

**Figure 8:** Results of students from Science Center 'Irakleitos' - the % is the % of errors

## 7. CONCLUSIONS

The application can be used for the creation of projects connecting different disciplines (Mathematics, Physics, Geography, etc.) involved in the Education of environmental issues. The whole work also supports the recent ideas on situated learning (BROWN, COLLINS & DUGUID 1989). Their work has inspired researchers to consider the significance of the environment as a motivating factor for learning.

Our results are also in accordance to the research based on the sociocultural tradition (LAVE and WENGER 1991), (ROGOFF 1990) They had criticised the fact that knowledge and skills learned in school are not directly, as such, applicable to situations outside school, in which case the commitment to learn is left inadequate and factitious. Instead they propose learning should take place in authentic and complex social contexts.

## BIBLIOGRAPHY

- BROWN, J.S.; COLLINS, A; DUGUID, P., "Situated cognition and the culture of learning", *Educational Researcher*, 18(1), 32-42, 1989.
- DIX, A.; FINLAY, J.; ABOWD, G. & BEALE, R., *Human-Computer Interaction*. Prentice-Hall, 1993.
- FORD-ROBERTSON, J., MAYS, T., *Letts GCSE Biology*, Letts Educational, Great Britain, 1997, pp. 193.

Table 1

**Results of students from Private School 'Nea Paideia', the % is the % of errors**

Category	Phase 1 (%)	Phase 2 (%)	Phase 3 (%)
Home	69,6	29,8	14,5
Garden	73,8	33,8	13,2
Neighborhood	71,4	31,6	17,9
Marketplace	68,7	27,6	20,4
Transportation	66,6	29,7	12,5
Workplace	75,3	44,0	23,8
Excursions	57,3	15,2	11,2
Water	58,5	14,3	10,9
Electricity	73,9	11,8	7,6
Rubbish	66,1	15,9	4,4
Atmospheric Pollution	68,5	12,7	5,3
Ecology-Recycling	62,7	18,8	5,6

Table 2

**Results of students from Science Center 'Irakleitos', the % is the % of errors**

Category	Phase 1 (%)	Phase 2 (%)	Phase 3 (%)
Home	49,6	15,7	8,7
Garden	42,7	11,8	4,7
Neighborhood	51,7	21,9	12,2
Marketplace	54,4	15,9	11,6
Transportation	52,6	15,5	8,5
Workplace	44,7	21,8	9,2
Excursions	43,5	17,6	7,9
Water	54,8	8,1	3,8
Electricity	56,4	9,7	6,3
Rubbish	65,2	16,8	3,6
Atmospheric Pollution	60,4	26,4	11,2
Ecology-Recycling	59,9	14,2	4,9

LAVE, J., WENGER, E., *Situated Learning: Legitimate peripheral participation*, Cambridge University Press, New York, 1991.

NICKERSON, R.S., "Can technology help teach for understanding?" in *Software goes to school*, ed. D.N. PERKINS, J.L. SCHWARTZ, M.M. WEST, & M.S. WISKE, Oxford University Press, New York, 1995.

ROGOFF, B., *Apprenticeship in thinking*, Oxford University Press, New York 1990.

VIRVOU, M., "Educational Software Technology for environmental studies", Proceedings of the International Conference "Protection and Restoration of the Environment VI", Skiathos, July 1-5, 2002, pp. 1553-1560.

**Received 21.11.2003 / Approved 06.08.2004**

# La enseñanza de la óptica geométrica: algunas estrategias didácticas

## Teaching geometric optics: didactic strategies

ISABEL ECHEVARRÍA UGARTE

Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales Universidad del País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU). Bilbao. España, tepetugi@lg.ehu.es

### Resumen

En este trabajo se evalúan dos modelos de instrucción, uno basado en las premisas constructivistas y otro basado en un modelo expositivo-deductivo. El tema elegido ha sido la óptica geométrica en el nivel de segundo de bachillerato español. Son datos recopilados a lo largo de tres cursos académicos 1998/1999, 1999/2000 y, 2000/2001. La investigación fue llevada a cabo con la misma profesora de secundaria tanto en el grupo de control como en el experimental. El resultado muestra qué estrategias constructivistas en la enseñanza tienen una influencia positiva sobre el aprendizaje de conceptos científicos.

**Palabras clave:** constructivismo, ideas alternativas, ideas previas, investigación didáctica, óptica geométrica.

### Abstract

In this study, we evaluate two models of instruction, one based on the assumptions of the constructivist model and the other based on an expositive-deductive model. We applied the two approaches to the teaching of Geometric Optics, in level A, during three academic courses. In each case, the same teacher taught the same scientific topic to both the control and the experimental groups. The results show that constructivist strategies in teaching have a positive influence on the learning of scientific concepts.

