

PRECONCEPCIONES EN ÓPTICA: SU PERSISTENCIA EN NIVELES UNIVERSITARIOS

Misconceptions in Optics: their persistence at university level

Gil Llinás, J., Suero López, M. I., Pérez Rodríguez, A. L., y Solano Macias, F.

Centro Universitario de Mérida. Calvario 2. Mérida. Universidad de Extremadura.

Facultad de Ciencias. Avda. de Elvas s/n. Badajoz. Universidad de Extremadura, eSPAÑA

e-mail: juliagil@unex.es

RESUMEN

Se presenta un estudio sobre preconcepciones en Óptica destinado a comprobar su persistencia en el tiempo, a pesar de la continua instrucción académica que los alumnos van recibiendo. El trabajo se ha llevado a cabo con un total de 4000 alumnos de todos los niveles del Sistema Educativo, tanto del actual Sistema de Enseñanza como del Sistema de Enseñanza tradicional, así como con alumnos de la Universidad de Extremadura de 1^{er} curso de las siguientes profesiones: Medicina, Ciencias Químicas, Ingenieros Técnicos en Topografía, Ingenieros Técnicos en Informática, Ingenieros Técnicos en Telemática y postgraduados en Ciencias (CAP).

Palabras clave: Preconcepciones, física, óptica, enseñanza

ABSTRACTS

We present here a study on misconceptions in Optics, with the object to check their persistence over time in spite of the continued academic instruction of students. This work has been carried out with 4000 students of all levels of the Spanish Educational system, as well as with those of a spanish university (University of Extremadura) of the following degrees: Medicine, Chemical Sciences, Technical Engineers in Topography, Technical Engineers in Computer science, Technical Engineers in Telematic and

postgraduates in Sciences.

Keywords : misconceptions, Physics, Optics, teaching

INTRODUCCIÓN

La construcción de teorías sobre algunos fenómenos físicos responde a necesidades funcionales de organización de nuestro mundo que están presentes desde los primeros años de vida. Están constituidas fundamentalmente por explicaciones causales, implícitas y muy simplificadas, que sustentan conocimientos procedimentales (Karmiloff-Smith, 1992), útiles para la vida cotidiana (Claxton, 1987).

La razón por la cual en las teorías espontáneas se da preferencia por lo causal es de índole psicológica. Por una parte es necesario, bajo un punto de vista existencial, predecir acontecimientos; la supervivencia depende de ello. Por otra, existe la necesidad de controlar, en lo posible, esos acontecimientos; y para mejor ejercer tal control es necesario poder explicar, es decir, conocer las causas de esos acontecimientos y así tener la posibilidad de influir en ellos según nuestra conveniencia. Lo causal encierra, por tanto, dos aspectos: la predicción y el control.

Sin embargo, la búsqueda y el hallazgo de esa explicación causal que nos ayude a predecir y a controlar un determinado fenómeno no tiene por qué corresponder con la verdadera explicación científica de dicho fenómeno.

Se han utilizado diferentes nombres para expresar estas “ideas”, que se consideran más razonables y útiles que las que dicta el saber científico. En lo sucesivo, se utilizará el término “ideas previas” lo que el alumno sabe antes del aprendizaje en la escuela, y el de “preconcepción” cuando se quiera resaltar su no coincidencia con las ideas científicamente aceptadas.

En Didáctica de las Ciencias Experimentales se resalta la importancia de la información sobre el nivel de ideas previas que poseen los alumnos, y sus preconcepciones sobre determinados conceptos y fenómenos, antes de iniciar un nuevo proceso de enseñanza y aprendizaje, si se pretende que éste sea verdaderamente eficaz.

La orientación Constructivista, que es la teoría más difundida en la enseñanza de las ciencias, se basa en

el descubrimiento que los alumnos poseen de ideas bastantes persistentes sobre los fenómenos científicos que, siendo fruto de sus intuiciones personales y de la vida social cotidiana, resultan muy difíciles de modificar mediante la instrucción (Driver y col., 1985).

