

DISEÑO DE PROTOTIPOS EXPERIMENTALES ORIENTADOS AL APRENDIZAJE DE LA OPTICA

Pérez Lozada, Eliexer¹ Falcón, Nelson²

1 Dpto. de Matemática y Física. Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Carabobo. Área de Estudios de Postgrado FACE. Universidad de Carabobo
eliexerperez@yahoo.com

2 Dpto. de Física Facultad Experimental de Ciencias y Tecnología. Área de Estudios de Postgrado FACE. Universidad de Carabobo. nelsonfalconv@gmail.com

[Recibido en Diciembre de 2008, aceptado en marzo de 2009]

RESUMEN ^(Inglés)

Se presenta un conjunto de prototipos experimentales para el aprendizaje de la óptica. Los prototipos fueron elaborados con materiales de bajo costo y de fácil adquisición, mejorados en sus diseños, validados por expertos y probados en el aula para su valoración. Con ellos se recreó una metodología sustentada en constructos y procesos que mejoró el logro de los alumnos, mostrando su pertinencia y efectividad para la enseñanza de la óptica.

Palabras Claves: Enseñanza de la Física; óptica; didáctica; diseño de Prototipos.

INTRODUCCIÓN

La importancia de usar referentes cotidianos en la didáctica de las Ciencias, en particular en la Enseñanza de la Física, ha sido una preocupación constante desde la década de los sesenta, diversos autores y organizaciones internacionales han propuestos metodologías y estrategias para incrementar el logro y la motivación de los estudiantes de nivel básico, destacando siempre el uso de los recursos experimentales y de la experimentación en la ilustración de las Ciencias Naturales. Por otra parte, referente al modos de la experimentación, se debe tener presente que no existe partición entre la teoría y las actividades de laboratorio, sino que hay una estrecha relación entre ambas.

Desde este punto de vista, las actividades de laboratorio pueden sustituirse en algunas oportunidades por las demostraciones de cátedra para que buena parte de las mismas sean desarrolladas en el aula de clase. Dicha estrategia, se utiliza para complementar las actividades de laboratorio, sin pretender ser un sustituto o para ayudar en el planteamiento de un problema, ya que los prototipos utilizados para tal fin muestran en su mayoría algunos errores de medición por los materiales utilizados. En efecto, si se trata de un contenido que no ha sido abordado en clase, mediante la ilustración de un prototipo experimental empleando la técnica de la demostración de

cátedra, le permite al estudiante el manejo de datos y su interpretación de cómo opera determinado principio físico para explicar el fenómeno observado (Pérez, 2007).

En concordancia, Rivero (2004) señala que los experimentos de demostración son necesarios para que los estudiantes adviertan que la Física es una Ciencia Natural, y que cada teoría debe, finalmente, basarse en las repuestas que la naturaleza proporciona a las preguntas, formuladas de manera adecuada por medio de los experimentos. Aunado a esto, la escasez de materiales didácticos para desarrollar el trabajo en el laboratorio o en el espacio destinado para el mismo, ha permitido que la mayoría de los profesores, en cuanto a los contenidos generales de la Física se refiera, se dediquen simplemente a desarrollar la parte teórica sustituyendo la experimentación por sesiones basadas en la resolución de ejercicios (Solbes y Zacarés 1993).

Por otra parte, Falcón (2005) destaca que si el docente, con la colaboración de los alumnos construye algunos dispositivos sencillos con materiales a bajo costo, le permitiría realizar unos cuantos experimentos o ilustraciones didácticas o demostraciones de aula, aun cuando la institución no cuente con un laboratorio bien dotado de instrumentos sofisticados. Esa preocupación por acercar la experimentación mediante el diseño de experimentos de fácil adquisición es todavía hoy una importante cuestión en la enseñanza de las ciencias, y en particular, de la óptica que van desde la medición del índice de refracción (Szigety y otros; 2009) hasta experimentos de difracción (Carreras y otros 2007) y experimentos fotoacústicos (Marin, E; 2008). Sin embargo, la implantación de estos prototipos experimentales, orientados para el aprendizaje de la óptica como recurso didáctico el aula de clase, tropiezan la más de las veces, con la dificultad de la carencia de un manual de uso y de su validación previa. No es fácil, entonces, asegurar la repetición de los prototipos experimentales por aprendices de investigación, y/o por estudiantes sin preparación previa en labores de investigación, como es el caso de los estudiantes que realizan proyecto en casa o en los festivales científicos (Matos y Oliva, 2006).