**Key words:** Alternative ideas, constructivism, didactic research, Geometric Optics, previous ideas.

## INTRODUCCIÓN

El objetivo general de esta investigación consiste en indagar en las concepciones de los alumnos respecto de los contenidos fundamentales de óptica geométrica y, en concreto, en aquellas que no son modificadas o lo hacen de un modo parcial tras los períodos de enseñanza formal, a fin de establecer estrategias didácticas que favorezcan este cambio hacia las concepciones más acordes con la ortodoxia científica. Se inscribe dentro del marco teórico del *modelo constructivista o movimiento de las concepciones alternativas*. Dicho modelo representa la tendencia más aceptada en la producción investigadora actual y pone su énfasis en el conocimiento previo de los alumnos antes de las situaciones de enseñanza formal para, a través de unas metodologías instructivas adecuadas y consecuentes, poder aproximarlos al conocimiento científicamente aceptado.

Hasta el momento se han abordado numerosos estudios tendentes a la descripción sistemática de las concepciones de los estudiantes con relación a las distintas disciplinas científicas pero, especialmente, en el campo de la física. Aunque en el tópico de óptica geométrica no son abundantes los

estudios diagnósticos, sí representan ya una cantidad suficiente como para contar con datos a contrastar con los resultados que se esperan obtener en este trabajo.

Por el contrario, los estudios metodológicos destinados a modificar las concepciones de los alumnos son, a todas luces, escasos aunque con resultados en bastantes ocasiones positivos. Igualmente ocurre para las investigaciones en óptica geométrica, resultando por tanto necesario emprender trabajos tendentes, no sólo a evaluar metodologías de enseñanza-aprendizaje tipo constructivista, sino hacerlo centrados en las concepciones más persistentes al cambio conceptual, tal y como aquí se pretende.

Para llevar a cabo esta investigación se hizo una revisión bibliográfica previa, centrada alrededor de dos temas, por un lado, el constructivismo como nuevo paradigma de enseñanza aprendizaje que ha marcado un punto de discontinuidad en el panorama didáctico de los últimos años, y por otro, la óptica geométrica como dominio específico de conocimientos en el cual se integra esta aportación investigadora. La necesidad de tomar ambos enfoques resulta obvia ante la necesidad de incorporar aspectos validados en el citado paradigma.

Se centró la atención en el año de publicación, tamaño y edad de la muestra analizada, instrumento de diagnóstico (entrevistas, examen icónico, cuestionarios...), conceptos estudiados (luz, color, lentes, sombras...), tipo de estudio (descriptivo, comparativo, metodológico...) y sugerencias metodológicas. Han sido destacados los elementos más relevantes de estas sugerencias en una tabla que servirá como punto de partida para el diseño instruccional realizado en el estudio (ECHEVARRÍA 2002).

Basados en la bibliografía consultada y en los libros de texto de diferentes niveles, se seleccionaron como conceptos a investigar, para diagnosticar los esquemas previos presentes del alumno, los siguientes: luz, rayo, reflexión, refracción, espejo, lente, prisma, y dispersión.

Como instrumento de diagnóstico de los mencionados conceptos se diseñó un cuestionario, utilizado para los dos grupos de alumnos tomando como referencia algunos de los descritos en la bibliografía. (Anexo 1).

La metodología utilizada difiere en los dos grupos, una está basada en una enseñanza tradicional expositiva-deductiva y otra constructivista.

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Objetivo de la investigación

Proponer y contrastar la validez de metodologías tipo constructivista para el cambio conceptual de las concepciones persistentes.

Muestra de los estudiantes

En la investigación ha participado un total de 266 estudiantes de segundo de bachillerato tecnológico LOGSE y de ciencias de la naturaleza y de la salud, con una edad media de 17 años, que cursaban la asignatura de Física como materia específica. Se llevó la propuesta didáctica a uno de los dos grupos que cursaban esta materia, denominado grupo experimental, para diferenciarlo del otro en el que tan sólo se recabó información y se lo denominó grupo de control. El tema sobre el que se evaluó el cambio conceptual alcanzado fue la óptica geométrica, que se impartió a partir de la segunda quincena de enero en todos los grupos. La enseñanza de este tema abarcó un período de tres semanas, a razón de 4 sesiones semanales de 55 minutos de duración cada una, durante la segunda quincena de enero. Este tiempo es inferior al que se dedica en trabajos de similares características (GALILI y HAZAN 2000).

El centro educativo en el que se llevaron a cabo las experiencias abarca los estudios de segundo ciclo de secundaria y bachillerato. La implantación de la LOGSE (Ley de Ordenación General del Sistema Educativo) se realizó en el País Vasco de manera diferente a otras comunidades autónomas, ya que no se implantó gradualmente sino que se simultaneó la implantación de 3º de ESO (equivalente a 2º de BUP) y de 1º de bachillerato (equivalente a 3º de BUP) durante el curso 97/98. Nuestra experiencia en la fase I se llevó a cabo con alumnos que habían cursado 2º de BUP y, 1º y 2º de bachillerato, mientras que en las fases II y III habían cursado 3º y 4º de ESO, así como 1º y 2º de bachillerato respectivamente. Es un centro mixto concertado de contexto urbano ubicado en Bilbao. Se llevó a cabo la propuesta durante tres cursos (1998/1999, 1999/2000, 2000/2001) según el siguiente calendario:

