

# La elaboración de una unidad didáctica sobre “la luz y la visión”: análisis de las barreras históricas y su relevancia en la enseñanza

<sup>1</sup>Osuna García, Luis, <sup>2</sup>Martínez Torregrosa, Joaquín

<sup>1</sup> I.E.S. “Luis García Berlanga. San Juan. Alicante

<sup>2</sup> Didáctica de las Ciencias Experimentales. Departamento de Educación A.O. Didáctica. Universidad de Alicante.

## Introducción y planteamiento del problema

Desde el punto de vista del modelo de enseñanza por investigación, MEPI (Gil, 1993, Martínez Torregrosa et al., 1993), el problema de planificar la enseñanza de la luz y la visión en la Enseñanza Secundaria requiere:

- Organizar los temas a partir de situaciones problemáticas abiertas, de interés, que deban ser acotadas y precisadas para ser operativas, etc.
- Estructurar la enseñanza de manera que existan ocasiones para formular hipótesis (invención de conceptos y modelos,...), diseñar estrategias para poner a prueba la validez de lo inventado (en trabajos prácticos, en la confección de planes de trabajo,..), analizar resultados, identificar problemas abiertos, etc.
- Que exista interacción social en los grupos de trabajo y entre ellos para explicitar los criterios y pruebas para la producción y aceptación de conocimientos, para valorar los avances científicos, etc.

Desde esta propuesta, para organizar la enseñanza de la “luz y la visión” es necesario abordar preguntas como estas: ¿qué problemas están en el origen de las teorías que queremos que pasen a formar parte de la forma

de pensar de nuestros alumnos? y, como consecuencia, ¿qué problema se puede plantear para originar la estructura del tema? y, suponiendo un ambiente que suministre oportunidades para la apropiación de la epistemología científica, ¿qué estrategia se debería seguir para avanzar en la solución al problema planteado?

Esto requiere organizar la enseñanza, no entorno a los conceptos fundamentales, sino entorno a los problemas que están en el origen de los conceptos que queremos que aprendan. Para hacer esto posible se exige que quienes diseñan la unidades didácticas posean un conocimiento problematizado del tema que pretenden elaborar. El análisis histórico y epistemológico en el campo de la luz y la visión permite identificar qué problemas están en el origen de los conceptos que queremos enseñar, así como los obstáculos y las ideas que permitieron su superación.

No obstante no basta con esto, ya que si la finalidad del estudio es didáctica, es decir, si está destinado a poder realizar una estructura problematizada relevante y factible para los estudiantes implicados, debe ir acompañado, además, de una investigación empírica para asegurarnos de su relevancia para el aprendizaje y la enseñanza. Lo que es equivalente, de la necesidad de dedicarles atención en nuestras clases si deseamos conseguir un aprendizaje sólido.

En esta comunicación presentamos los resultados del análisis histórico sobre la evolución de las ideas científicas en el campo de la luz y la visión que se concretan en la identificación de barreras conceptuales e ideas que permitieron superarlas y de los resultados del estudio empírico realizado con esta finalidad.

## Análisis de las barreras históricas sobre la “luz y la visión”

El análisis histórico y de la filosofía de la ciencia acerca de la evolución de las ideas de la luz y la visión (Ferraz, 1974) revela la existencia de un conjunto de barreras conceptuales y epistemológicas que estuvieron impidiendo formalizar una teoría de la luz y de la visión que fuera capaz de explicar los fenómenos de la visión directa de los objetos y de la visión indirecta o catóptrica.

De este estudio se deduce que las primeras teorías no fueron sobre la luz como fenómeno físico independiente, sino que antes de abordar el problema de su naturaleza, los filósofos naturales se ocuparon de entender el fenómeno de la visión de los objetos y de las “ilusiones” que se observan con espejos y otros dispositivos. Pero construir una teoría explicativa de la visión supuso:

- Elaborar un sistema representativo de tipo geométrico del que derivar leyes físicas.
- Superar la concepción de “ojo activo” en la visión.
- Considerar a la luz como una entidad física independiente en el espacio.
- Considerar a los objetos que se ven como fuentes de luz.
- Idealizar las fuentes de luz como conjunto de puntos luminosos.
- Construir el concepto de imagen óptica y unido a él un modelo de ojo como instrumento óptico.

- Considerar la heterogeneidad de la luz para acercarse al problema de sensación de color.