La idea constructivista, que podría resumirse brevemente con la frase “vemos las cosas no como son, sino como somos nosotros”, supone que siempre que intentamos entender o dar significado a algo lo hacemos a partir de una idea o un conocimiento previo que tenemos.

La investigación sobre la construcción de preconcepciones en el aprendizaje de la Ciencia ha suscitado un intrincado debate que todavía continúa vigente (Driver y col., 1978; Montanero y col., 1995; Marín, 2001)

Si bien más de la mitad de los artículos publicados de investigación en didáctica de las ciencias están dedicados al estudio de las dificultades de los estudiantes sobre conceptos científicos, y de éstos más del 60% corresponden a conceptos físicos (Furió, 1996) cabe resaltar que solo el 6% corresponden a Óptica, frente al 29% dedicado a los conceptos relacionados con Mecánica, por ejemplo.

Dentro de la poca bibliografía existente, se puede destacar los que tratan preconcepciones referidas a la emisión y propagación de la luz (Krapas, 1985; Watts, 1985), al color (Anderson y col., 1983; Feher y col., 1992), a espejos y leyes de la reflexión (Goldberg y col., 1983) y a la visión (Guesne, 1984; Feher y col., 1988; Rice y col., 1987; Galili y col., 2000). Sin embargo, la mayoría de estas publicaciones hacen referencia a trabajos llevados a cabo con alumnos de edades que corresponden a Enseñanzas Medias, siendo escasas las realizadas con estudiantes universitarios (Salinas y col., 1999 a b, Galili y col., 1993).

El objetivo de este trabajo es hacer un análisis de la persistencia de preconcepciones en Óptica a lo largo de la formación académica de los alumnos, incluyendo en este estudio desde alumnos de primaria hasta postuniversitarios en ciencias; comparando además, los resultados del Sistema de Enseñanza Tradicional con los obtenidos con los alumnos del actual Sistema de Enseñanza (“Nuevo Sistema Educativo”), en el que se propugna partir de las ideas previas de los alumnos y buscar un aprendizaje significativo, para así mejorar el rendimiento de los estudiantes.

En la tabla 1 se muestra una breve descripción de los Sistemas de Enseñanza, mencionados anteriormente:

Tabla1

Sistema Educativo tradicional		Nuevo Sistema Educativo	
Niveles	edad	Niveles	edad
• Preescolar	4-6 años	• Educación Infantil	3-6 años
• E.G.B. (Educación General Básica)	6-14 años	• E. P. (Educación Primaria)	6-12 años
• B.U.P. (Bachillerato Unificado Polivalente)	14-17 años	• E.S.O. (Educación Secundaria Obligatoria)	12-16-años
• C.O.U. (Curso de Orientación Universitaria)	17-18 años	• Bachillerato	16-18 años
• Universidad	18-....	• Universidad	18-.....
• C. A. P. (Curso de Aptitud Pedagógica)	Postuniver.	• C. A. P. (Curso de Aptitud Pedagógica)	Postuniver.

DISEÑO EXPERIMENTAL

Teniendo en cuenta la objetividad del método, la fiabilidad de los resultados y el número de alumnos que podrían ser encuestados, se eligió una prueba de naturaleza teórica objetiva y escrita.

Antes de llevar a cabo el desarrollo experimental ha sido necesario elaborar varios tests de Óptica, para explorar las preconcepciones en esta rama de la Física obteniéndose una validación de los mismos sometiéndolos a la consideración de profesores de Física de diferentes niveles educativos y pasándolos a distintos grupos de alumnos que no serán objeto de la investigación.