	Curso 1998/1999	Curso 1999/2000	Curso 2000/2001
Preexamen (enero)	G. A (Exp.)* N=30 G. B (Cont.) N=33	G. A' (Cont.) N=25 G. B' (Exp.) N=25	G. A'' (Cont.) N=29 G. B'' (Exp.) N=24
Prueba puntual de evaluación (enero)	G. A (Exp.) N=31	G. B' (Exp.) N=20	G. B'' (Exp.) N=23
Posexamen (mayo)	G. A (Exp.) N=30 G. B (Cont.) N=7	G. A' (Cont.) N=22 G. B' (Exp.) N=26	G. A'' (Cont.) N=28 G. B'' (Exp.) N=21

\* La denominación de los grupos (A y B) se corresponde con la del centro.

METODOLOGÍA DE INSTRUCCIÓN

Se le proporcionó a la profesora de bachillerato, colaboradora en nuestra investigación, la propuesta didáctica con los materiales necesarios para llevarla a cabo, así como los cuestionarios utilizados para la recopilación de información. Se hicieron entrevistas periódicas antes, durante y, después de la instrucción. La profesora implicada en el proceso de instrucción fue siempre la misma, a lo largo de los tres años, tanto en los grupos experimentales como en los de control, con el objetivo de no introducir nuevas variables que pudiesen distorsionar los resultados respecto a la variable a evaluar, es decir, la influencia de la metodología basada en el cambio conceptual. El proceso instruccional aparece en la figura 1.

Respecto a los alumnos, la recogida de datos se centra en: el preexamen (anexo 1), la evaluación puntual (anexo 2) y, el posexamen (anexo 1) el cual se respondió después de cuatro meses. Esta investigación se ejecutó a lo largo de tres cursos académicos consecutivos: 1998/1999, 1999/2000, 2000/2001 en el mismo nivel de enseñanza formal.

El examen se hizo en horas lectivas, asimismo, los cuestionarios fueron numerados y archivados, accesibles para consultas y revisiones. El tiempo medio empleado en responder a los ítemes fue de media hora. Se realizó una malla colocando en ordenadas los números correspondientes a las preguntas y en abscisas los números correspondientes a los cuestionarios, que obviamente coinciden con el número de alumnos. Se incluyó la explicitación dentro de la malla de respuestas correctas, incorrectas, incompletas y sin responder.

Se revisaron los resultados que, en principio, resultaban extraños, anotando las observaciones en cada pregunta. Posteriormente se procedió a la cuantificación de las respuestas y a un análisis de las mismas. A continuación se exponen los resultados y el análisis del curso 2000/2001 (por tratarse de los grupos más homogéneos, sin variables que puedan distorsionar los resultados).

Aunque este estudio está focalizado en respuestas correctas e incorrectas, el catalogarlas además en incompletas y sin responder, así como la opción tomada por los alumnos en las preguntas de elección múltiple, permite matizar y ahondar en las dificultades de los alumnos y en las limitaciones del cuestionario como herramienta diagnóstica.

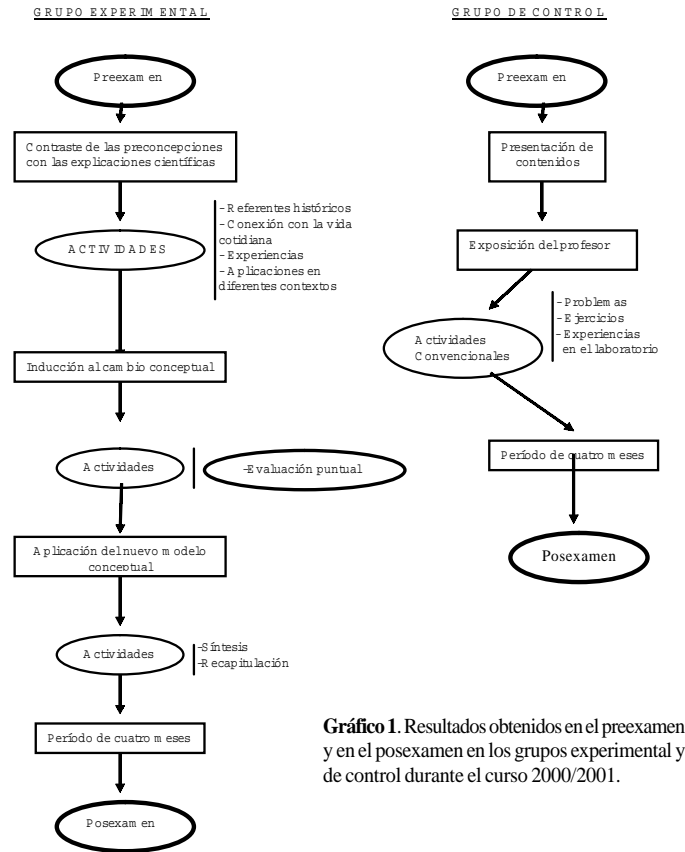


Gráfico 1. Resultados obtenidos en el preexamen y en el posexamen en los grupos experimental y de control durante el curso 2000/2001.

