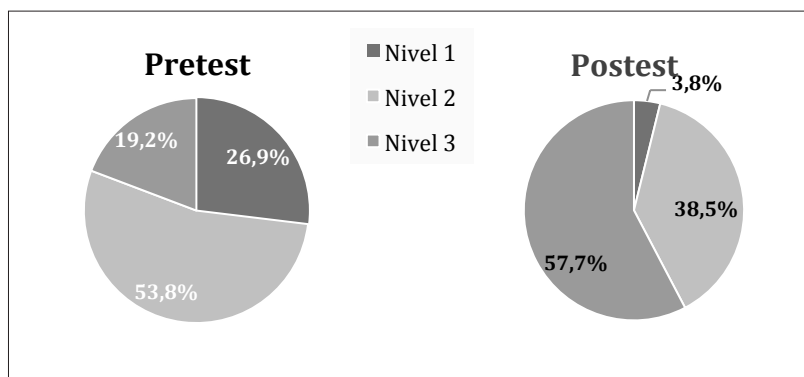


Fig. 2. Nivel de conocimiento de los equipos

Con el fin de estudiar la evolución de cada equipo, nos interesa saber en qué nivel se encontraba cada uno de ellos y cuál es el avance que han sufrido de manera individual. En la figura 3 se puede observar el nivel de conocimiento en el que se sitúan los diferentes equipos en el pretest y postest.

NIVEL FINAL (POSTEST)		E1-E6-E7-E8-E10- E11-E13-E14-E16-E17 E19-E20-E21-E23-E24
	E2-E3-E4-E5-E9 E12-E15-E18-E25-E26	Nivel 3
		E1-E3-E7-E9-E12
E22	Nivel 2	
	E2-E4-E5-E6 E8-E10-E11-E13-E15 E16-E18-E19-E20-E21	
Nivel 1	NIVEL INICIAL (PRETEST)	
E14-E17-E22 E23-E24-E25-E26		

Fig. 3. Nivel de conocimiento de cada equipo

En la figura 4 puede verse, con mayor claridad, cuál ha sido el cambio que se ha producido en cada equipo. Así, podemos observar que en el 30,7% de los equipos, concretamente en E1, E2, E4, E5, E7, E15, E18 y E22 no se produce movimiento en ningún sentido, permaneciendo los grupos E1 y E7 en el nivel deseable, no habiendo evolución hacia uno u otro nivel en el 23% de la muestra. Esto puede tener su origen en el planteamiento del trabajo de campo que se realizó y que quizás no permitió al alumnado fijarse más detenidamente en la inversión producida en la imagen proyectada en el interior de la cámara oscura.

Se produce evolución positiva en los grupos E6, E13, E14, E16, E17, E19, E20, E21, E23, E24, E25 y E26, lo que representa el 46,2% de los participantes, siendo en los equipos E14, E17, E23 y E24 en los que se da una mayor progresión pasando del nivel 1 al 3.

Hay equipos (11,5%) que han sufrido una evolución negativa, en los que su conocimiento final se sitúa un nivel por debajo del inicial, es el caso de los equipos E3, E9 y E12. Estos tres equipos presentaban en el pretest el nivel deseable, sin embargo en el postest presentan los tres el mismo cambio: la imagen de la manzana que se forma en nuestra retina sólo aparece invertida en la dirección arriba-abajo respecto a la manzana (objeto), mientras que en el pretest la respuesta contemplaba además la inversión derecha-izquierda. Aunque no se trata de una regresión que los sitúe a olvidar la inversión más patente de la imagen (arriba-abajo). Este resultado fue corroborado en la entrevista que se realizó a este alumnado. Pese a esta pequeña regresión, es de resaltar que en el postest sólo ha quedado un equipo que no contemple algún tipo de inversión en la imagen.

E1	=	E8	#	E15	=	E22	=	<table border="1"> <tr> <td>Permanece en el mismo nivel</td><td>=</td> </tr> <tr> <td>Sube un nivel</td><td>↑</td> </tr> <tr> <td>Sube dos niveles</td><td>↑↑</td> </tr> <tr> <td>Baja un nivel</td><td>↓</td> </tr> </table>	Permanece en el mismo nivel	=	Sube un nivel	↑	Sube dos niveles	↑↑	Baja un nivel	↓
Permanece en el mismo nivel	=															
Sube un nivel	↑															
Sube dos niveles	↑↑															
Baja un nivel	↓															
E2	=	E9	\$	E16	#	E23	##									
E3	\$	E10	#	E17	##	E24	##									
E4	=	E11	#	E18	=	E25	#									
E5	=	E12	\$	E19	#	E26	#									
E6	#	E13	#	E20	#											
E7	=	E14	##	E21	#											

Fig. 4. Síntesis del cambio producido en cada equipo

CONCLUSIONES

El análisis de los datos y la comparación pretest – postest nos indica que, tras la realización de las actividades, los equipos muestran una evolución favorable, y hay un notable ascenso de los equipos que se sitúan en el nivel más alto. Aún así se han observado algunos retrocesos que serán objeto de análisis en un estudio futuro.