En primer lugar se elaboró un test formado por 40 ítems, de cinco respuestas cada uno, con el que se trató de averiguar los conocimientos procedentes de la instrucción anterior (ideas previas), que los alumnos tienen en temas relacionados con la Óptica. Se decidió que los ítems tuvieran carácter sumativo, es decir, los estudiantes de un nivel responderían las preguntas específicas correspondientes a su curso, más las específicas de los cursos inferiores. Para adaptarnos al nivel madurativo del primer nivel, y considerando el reducido número de conceptos que se manejan en él, optamos por no recargar la prueba y presentar 10 ítems a los alumnos de 11 y 14 años, 20 ítems a los de 16 y 17 años, 30 a los alumnos de 18 años y 40 ítems a los de 1º de Universidad y CAP.

Posteriormente se elaboró otro test de 15 ítems de cuatro respuestas posibles cuyo objetivo era averiguar hasta qué punto los alumnos tienen preconcepciones sobre la visión, el color, la emisión y propagación rectilínea de la luz, espejos y leyes de la reflexión. Este test se realizó a un colectivo de 100 alumnos y se observó el de que cada ítem podía ser contestado con varias opciones erróneas diferentes, el que solo estuviera permitido seleccionar una opción podía enmascarar alguna preconcepción, por lo que se decidió obtener a partir de este test otro de “cierto-falso” de 60 ítems que se pasó a 500 alumnos de todos los niveles del sistema educativo, así como a profesores en activo.

Teniendo en cuenta el alto porcentaje de alumnos que presentaban desconocimiento y preconcepciones sobre el color elaboramos un test de 10 ítems en torno a dicho concepto que se ha pasado a alumnos universitarios y profesores en activo y que ha puesto de manifiesto el altísimo porcentaje de ellos con preconcepciones erróneas respecto al color (Suero y col. 1999).

Partiendo de estos resultados se elaboró un test (que se recoge en el anexo) de 5 ítems, todos originales, que reflejan las respuestas mayoritariamente elegidas por los alumnos sobre estos temas. Dicha prueba fue diseñada con preguntas de opción múltiple: Unas frases iniciales que plantean el problema que se trata

en cada una de ellas, seguidas de las opciones múltiples, 4 en cada caso, para seleccionar. Además, los estudiantes disponían de una línea en blanco para escribir libremente cualquier respuesta abierta que reflejara mejor su opinión.

Los resultados de este test, que se ha pasado a un total de 4000 alumnos pertenecientes a todos los niveles de los dos sistemas educativos, que coexisten actualmente en España, alumnos universitarios y postgraduados, se presentan a continuación.

La distribución de los alumnos por sistema educativo y niveles aparece en la tabla 2.

Tabla 2: Distribución del total de alumnos por sistema educativo y nivel

Sistema Tradicional de Enseñanza		Nuevo Sistema de Enseñanza	
5º EGB	235 alumnos	EP	382 alumnos
8º EGB	315 alumnos	2º ESO	305 alumnos
2º BUP	389 alumnos	3º ESO	292 alumnos
3º BUP	402 alumnos	4º ESO	318 alumnos
COU	321 alumnos	1º BACH.	233 alumnos
1º UNIV.	315 alumnos	2º BACH	215 alumnos
CAP	77 alumnos	1º UNIV.	210 alumnos
Total	2054 alumnos	Total	1955 alumnos

RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LOS MISMOS

En este trabajo, como lo que se pretende es conocer la evolución de las preconcepciones a lo largo de la

instrucción, se presenta, en las tablas 3 y 4, los resultados en porcentajes de alumnos que eligen cada una de las respuestas de los ítems que forman el test, indicando en negrilla la opción correcta, en cada caso.

El análisis de las respuestas elegidas por los alumnos para cada uno de los ítems arroja los siguientes resultados:

El objetivo del ítem 1 es averiguar hasta qué punto los alumnos persisten en confundir "fuente de luz con luz" y "limitar la existencia de la luz a sus efectos visibles". El colectivo que elige la respuesta acertada en mayor proporción es el de los alumnos de 17 años (81,3 %), en el Sistema de Enseñanza tradicional y los de 1º de Universidad (78,6 %), en el nuevo Sistema de Enseñanza.