En el presente trabajo, se plantea una didáctica constructivista del aprendizaje de la óptica y se muestra una veintena de experimentos de óptica (para detalles de cada uno de los diseños, consúltese nuestra web-site: <http://fisica.facyt.uc.edu.ve/showfisica>). Los prototipos abarcan los temas sobre Naturaleza y Propagación de la Luz, óptica geométrica, lentes e instrumentos ópticos, percepción del color y óptica física. Los prototipos experimentales propuestos pueden ser contruidos con materiales de bajo costo y fácil adquisición. Asimismo, pueden ser ejecutados por el docente-facilitador como elemento de demostración de los aprendizajes en óptica básica.

METODOLOGÍA

Monasterio (2001) señala que el desarrollo de actividades experimentales por medio de un conjunto de experimentos de óptica elaborados con materiales caseros o a bajo costo, permite que cada estudiante construya su propio material de experimentación. Aún, el carácter casero de los instrumentos y aparatos que pudieran estropearse hace fácil su reposición por el bajo costo de los materiales. Aunado a esto, se reconoce la

importancia del paradigma de la enseñanza sustentada en constructos y procesos (Ausubel, 1982) según el cual el conocimiento es “reconstruido”, reelaborado e incorporado a los esquemas previos del sujeto cognoscente durante el proceso de aprendizaje.

La metodología del proyecto de diseño y construcción de prototipos para la didáctica de las Ciencias Naturales, en particular de la óptica, consta de tres etapas: (I) Diseño del prototipo y manual del Docente, (II) validación del manual y (III) empleo y determinación de su efectividad en aula. En la etapa (I) se seleccionan los conceptos y constructos teóricos relevantes de acuerdo a los contenidos programáticos de la currícula, en forma secuencial creciente de complejidad; se idean o proponen experiencias experimentales y/o prototipos experimentales que evidencien estos fenómenos y conceptos. De las posibles experiencias se toman aquellas que su construcción y diseño sean posibles con materiales de fácil adquisición y preferentemente de uso cotidiano, de suerte tal, que incluso puedan elaborarse en casa por los aprendices o estudiantes, con un mínimo de instrucciones y asesoramiento del docente-facilitador. Para asegurar la pertinencia de la experiencia o del prototipo en la significación conceptual de un determinado fenómeno, se procede a la validación del prototipo (etapa II) y de su manual por el método de juicio de expertos (Test de Likert) y finalmente en la etapa (III) se emplea en el ejercicio docente del aula; allí la metodología de investigación cualitativa y de observador participante es fundamental para realizar ajustes al diseño y estrategia de instrucción, en el empleo de cada prototipos particular, con el fin de mejorar su implantación en las cohortes venideras o en otros grupos de alumnos.

Para desarrollar la didáctica, se emplea una heurística constructivista de los contenidos procedimentales (Pro, 1998), es decir, los métodos y maneras que se utilizan para generar el conocimiento declarativo-conceptual por el docente-investigador en su trabajo de aula, siguiendo una heurística bimodal (ver Figura 1), diseñada en concordancia con Gowin (Novak y Gowin 1988). En ella, el docente realiza el trabajo de aula empleando algunas experiencias y prototipos, a la par que asigna otro prototipo experimental, y/o experiencias semejantes como proyecto de investigación a los alumnos, cuya construcción y ejecución realizaran los aprendices, trabajando en equipo fuera del aula como asignación para la creatividad y reforzamiento del aprendizaje. Las discusiones y explicaciones de los fundamentos físicos y constructos de las teorías físicas, que el Profesor realiza en clase, debería servir entonces como motivador para el establecimiento de inferencias y coadyuvar a la comprensión de las conjeturas y observaciones de los aprendices (estudiantes) en la ejecución de su proyecto particular. Durante la ejecución de las clases siguientes, el docente-facilitador mostrará ejercitaciones simbólicas-matemáticas de las leyes y situaciones físicas de las experiencias de aula y sugerirá como efectuar operaciones físico-matemáticas, que permitan modelar el proyecto particular que los alumnos desarrollan paralelamente como trabajo de investigación fuera del aula. Al final del tópico explorado, los alumnos muestran y discuten su trabajo de investigación asignado, y el docente-facilitador discute las implicaciones para organizar el contexto y procurar la interiorización del aprendizaje significativo.

Los prototipos realizados por los alumnos quedan ya elaborados y validados en pertinencia y eficacia, que el docente puede valorar a través de los resultados estadísticos del aprovechamiento de los contenidos, demostrados en los momentos de evaluación previamente asignados. Además los prototipos realizados por los alumnos fuera de aula, pueden emplearse en el lapso siguiente como recurso instruccional para las cohortes venideras. En concordancia, Falcón (1989) menciona: La metodología centrada en la enseñanza por descubrimiento y basada en el uso de prototipos experimentales empleando materiales de fácil consecución (Figura 1), tiene la virtud adicional de producir al final del proceso nuevos prototipos que sirven al instructor para futuras demostraciones experimentales en el aula de forma didáctica y recreativa, especificando los contenidos, definiciones y actividades de aula que pueden efectuarse con determinados modelos.