Se partió de dos grupos (A'' y B''), más homogéneos que los de los cursos 1998/ 1999 y 1999/2000 donde tenían la física como materia a examinarse en selectividad, lo que no ocurrió en los cursos precedentes y, en este aspecto estaban igualmente motivados.

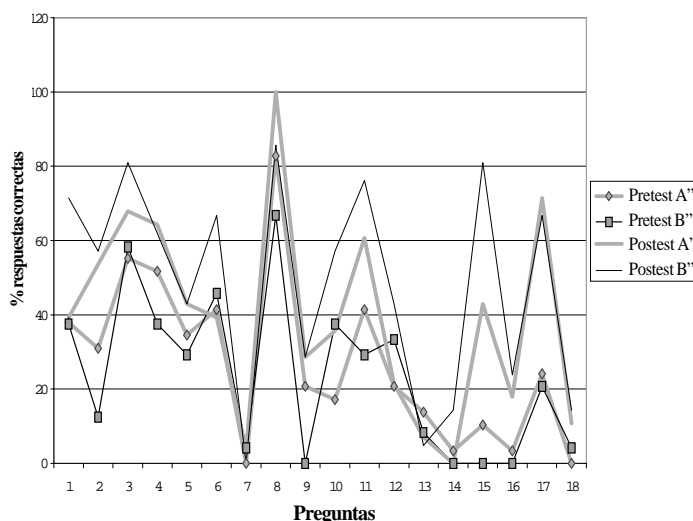


Gráfico 1. Resultados obtenidos en el preexamen y en el postexamen en los grupos experimental y de control durante el curso 00/01.

La propuesta se llevó a cabo en el grupo B'' cuyos resultados en el preexamen fueron ligeramente inferiores a los del grupo de control. Los resultados posteriores en cuatro meses a la instrucción superan de un modo claro a los resultados del grupo de control.

Por ello se deduce que las hipótesis se verifican, es decir, los estudiantes que cursan sus estudios mediante estrategias de aprendizaje que tengan en cuenta su pensamiento intuitivo, de acuerdo con las premisas básicas que orientan las perspectivas constructivistas de aprendizaje, cambian más fácilmente que aquellos otros que lo han sido a través de la mera transmisión - recepción de conocimientos.

Los resultados que se extraen en esta investigación contribuyen a validar el diseño planteado.

## IMPLICACIONES DIDÁCTICAS

La actividad investigadora de la profesora de bachillerato participante, en coordinación con la investigadora principal, se muestra como un elemento complementario de enorme interés, de cara a la puesta en práctica de diseños instruccionales fundamentados sobre las nuevas visiones didácticas que surgen sobre el aprendizaje. Es en estos casos cuando el profesorado adquiere un mayor compromiso con las ideas que se desprenden de la investigación didáctica, lo cual contribuye a inducir cambios globales en su concepción del aprendizaje, y no únicamente meros retoques de la metodología que siempre ha venido aplicándose.

Desde un punto de vista metodológico no es suficiente tomar en consideración el pensamiento intuitivo específico de los alumnos a la hora de planificar la enseñanza. Es preciso además tener en cuenta los conocimientos procedimentales así como los aspectos de tipo madurativo y actitudinal de los sujetos.

## BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSSON, B., KÄRRQVIST, C., How Swedish pupils, aged 12-15 years, understand light and its properties, *European Journal of Science Education*, 5, 4, 387-402, 1983.
- ECHEVARRÍA UGARTE, I., Concepciones sobre óptica geométrica resistentes al cambio conceptual. Estrategias para su modificación, tesis doctoral UPV/EHU, 2002.
- GALILI, I., HAZAN, A., Learners' Knowledge in Optics: Interpretation, Structure and Analysis, *International Journal of Science Education*, 22, 1, 57-88, 2000.
- 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., GOLDBERG F., BENDALL S., Some Reflections on Plane Mirrors and Images, *The Physics Teacher*, 29, 7, 471-477, 1991.
- HIRN C., VIENNOT L., Transformation of didactic intentions by teachers: The case of geometrical optics in grade 8 in France, *International Journal Science Education*, 20, 6, 737-753, 1998.
- PERALES F.J., Enseñanza de la óptica, *Alambique*, 1, 133-137, 1994.
- PERALES F.J., Los trabajos prácticos en óptica geométrica en los libros de texto de EGB, *Alambique*, 6, 119-123, 1995.
- PERALES F.J., NIEVAS F., Teaching Geometric Optics: Research, results and educational implications, *Research in Science and Technological Education*, 13, 187-203, 1995.
- SALINAS J., SANDOVAL J., Filtros de colores y teorías intuitivas sobre color y visión, *Revista Española de Física*, 8, 4, 27-30, 1994.