El distractor elegido con más frecuencia, a todos los niveles, corresponde a la opción **b**. Los alumnos parecen asociar la luz con la llama: la brasa, no emite luz. La interpretación de los estudiantes parece responder a una limitación de la existencia de la luz a sus efectos visibles.

Tabla 3: Resultados de los alumnos del Sistema Educativo Tradicional

ITEM	5º EGB (11años)	8º EGB (14 años)	2º BUP (16 años)	3º BUP (17 años)	COU (18años)	1º UNIV.	C.A.P.
1	26.1	9.1	3.3	0.0	0.0	0.0	0,0
a)	30.4	45.4	40	12.5	30.0	20.1	9,7
b)	13.0	0.0	0.0	6.2	0.0	0.0	2,4
c)	30.4	40.9	53.3	81.3	65.0	73,0	75,6
d)	0.0	4.5	3.3	0.0	5.0	3.4	12,2
e)							
2	73.9	40.9	13.3	25.0	37.5	18.6	4,9
a)	13.0	4.5	0.0	0.0	0.0	0.5	0,0
b)	4.3	22.7	36.7	50.0	20.0	32.3	73,2
c)	4.3	4.5	6.7	0.0	10.0	24.5	7,3
d)	4.3	27.3	43.3	18.7	30.0	20.1	14,6

e)							
3	39.1	31.8	30.0	37.5	50.0	50.5	75,6
a)	21.5	27.3	10.0	6.2	10.0	18.1	9,7
b)	26.1	22.7	46.7	43.7	32.5	15.7	4,9
c)	13.0	9.1	0.0	0.0	2.5	2.4	2,4
d)	0.0	9.1	10.0	6.2	2.5	6.9	7,3
e)							
4	34.8	4.5	16.7	31.2	25.0	17.6	2,4
a)	17.4	31.8	23.3	18.7	25.0	29.4	68,3
b)	8.7	4.5	6.7	6.2	15.0	2.9	2,4
c)	30.4	40.9	23.3	18.7	22.5	32.8	17,1
d)	8.7	18.2	30	18.7	12.5	12.2	9,7
e)							
5	21.7	36.4	23.3	18.7	20.0	12.2	0,0
a)	8.7	13.6	6.7	6.2	0.0	3.4	4,9
b)	56.5	36.4	20.0	43.7	47.5	38.7	46,3
c)	4.3	0.0	20.0	6.2	12.5	29.9	31,7
d)	8.7	13.6	26.7	18.7	17.5	12.7	12,2
e)							

Los comentarios más frecuentes de los alumnos fueron:

“ Si la habitación está oscura nunca hay luz”; “ La llama es la que hace la luz”;

“ Con brasa sólo se genera calor”.

El objetivo de los ítems 2 y 5 es detectar si los alumnos tienen preconcepciones sobre el color.

En el ítem 2 los alumnos que en mayor proporción eligen la respuesta correcta son los postgraduados

(73,2 %) en el Sistema de Enseñanza Tradicional y los de 1º de Universidad (67,8 %) en el nuevo Sistema de Enseñanza. Para los restantes grupos, dicha alternativa resulta ser poco atractiva (excepto los alumnos de 3º de BUP con un 50%), prefiriendo la opción **a** en la que se considera que "el color es una propiedad de las cosas", como su masa o su densidad. En cuanto al nuevo Sistema de Enseñanza, aunque las respuestas erróneas más frecuentes corresponden a la opción **a** y a la opción **e**, el análisis de los comentarios nos llevan a las mismas conclusiones.