En el orden epistemológico, el análisis histórico, también revela que los conceptos básicos de la óptica geométrica (propagación rectilínea, reflexión, refracción, imagen óptica, etc.) se fueron construyendo como hipótesis para explicar los fenómenos de la visión y no como consecuencias empíricas de una determinada concepción de la naturaleza de la luz. Así, por ejemplo, las ideas sobre la reflexión o sobre la refracción de la luz, fueron inventadas para avanzar en la explicación de cómo vemos al mirar hacia un espejo o hacia un objeto sumergido en el agua. Por lo que dentro de una estructura problematizada del tema, la cuestión **¿cómo vemos?** permite organizar la enseñanza y, de esta forma, los conceptos fundamentales de la óptica geométrica serían construidos como invenciones lógicas necesarias para formular una teoría que de respuesta a este problema.

Para mostrar la utilidad para la enseñanza de estas ideas es necesario realizar un estudio empírico que muestre que:

1. Los alumnos que no han sido formados en este campo de la Física cuando se enfrentan a la explicación de fenómenos ópticos familiares o a describir cómo vemos los objetos, presentan dificultades que ponen de manifiesto la existencia de barreras conceptuales y epistemológicas análogas a los planteados anteriormente. Las investigaciones didácticas sobre ideas alternativas de los estudiantes pueden interpretarse como consecuencia de la existencia de estas barreras históricas (Galili y Hazan, 2000; Saxena, 1991, etc).
2. Una enseñanza no problematizada, que no ha prestado atención a los problemas que dan origen a la invención de los conceptos de la óptica geométrica, no consigue aprendizajes significativos en este campo de la Física. Lo que se puede poner de manifiesto porque los alumnos que han realizado estudios en este tema también presentan dificultades al enfrentarse a la explicación de estos tópicos.

## Conclusiones

Los resultados de los diferentes cuestionarios confeccionados *ad hoc* permiten contrastar nuestra hipótesis. Los alumnos antes de la enseñanza de la luz y la visión, así como los que han sido formados mediante una enseñanza apromática presentan dificultades derivadas de la existencia de barreras conceptuales y epistemológicas no superadas. En la tabla de datos siguiente presentamos un resumen de los resultados que avalan esta conclusión.

**Resultados de las ideas de los alumnos sobre la luz y la visión**

	ESO (13-15) N = 71		BAC (17-19) N = 59	
	%	Sd	%	Sd
<b>SOBRE LA CONCEPCIÓN DE "OJO ACTIVO"</b>				
<i>En visión directa .....</i>	67	6	15	5
<i>En visión especular. ....</i>	73	5	12	4
<i>A un objeto sumergido.</i>	77	5	17	5
<b>VISION CON EMANACION DE IMAGENES</b>				
<i>En visión directa .....</i>	41	6	-	-
<i>En visión especular. ....</i>	66	6	24	6
<i>A un objeto sumergido.</i>	66	6	24	6
<b>OJO COMO INSTRUMENTO OPTICO</b>				
Ojo como cámara oscura .... ..	-	-	46	6
Ojo como un sistema lente-pantalla ..	-	-	3	2
<b>LA PROPIA LUZ ES VISIBLE</b>				
	83	4	58	6
<b>LA LUZ NO EXISTE INDEPENDIENTEMENTE DE LAS FUENTES</b>				
	99	1	70	6
<b>COMPORTAMIENTO DE LA LUZ AL INCIDIR EN UN PAPEL</b>				
<i>No se difunde. ....</i>	92	3	41	6
<i>Refleja un rayo de un punto.....</i>	4	2	32	6
<i>Refleja varios rayos de un punto ....</i>	1	1	7	3
<b>TRATAMIENTO GRAFICO EN LA PREDICCIÓN DE SOMBRAS</b>				
<b>Dibuja un rayo desde cada punto.</b>	35	6	37	6
<b>Dibuja un haz desde cada punto..</b>	4	2	15	5
<b>TRAZADO GRAFICO EN EL SISTEMA LENTE-PANTALLA</b>				
<b>Ingenuo.....</b>	72	5	10	4
<b>Imagen proyectada.....</b>	8	3	69	6
<b>A partir de rayos que se cortan.</b>	-	-	17	5
<b>CAMBIOS SOBRE LA IMAGEN DEL SISTEMA LENTE-PANTALLA</b>				
<b>Al alejar la pantalla, la imagen sigue existiendo.....</b>	97	2	78	5
<b>Al quitar la pantalla, la imagen sigue existiendo.....</b>	93	3	69	6
<b>Al tapar media lente no se forma una imagen entera</b>	90	4	73	6
<b>Al cerrar los ojos la imagen sigue existiendo.....</b>	89	4	78	5
<b>TRAZADO GRAFICO CORRECTO CON LOCALIZACIÓN DE LA IMAGEN</b>				
<b>Al mirar a un espejo.....</b>	-	-	3	2
<b>Al mirar a un objeto sumergido</b>	-	-	3	2
<b>VISION DEL COLOR</b>				
<b><i>El color como propiedad sólo del objeto.....</i></b>	51	6	7	3
<b><i>El color como propiedad sólo del ojo.....</i></b>	18	5	5	3
<b>Opciones que engloban una concepción heterogénea de la luz "blanca"</b>	7	3	61	6