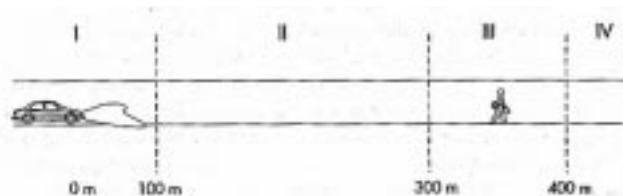
## SUGERENCIAS METODOLÓGICAS

Generales	Particulares			
	Profesor	Contenido	Alumno	Organización de la clase
1. Investigar las ideas que tienen los alumnos. 2. La predicción sobre los experimentos abre la mente para entender los conceptos subyacentes a los fenómenos. 3. Estudiar las concepciones de los alumnos después de la instrucción. 4. Poner a prueba si hay conexión entre los conceptos formales y el mundo real. 5. Proponer debates sobre la interpretación de los fenómenos. 6. Los exámenes proveen datos útiles para evaluar la instrucción. 7. Centrarse en el aprendizaje en el sujeto que aprende.	1. Comunicar al resto de los docentes las analogías utilizadas. (Ej. La refracción puede explicarse como el cambio de dirección que experimenta un par de ruedas unidas por un eje al pasar de una superficie lisa a una rugosa) 2. Utilizar situaciones de conflicto cognitivo. (Ej. Se puede demostrar fácilmente, con una luz láser, que puede haber luz sin que la perciban haciéndola visible con una pantalla) 3. A cercar el lenguaje coloquial a la escuela y tomarlo como punto de partida en la instrucción. 4. Identificar estados intermedios de conocimiento para documentar con más detalle el proceso de aprendizaje de los estudiantes. 5. Insistir en la comprensión de los fenómenos físicos. 6. No utilizar en los diagramas ópticos únicamente los rayos que pasan por el foco y el centro óptico. 7. Buscar la génesis de las ideas previas en factores individuales cognitivos, motivacionales, habilidades y hábitos. Se constata experimentamente que los preconceptos sobre Física son más difíciles de erradicar, ya que las experiencias cotidianas juegan un papel intenso y globalizador. 8. Influir más allá del horario lectivo de las aulas. 9. Mostrar los resultados de las investigaciones a los alumnos. 10. Tener objetivos claros, específicos y medibles. (ej. Correspondencia objeto-imagen, funcionamiento del ojo, etc.). 11. Diagnosticar dificultades. 12. Contrastar las concepciones iniciales de los alumnos con las concepciones científicas.	1. Relacionar las teorías de la luz con la visión. 2. Indicar dónde está el observador en los libros de texto, con el objetivo de mostrar que una cosa es lo que sucede y otra lo que percibimos. 3. Explicar el funcionamiento del ojo desde el principio de la instrucción en la O.G. 4. Integrar analogías en la práctica escolar. 5. El análisis histórico debería ser incorporado a cualquier proyecto investigativo-educativo. 6. Estudiar la reflexión como una unidad didáctica. 7. Actividades para corregir los errores. 8. No subdividir el concepto en pequeños contenidos no relacionados. 9. Argumentos que sean inteligibles, plausibles y fructíferos. 10. Diferenciar el concepto físico de luz con el concepto de luz como percepción. 12. Los alumnos deben entender que la luz existe y que se propaga en el espacio antes de la instrucción en O.G.	1. Posibilitar la exploración de fenómenos. 2. Utilizar la predicción y la experimentación como herramienta instruccional para diagnosticar y confrontar las nociones previas de los alumnos. 3. Realizar diferentes actividades para demostrar la diferencia entre lentes convergentes y orificio de alfiler. 4. Animar a los estudiantes a que hagan sus ideas explícitas e interpretativas y a verificar sus predicciones con observaciones. Debates sobre las concepciones de físicos relevantes (Galileo, Newton...) 5. Los alumnos requieren tiempo de reflexión para comprender los conceptos.	1. Incrementar la duración de las nuevas metodologías. 2. No debe reducirse toda la docencia a la realización de actividades. 3. Utilizar los Museos/Centros interactivos de Ciencia como comunicadores de ciencia y presentadores de los fenómenos naturales de forma interactiva.

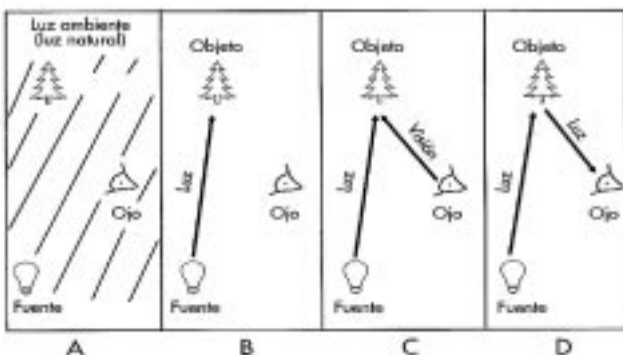
## ANEXO 1. EXAMEN DE DIAGNÓSTICO DE CONOCIMIENTOS EN ÓPTICA GEOMÉTRICA

1. En una noche oscura, un coche está aparcado en una carretera horizontal recta. El coche tiene encendidas las luces. Un peatón que circula por la carretera puede ver las luces. ¿En qué tramo hay luz? ¿Por qué?