Tabla 4: Resultados de los alumnos del Nuevo Sistema Educativo

ITEM	E.P (11años)	2º ESO (14 años)	3º ESO (15 años)	4º ESO (16 años)	1º BACH (17 años)	2º BACH (18 años)	1º UNIV
1	13.0	0.0	3.6	0.0	3.2	0.0	0.0
a)	60.9	44.0	17.8	26.9	16.1	18.5	14.3
b)	4.3	4.0	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0
c)	21.7	48.0	75.0	73.1	67.7	77.8	78.6
d)	0.0	4.0	0.0	0.0	9.7	3.7	7.1
e)							
2	47.8	28	28.6	34.6	29.0	3.7	14.3
a)	0.0	0.0	7.1	0.0	3.2	0.0	0.0
b)	39.1	28.0	32.1	7.7	22.6	18.5	67.8
c)	4.3	4.0	10.7	11.5	29.0	14.8	10.7
d)	8.7	40.0	10.7	38.5	16.1	28.0	7.1
e)							
3	21.7	20.0	42.8	15.4	6.4		37.5
a)	13.0	4.0	32.1	11.5	9.7		25.0
b)							25.0
							10.7
							3.5

	52.2	48.0	17.8	65.4	22.6		
c)	8.7	12.0	0.0	0.0	0.0		
d)	4.3	16.0	7.1	3.8	3.2		
e)							

4 a)	17.4	12.0	25.0	7.7	22.6	14.8	25.0
b)	30.4	32.0	17.8	19.2	38.7	37.0	28.6
c)	13.0	12.0	7.1	15.4	3.2	7.4	0.0
d)	39.1	28.0	35.7	50.0	22.6	22.2	28.6
e)	0.0	16.0	14.3	7.7	12.9	11.1	10.7
5 a)	30.4	28.0	32.1	3.8	6.4	11.1	14.3
b)	21.7	4.0	7.1	0.0	6.4	3.7	0.0
c)	34.8	48.0	32.1	57.7	71.0	40.7	46.4
d)	4.3	8.0	17.8	26.9	12.9	33.3	25.0
e)	8.7	12.0	7.1	11,5	3.2	11.1	14.3

Entre los comentarios de los alumnos destacamos:

“Porque su piel al ser tan blanca absorbe el color amarillo”; “Es cuestión de raza, por el clima y la situación geográfica”; “Al poseer ese color, emite el mismo”

En el ítem 5 los alumnos que eligen la respuesta acertada en mayor proporción son los de 5º de EGB (56,5%) en el Sistema de Enseñanza tradicional y los de 1º de Bachillerato (71,0%) en el nuevo Sistema de Enseñanza. Las respuestas más frecuentes, en todos los niveles, están centradas en la elección de las

opciones **a** y **d**. Los estudiantes que eligen la opción **a** interpretan que "la luz es algo estático" que llena el espacio, como puede ser el aire.

Entre los comentarios de los alumnos destacamos:

“De la luz que emita la bombilla”; “Depende de la cantidad que absorba”.

En estos dos ítems se pone de manifiesto, a juzgar por las opciones mayoritarias elegidas, que los alumnos, incluidos los postgraduados, tienen fuertemente arraigadas las preconcepciones sobre el color

El objetivo de los ítems 3 y 4 es analizar la existencia de preconcepciones acerca de la formación de imágenes en espejos.

En cuanto al ítem 3, en el Sistema de Enseñanza tradicional, con mucha diferencia, **c** es el distractor más elegido, excepto en el caso de alumnos del CAP, que aunque los aciertos fueron numerosos (75,6%), de los comentarios se obtiene que no entienden bien el fenómeno de la reflexión. En cuanto al nuevo Sistema de Enseñanza, aunque ocurre lo mismo, es el grupo de 3º ESO el que obtiene mejores resultados con un 42,8% de aciertos. Puede ser que la palabra "simétrica", que aparece en la opción **c** haya confundido a los alumnos.

Entre los comentarios de los alumnos destacamos:

“Te ves al revés”; “Se refleja tu imagen”; “Existe la imagen”.