Desde el punto vista del modelo de enseñanza por investigación el problema de ¿cómo vemos? deberá permitir estructurar una unidad didáctica en la que se construya una teoría geométrica para explicar los fenómenos luminosos y de la visión. Presentamos a continuación una tabla base para elaborar una unidad didáctica sobre la luz y la visión en la ESO desde la perspectiva de la enseñanza como resolución de problemas.

LA LUZ Y LA VISIÓN (2º CICLO-3º CURSO DE ESO)				
OBJETIVO CLAVE	CONTENIDOS			CRITERIOS DE EVALUACIÓN
	CONCEPTOS	PROCEDIMIENTOS	ACTITUDES	
<p>7La unidad pretenderá resolver el problema de ¿cómo vemos? lo que supondrá avanzar en el funcionamiento del ojo humano y en la elaboración de una teoría que explique la formación de imágenes con la que interpretar el comportamiento de la luz al interactuar con las lentes, los espejos o las superficies de separación de medios transparentes.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Las fuentes primarias y secundarias de luz.</li> <li>2. La propagación rectilínea de la luz en un medio homogéneo.</li> <li>3. La imagen óptica</li> <li>4. El modelo de visión.</li> <li>5. La visión al mirar a un espejo plano. Las leyes de la reflexión.</li> <li>6. La visión al mirar a un objeto sumergido.</li> <li>7. Aproximación a la sensación de color que acompaña la visión de los objetos.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elaboración de trazados de rayos para explicar el comportamiento de la luz cuando interacciona con lentes, con espejos, o, simplemente cuando llega a la superficie de separación de dos medios.</li> <li>2. Diseño y realización cuidadosa de experiencias con el fin de localizar la posición de la pantalla donde se ve la imagen, o la posición de donde parece proceder la luz cuando se mira un objeto a través de un espejo...</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Familiarización con algunas características del trabajo científico (formulación de hipótesis, diseños de experiencias, ..).</li> <li>2. Contribución a la adquisición de una imagen de la ciencia más correcta.</li> <li>3. Elaboración de criterios personales sobre el modelo de visión.</li> <li>4. Reconocimiento y disposición al trabajo en equipo.</li> <li>5. Disposición a la realización de experiencias de forma autónoma y ordenada.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Explicar fenómenos naturales referidos a la transmisión de la luz y reproducir alguno de ellos, teniendo en cuenta las leyes de la transmisión y las condiciones que se requieren para su percepción.</li> </ol> <p>Este criterio intenta evaluar si el alumno/a puede aplicar los el comportamiento de la luz, el modelo de visión y el concepto de imagen óptica para explicar fenómenos naturales como las fases de la Luna, las imágenes que se ven en pantallas cuando la luz atraviesa una lente, cuando se mira a un espejo, a un objeto sumergido en el agua...</p>
<p><b>OBSTÁCULOS</b></p> <p>Avanzar en el propósito que se ha reseñado como objetivo clave supondrá la superación de los siguientes obstáculos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Considerar a la luz como una entidad independiente de la fuente, del objeto y del ojo, y, por tanto, abandonar la idea de "ojo activo".</li> <li>2. La idealización de los objetos que se ven (¡y de las imágenes!) como conjuntos de puntos luminosos desde los que emanan haces divergentes de luz.</li> </ol>				



## Bibliografía

- FERRAZ, A. (1974). Teorías sobre la naturaleza de la luz. De Pitágoras a Newton. (Dossat: Madrid).
- GALILI, I. Y HAZAN, A. (2000). The influence of an historically oriented course on students' content knowledge in optics evaluated by means of facets-schemes analysis. *Physics education research, suppl. 1 vol(68)*, pp s3-s15.
- GIL, D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 197-212.
- MARTÍNEZ TORREGROSA, J., DOMENECH, J. L., y VERDÚ CARBONELL, R. (1993). Del derribo de ideas al levantamiento de puentes: la epistemología de la ciencia como criterio organizador de la enseñanza en las ciencias física y química. *Curriculum Nº 7*, 67-89.
- SAXENA, A. B. (1991). The understanding of the properties of light by students in India. *International Journal of Science Education*, 13 (3), pp. 283-289.