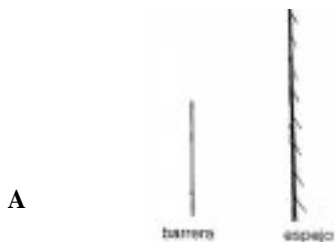
2. Cuando se enciende una bombilla eléctrica en una habitación:



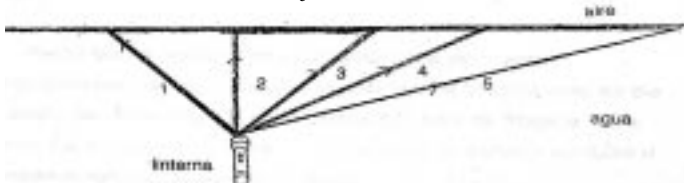
- La luz ilumina al mismo tiempo toda la habitación.
  - La luz está al principio cerca de la bombilla y sólo después ilumina las paredes.
  - La luz está solamente en la bombilla y en las paredes iluminadas.
3. ¿Cuál de las alternativas abajo indicadas representa mejor el modo por el cual podemos ver un objeto? a) b) c) d)



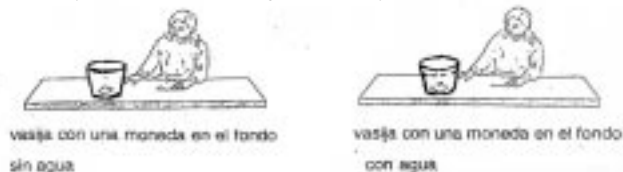
4. ¿Se puede ver la imagen de "A" en el espejo? Si crees que sí puedes verla, ¿dónde deberías situar tu ojo para ver la imagen?



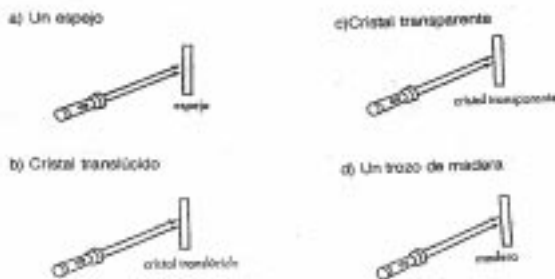
5. Tenemos una linterna dentro del agua, apuntando hacia el aire. ¿Cuáles serán las trayectorias aproximadas de los rayos señalados que parten de ella al atravesar el aire? Dibújalas.



6. Juana mira hacia dentro de la opaca vasija, situada sobre la mesa, y no ve la moneda que está en el fondo (véase figura de la izquierda). Si llenamos la vasija con agua (véase figura de la derecha), Juana puede ver la moneda (no varía la posición de Juana ni de la moneda). Explica qué ocurre, ayudándote de un diagrama de rayos.



7. Representa gráficamente en las siguientes viñetas qué sucede a la luz que proviene de la linterna después de incidir en los siguientes objetos.

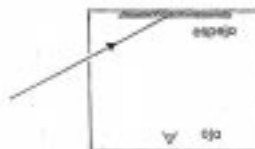


8. Dibuja la sombra del bastón en la pantalla.

9. ¿Cuáles serán las trayectorias de los rayos reflejados en los espejos abajo indicados? Representálas gráficamente.



10. La figura muestra una habitación oscura con paredes negras. La habitación está completamente vacía y no contiene polvo ni humo. Si te encuentras en el lugar representado por el ojo, ¿podrás ver el espejo en la pared opuesta si la luz entra en la habitación en la dirección indicada? Explica tu respuesta y ayúdate, si lo necesitas, con algún dibujo sobre la figura.



11. ¿Cuáles serán las trayectorias de los rayos al atravesar las siguientes lentes, cuyas secciones se representan en la figura? Dibuja mediante un diagrama de rayos.



12. Suponiendo que tapamos media lente, dejando el objeto luminoso y la pantalla en el mismo lugar. ¿Cuál de los esquemas de la figura (2) muestra lo que verás en la pantalla? Explica la opción elegida.