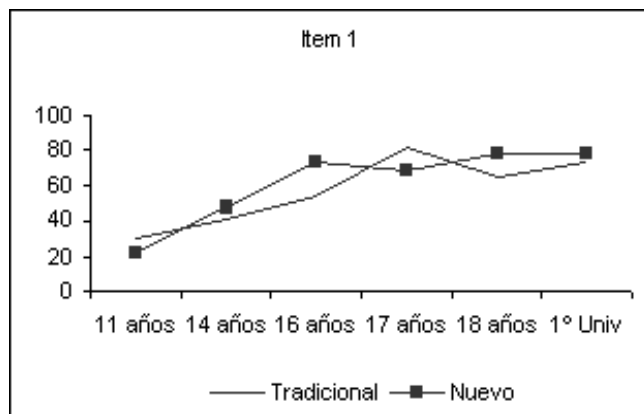
En el ítem 4 los alumnos que en mayor proporción eligen la respuesta correcta son los postgraduados (68,3%) en el Sistema de Enseñanza tradicional y los de 1º de Bachillerato, con sólo un 38% de aciertos, en el Sistema de Enseñanza actual. En todos los niveles, del Sistema de Enseñanza actual el distractor más elegido es la opción **d**: “Es necesario que se absorba la luz para ver las imágenes”. En cuanto al Sistema de Enseñanza tradicional las respuestas erróneas, en su mayoría, se dividen entre la opción **a** (un espejo refleja la luz pero absorbe las imágenes) y la **d**.

Entre los comentarios de los alumnos destacamos:

“Te ves en el espejo y no ves luz, entonces es que la absorbe”; “Porque refleja la luz y las imágenes”

En general estos resultados ponen de manifiesto que la superación de las preconcepciones erróneas en los estudiantes no siempre es paralela a la instrucción recibida y permanecen después de la instrucción, lo que nos lleva a considerar que es muy difícil erradicar errores que se han propagado durante muchos años (Alonso, 2001).

En el Sistema de Enseñanza tradicional: En el ítem 1 el mejor resultado es para los alumnos de 3º de BUP siendo la mejora que se aprecia, tras la instrucción, poco significativa pasando de un 65,0% en COU a un 75,6% en postgraduados. En el ítem 2 los alumnos de 8º y 2º de BUP obtienen mejores resultados que los alumnos de COU y que los de 1º de Universidad. En el ítem 3 los alumnos de 5º EGB superan a los de 8º de EGB, a los de 2º y a los de 3º de BUP. En el ítem 4 los alumnos de 8º EGB aciertan más que los de 2º y 3º de BUP, COU y 1º de Universidad. En el ítem 5 los de 5º de EGB superan a todos los demás niveles. En este caso el progreso que se aprecia tras la instrucción tampoco es muy significativo, pasando de un 43,7% en 3º de BUP a un 46,3% en postgraduados.

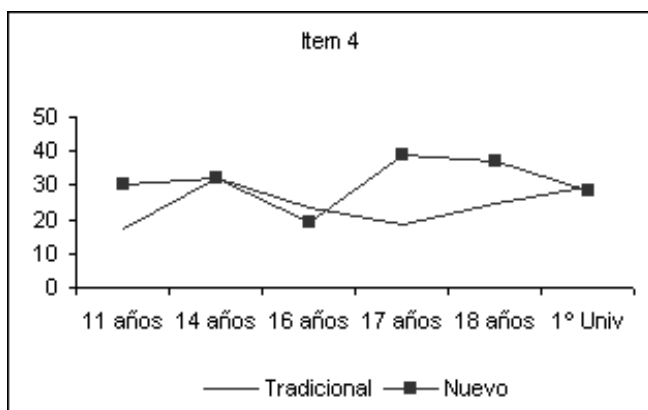


○○○○○○○○

En el caso del Sistema de Enseñanza actual: En el ítem 1 obtienen mejores resultados los alumnos de 3º de ESO que los de 4º y estos mejor que los de 1º de Bachillerato. En el ítem 2 son los de E.P. los que eligen en mayor proporción la respuesta correcta (exceptuando los de 1º de Universidad). En el ítem 3 los de E.P. aciertan más que los de 1º de Bachillerato.

En el ítem 4 los de E.P. y 2º de ESO mejor que los de 1º de Universidad. En el ítem 5 los de 2º y 4º de ESO aciertan más que los de 1º de Universidad.