Por otra parte, un 23% del alumnado se mantiene en el nivel inicial, no evolucionando hacía el conocimiento deseable. Esta situación pensamos que podía no haberse dado, o haberlo hecho en menor medida, si las cuestiones a observar por el alumnado se hubieran hecho en diferentes intervalos de tiempo.

Estos datos toman como referencia una respuesta experta en la que solo se consideran adecuados los dibujos que contemplan tanto una inversión en la dirección arriba-abajo como en la dirección izquierda-derecha. Si se admite la primera condición como un nivel de conocimiento mejorado (respecto a no considerar ninguna inversión de la imagen), los resultados se valoran como bastante satisfactorios. Ello se explica porque utilizando el recurso, los estudiantes han podido observar, por ellos mismos, cómo las imágenes que aparecen en la pantalla de sus cámaras oscuras están invertidas, siendo la inversión en la dirección arriba-abajo la que más fácilmente se observa y más les impacta. Hecho que hemos podido comprobar en la observación realizada durante la toma de datos en las que los alumnos se sorprendían de ver al revés las imágenes de los compañeros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA M.C, CARMONA, M.C., FLORES, A.M., RIDAURA, E., SÁNCHEZ, M.C., DE LA TORRE, M., VÁZQUEZ, N. y VELA, R. (2011). Taller de ciencias: Investigo las plantas. *Investigación en la escuela*, 74, 23-34.
- ABD-EL-KHALICK, F., BOUJAOUDE, S., DUSCHL, R., LEDERMAN, N. G., MAMLOK-NAAMAN, R., HOFSTEIN, A., NIAZ, M., TREGUST, D., & TUAN, H.-L. (2004). *Inquiry in science education: International perspectives. Science Education*, 88(3), 397-419.
- BANET, E. (s.f.). Actividades prácticas en la enseñanza universitaria (Ciencias experimentales y de la salud). Recuperado de: https://www.um.es/c/document_library/get_file?uuid=aaadc037-5ec2-4fff-9ea1-e8f95bdf52ae&groupId=316845
- CAAMAÑO A. (2012). ¿Cómo introducir la indagación en el aula? *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70.
- CAÑAL, P., GARCÍA-CARMONA, A y CRUZ-GUZMÁN, M. (2016). *Didáctica de las Ciencias Experimentales en Educación Primaria*. Madrid: Paraninfo.
- CAÑAL, P., CRIADO, A.M., GARCÍA-CARMONA, A. y MUÑOZ, M.G. (2013). La enseñanza relativa al medio en las aulas españolas de educación infantil y primaria: concepciones didácticas y práctica docente. *Investigación en la Escuela*, 81, 21-42.
- CRIADO, A.M.; DEL CID, R. y GARCÍA-CARMONA, A. (2007). La cámara oscura en la clase de ciencias: fundamento y utilidades didácticas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la Ciencia*, 4(1).p.p.123-140.
- CRIADO, A.M. y GARCÍA-CARMONA, A. (2011a). *Investigando las máquinas y artefactos. Proyecto Curricular Investigando Nuestro Mundo (6-12)*. Sevilla: Díada.
- (2011b). 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.; CRUZ-GUZMÁN, M. (2016). Primary pre-service teachers' skills in planning a guided scientific inquiry. *Research in Science Education*, pp. 1-22. Recuperado de: <http://link.springer.com/article/10.1007/s11165-016-9536-8>.

- HARLEN, W. (2013). *Assessment & Inquiry-Based Science Education: Issues in Policy and Practice*. Trieste: IAP.
- MUÑOZ-FRANCO, G. (2016). *La cámara oscura como recurso en la enseñanza de la ciencia por indagación. Análisis de su efectividad didáctica*. (Plan de Investigación inédito). Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Sevilla.
- PRO, A. DE y RODRÍGUEZ, J. (2010) Aprender competencias en una propuesta para la enseñanza de los circuitos eléctricos en educación primaria. *Enseñanza de las ciencias*, 28, 385–404.
- WOODLEY, E. (2009). Practical work in school science – why is it important? *Schools Science Review* 91, 49-51.