PUBLICACIONES DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS - CENTRO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO CIENTÍFICO





Figura 1

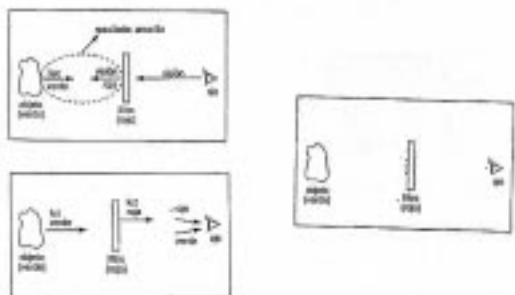


Figura 2

Explicación:

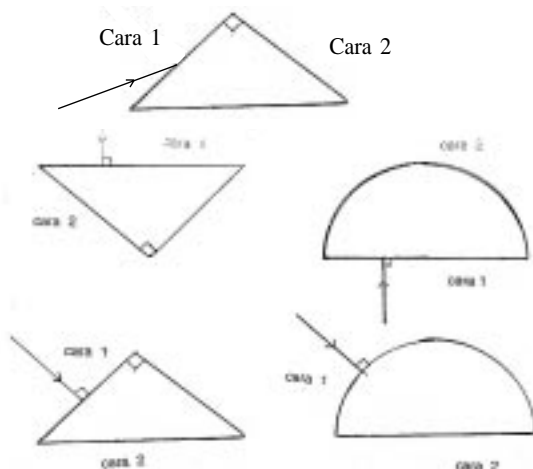
13. Una luz verde está iluminando una planta verde que está en un tiesto rojo. No hay más luces en la habitación. ¿De qué color se verá la planta? ¿Y el tiesto?

14. Explica la corrección o incorrección de las viñetas abajo indicadas para interpretar el modo por el cual podemos percibir el color del objeto. Tienes otra viñeta en blanco para que representes otra interpretación si no te convencen las anteriores.

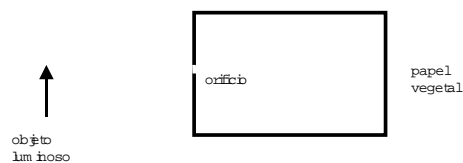


15. Dibuja y explica lo que ocurrirá a la luz blanca al atravesar el prisma.

16. Dibuja y explica la trayectoria de los rayos abajo indicados, al atravesar los prismas de vidrio y los siguientes bloques semicirculares.



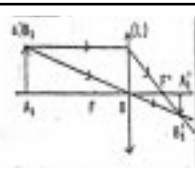
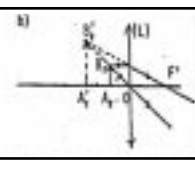
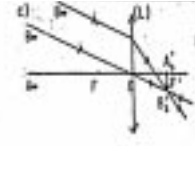
17. La cámara oscura, abajo dibujada, consta de una caja cuyas paredes están ennegrecidas con un pequeño orificio frontal, en cuya pared opuesta hemos colocado papel vegetal. Dibuja lo que se verá en el papel vegetal.



18. ¿Puedes ver las imágenes de los objetos?:

1) ¿Con la ayuda de una pantalla? Si puedes verlas, ¿dónde debes poner la pantalla y por qué?

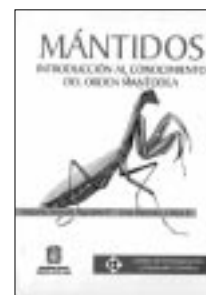
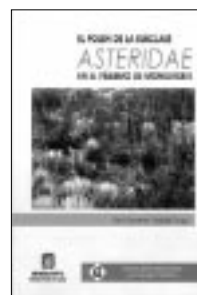
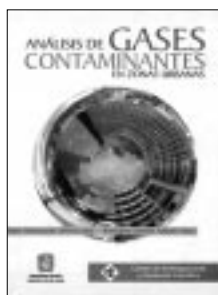
2) ¿Puedes verlas con el ojo? Si puedes verlas, ¿dónde debes poner tu ojo y por qué?

## ANEXO 2. ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN PUNTUAL

- Estamos en una habitación oscura y encendemos una linterna sobre la puerta. Hay luz:
  - sobre la puerta,
  - entre la puerta y la linterna,
  - en la linterna.
- Supongamos que es de día y encendemos una bombilla. Escoge una de las siguientes opciones y justifica las que te parezcan correctas:
  - la luz ilumina instantáneamente la habitación,
  - la luz tarda un cierto tiempo en llegar a iluminar toda la habitación,
  - la luz no se mueve, una vez que ha iluminado la habitación se para.
 Esto es así mientras no se vuelva a apagar y encender otra vez.
- ¿Puede existir sombra en la oscuridad? Justifica la respuesta.
- Se ve la sombra de un bastón cuando está iluminado por una bombilla que alumbró muy poco. Luego se reemplaza la bombilla por otra que

**PUBLICACIONES DE LA  
UNIVERSIDAD DISTRITAL  
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS  
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y  
DESARROLLO CIENTÍFICO**



alumbra mucho. La sombra que se ve con la bombilla que alumbra poco es, respecto a la de la bombilla que alumbra mucho:

- a) más grande,
- b) del mismo tamaño,
- c) más pequeña.

Escoge una opción y explica porqué lo haces.