Comparando los datos de ambos sistemas educativos correspondientes a los ítems 1 y 4, a modo de ejemplo (gráficas 1 y 2), se puede ver cómo la evolución de las preconcepciones a lo largo de la instrucción tienen un comportamiento similar, si bien cabe destacar el comportamiento irregular de la



oooooooo

evolución de las mismas corroborando la dificultad del análisis estadístico.

CONCLUSIONES

Aunque se podría argüir que los instrumentos de evaluación tienen problemas de validez y fiabilidad, resultan abrumadores los resultados obtenidos:

Con la instrucción tradicional en Óptica los estudiantes no alcanzan una correcta comprensión sobre los temas tratados. Después de la instrucción, la mayoría de los estudiantes fracasan ante situaciones sencillas, que sólo requieren de la aplicación comprensiva de conceptos y leyes básicas.

Aunque la filosofía de la reforma educativa legislada en la LOGSE, como hemos indicado anteriormente, basada en la “Teoría Constructivista del Aprendizaje”, propugna partir de las ideas previas de los alumnos y buscar un aprendizaje significativo, para así mejorar el rendimiento de los estudiantes, los resultados muestran que los profesores no se cuestionan sobre las ideas previas de los alumnos acerca de los fenómenos ópticos.

Se pone de manifiesto las preconcepciones que, sobre temas relacionados con la Óptica, tienen los alumnos y que éstas persisten después de la instrucción, tanto con alumnos del Sistema de Enseñanza Tradicional como con alumnos que están realizando estudios recogidos en la LOGSE

Ante estos resultados se plantea la necesidad de profundizar y ampliar estos estudios y, por otra parte, la de elaborar materiales que permitan superar los problemas aquí detectados, utilizarlos con los alumnos y contrastar los resultados con los aquí obtenidos.

BIBLIOGRAFÍA

Alonso, M., Masa y velocidad, *Revista Española de Física* 15, [1], 40-41, 2001.

Anderson, B. y Kärrqvist, T. C., How Swedish pupils aged 12-15 years, understand light and its properties, *European Journal of Science Education* 5, [4], 387-402, 1983.

Claxton, G., *Vivir y aprender*, Alianza Editorial, España, 1987.

Driver, R.; Easley, J., Pupils and paradigms: a review of literature related to concept development in adolescent science students, *Studies in Science Education* **5**, 6-84, 1978.

Driver, R.; Guesne, E. y Tiberghien, A., *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*, Morata, España, 1985.

Feher, E.; Meyer, K. R, Children's Conceptions of Color, *Journal of Research in Science Teaching*. **29**, [5], 505-520, 1992.

Feher, E.; Rice, K., Shadows and Anti-Images: Children's Conceptions of Light and Vision. II, *Science Education* **72**, [5], 637-649, 1988.

Furió, C., Las concepciones alternativas del alumnado en ciencias: dos décadas de investigación. Resultados y tendencias, *Alambique* **7**, 7-17, 1996.

Galili, I.; Bendall, S.; Goldberg, F., The effects of prior knowledge and instruction on understanding image formation, *Journal of Research in Science Teaching* **30**, [3], 271-301, 1993.

Galili, I.; Hazan, A., Learners' Knowledge in Optics: Interpretation, Structure and Analysis, *International Journal of Science Education* **22**, [1], 57-88, 2000.

Goldberg, F.M. y Mcdermott, L.C., Not all the many answers students give represent misconceptions: examples from interviews on geometrical optics, *Proceedings of the International Seminar on Students' Misconceptions in Science and Mathematics*, Cornell University: Ithaca, 1983, p. 335-345.

Guesne, E., Children's ideas about light, *New trends in physics teaching*, UNESCO, Francia, 1984, p. 179-192.

Karmiloff-Smith, A., *Beyond modularity*, University Press, Cambridge, 1992.

Krapas, S., Estudio de las nociones espontáneas acerca de los fenómenos relativos a la luz en alumnos de 11 a 18 años, *Enseñanza de las Ciencias* **3**, [3], 237-238, 1985.

Marín N., Characteristics of methodology used to describe students' conceptions, *International Journal of Science Education*. **23**, [7], 663-690, 2001.

Mendoza, M; Lopez-Tosado, V, Conceptualización de la luz en niños de seis a nueve años, *Journal of Science Education* **1**, [1], 26-29, 2000.

Montanero, M.; Pérez, A. L y Suero, M.I., Survey of student and teacher conceptions of action-reaction y dynamics: implicit alternative theories are manifest in the consistency of responses, *Physics Education* **30**, 277-283, 1995.

Rice, K.; Feher, E., Pinholes and Images: Children's Conceptions of Light and Vision. I, *Science Education* **71**, [4], 629-639, 1987.

Salinas, J. y Sandoval, J., Objetos e imágenes virtuales en la Enseñanza de la Óptica Geométrica, *Revista de Enseñanza de la Física*. **12**, [2], 23-36, 1999a.

Salinas, J. y Sandoval, J., Formación y percepción visual de imágenes producidas por prismas: Concepciones de los estudiantes, *Revista Española de Física* **13**, [4], 38-43, 1999b.

Solbes, J y Zacarés, J., ¿Qué sucede con la enseñanza de la óptica?, *Revista Española de Física* **7**, [4], 38-43, 1993.

Suero, M. I. y Pérez, A. L., ¿Sabe usted que es eso del color? *Cátedra Nova* **10**, 243-256, 1999.

Vazquez, A. y Manassero, M. A., Características del conocimiento científico: Creencias de los estudiantes, *Enseñanza de las Ciencias* **17**, [3], 377-395, 1999.

Watts, D.M., Students' conceptions of light: a case study, *Physics Education* **20**, [4], 183-187, 1985.

Entre las opciones que se dan como posibles respuestas a cada pregunta, señala la que te parezca que mejor responde a ella. Ten en cuenta que sólo una opción puede ser correcta y que si ninguna de las que se ofrecen te parece válida, siempre tienes la posibilidad de elegir la opción e) y exponer tu respuesta.

1.- En una habitación oscura se ve una pequeña llama. Pasado un tiempo se ve sólo una brasa. ¿Cuándo hay emisión de luz?:

- a) No hay emisión de luz puesto que la habitación está oscura.
- b) Sólo mientras que hay llama.
- c) Sólo mientras que hay brasa.
- d) Mientras que hay o bien llama o bien brasa.
- e)

Justifica brevemente tu respuesta.

2.- La piel de los chinos se ve amarilla porque

- a) Posee y emite color amarillo
- b) Llena el espacio que lo separa del observador de color amarillo
- c) Refleja el color amarillo.
- d) Absorbe el color amarillo.
- e)

Justifica brevemente tu respuesta

3.- Cuando ves tu imagen en un espejo:

- a) Hay rayos de luz que viajan de ti al espejo y rebotan en él.
- b) Hay rayos de luz que viajan de ti al espejo y se cortan dentro, a la misma distancia de la superficie a la que te encuentras tú.
- c) La luz que llena el espacio que lo separa del espejo penetra en el espejo de manera simétrica.
- d) La imagen que ves en el espejo existe detrás de él.
- e)

Justifica brevemente tu respuesta



4.- Un espejo:

- a) Refleja la luz, y absorbe las imágenes.
- b) Refleja la luz simplemente.
- c) Absorbe la luz y las imágenes.
- d) Refleja las imágenes, pero absorbe
- e)

Justifica brevemente tu respuesta

5.- El color con que se ve la pared de una habitación iluminada con una bombilla depende:

a) De la luz que llene el espacio entre la

b) De la luz que emita la pared.

c) De la luz que refleje la pared (que re

d) De la luz que absorba la pared.

e)

Justifica brevemente tu respuesta



Received 2.03.2002, accepted 23.10.2002