5. Explica y pinta flechas en los dibujos siguientes para mostrar qué ocurrirá a luz de una linterna después de chocar con los siguientes objetos:

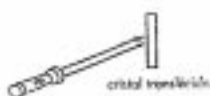
a) Un espejo



c) Cristal transparente



b) Cristal translúcido

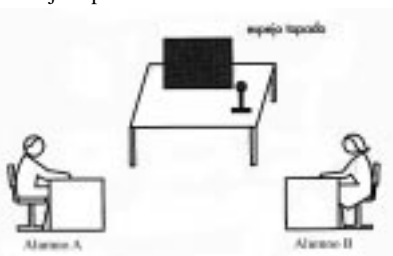


d) Un trozo de madera

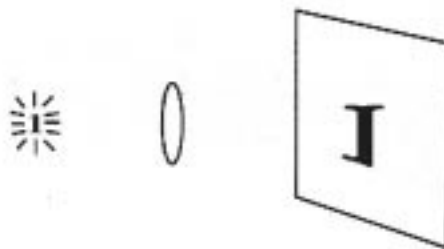


6. ¿Por qué tenemos que mirar un objeto para verlo?

7. En la figura permanece el espejo tapado. Si destapamos el espejo, la persona situada en A, ¿puede ver la bola en el espejo? La persona que está sentada en B, ¿puede ver la bola en el espejo? Responde a las dos preguntas y da una explicación.



8. Explica mediante un diagrama de rayos qué imagen obtendrás en un espejo cóncavo si situamos el objeto en la distancia focal. ¿Para qué se utiliza este tipo de espejos?



10. La luz de una linterna produce una mancha blanca sobre la pared. Si le ponemos a la linterna un filtro rojo, aparece una mancha roja sobre la pared. ¿Qué ha ocurrido en este proceso? Escoge una opción y explica porqué la escoges.

- a) La luz blanca se colorea de rojo en el filtro.
- b) La luz blanca es absorbida y la luz roja es emitida por el filtro.
- c) El filtro sólo permite pasar a la luz roja a su través.
- d) Otra explicación.

11. Obtener gráficamente la imagen de un objeto producida por un lente convergente cuando dicho objeto se encuentra muy alejado del foco.

Received 19.03.2004 / Approved 27.09.2004

## Training in study-methods: contributions to students' self-regulation in natural science learning

### Instrucción en métodos de estudio: contribuciones a la autorregulación de los estudiantes en el aprendizaje de ciencias naturales

CLARA VASCONCELOS<sup>1</sup>; LEANDRO S. ALMEIDA<sup>2</sup>; JOÃO F. PRAIA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Geology of the Faculty of Sciences, University of Oporto - Portugal

<sup>2</sup> Institute of Education and Psychology of the University of Minho - Portugal  
cvascon@fc.up.pt; leandro@iep.um.pt; jfptraia@fc.up.pt

#### Abstract

The relevance of strategies of study becomes very important, especially when learning difficulties partially explain low levels of literacy in students and hinder adequate developments of citizenship. This article presents an intervention program directed at teaching strategies of study and follows with the presentation of its evaluation. The program is directed to students enrolled in the last 3 years of compulsory school in Portugal (between 11 and 15 years old), and it includes four domains: 'Personal Perceptions and Involvement in Studying', 'Attitudes and Behaviour in Studying', 'Competence and Cognitive Processes in Studying' and 'Attitudes and Behaviour in Evaluation Situations'. The persistent concern of teachers with the student's academic failure, and the difficulties perceived in the process of studying of students enrolled in the Portuguese compulsory school, justify this research in the area of teaching and self-learning in Natural Sciences.

**Keywords:** Self-regulation, Self-learning, Natural Sciences

#### Resumen

La relevancia de las estrategias de estudio es muy importante, sobre todo cuando las dificultades en el aprendizaje explican parcialmente los bajos niveles de analfabetismo en estudiantes, y dificultan desarrollos adecuados para la ciudadanía. Este artículo presenta un programa de intervención dirigido a la enseñanza de estrategias de

estudio y sigue con la presentación de sus estudios de validación. El programa se dirige a estudiantes matriculados en los 3 últimos años de la enseñanza secundaria obligatoria en Portugal (entre los 11 y 15 años), y esto incluye cuatro dominios: percepciones personales y participación en el estudio, actitudes y comportamiento en el estudio, capacidad y procesos cognoscitivos en el estudio, y actitudes y comportamiento en situaciones de evaluación. La persistente preocupación de los profesores con el fracaso académico del estudiante, y las dificultades percibidas en el proceso de estudio de los estudiantes matriculados en la enseñanza obligatoria portuguesa, justifica esta investigación en el área de enseñanza y autoaprendizaje en ciencias naturales.

**Palabras clave:** autorregulación, autoaprendizaje, ciencias naturales.

#### INTRODUCTION

Recent research points to learning strategies and studying as necessary elements for a successful academic learning process. It is recognised that by resorting to a studying method the student becomes more responsible for his/her own process of learning, allowing him/her to accomplish innovation, in his/her professional and private life. Thus, s/he becomes more capable of giving a better response to the demands of new information or education. On the other hand, the absence of an effective study-method