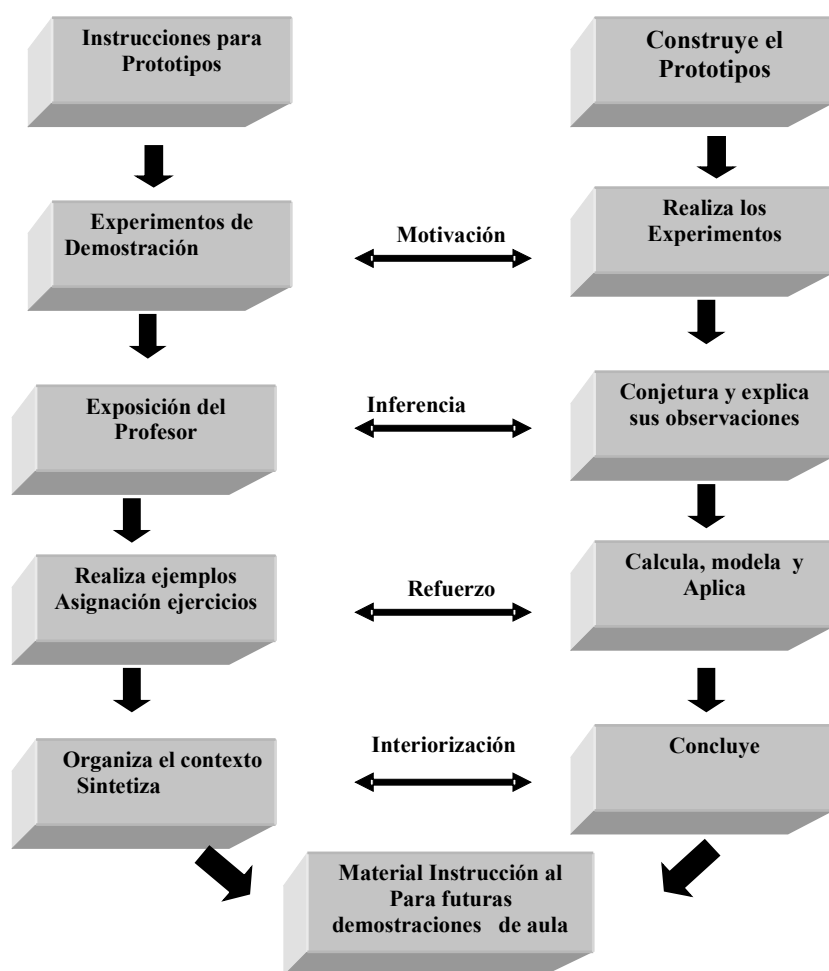


Figura 1.- Falcón (1989) Esquema metodológico de la Enseñanza por Descubrimiento basada en el uso de Prototipos Experimentales de fácil consecución.

En relación con lo anterior, Criado et al. (2007) realizaron la construcción de una Cámara Oscura empleando una caja de cartón (materiales caseros) en dos versiones, una más sencilla y otra más sofisticada, verificando la utilidad didácticas en una clase de Ciencia. Dicha actividad se viene realizando desde hace ocho años con alumnos de

Magisterio de la Universidad de Zaragoza, dentro de la asignatura Didáctica de la Física y de la Química, como trabajo práctico de la unidad denominada: ¿Cómo construir el conocimiento investigando?

En ese orden de ideas, en el diseños de prototipos experimentales de bajo costo, particularmente para el contenido de la óptica, se excluye la aplicación de un manual de uso docente, lo que constituye una seria omisión (Pérez, 2008), que imposibilita, la mas de las veces, el empleo eficaz de los diseños por los usuarios finales: Docentes y Estudiantes (ver Anexo 1 donde se muestra un ejemplo del prototipo experimental “**Cámara de Orificio**” con su manual de uso para Docentes y Estudiantes).

El manual de uso docente, esta elaborado en tres fases: en la primera fase se encuentra la denominación, el propósito para el cual fue diseñado el prototipo y el croquis del prototipo (una foto real del prototipo fabricado). En la segunda fase, se explican los detalles de construcción y funcionamiento del prototipo, costo aproximado, forma de presentación (completo), el uso del prototipo, las observaciones y el proyecto en el hogar como estrategia dirigida extra escolar, para que cada estudiante la realice individualmente y posteriormente la comente en clase. La tercera fase, orientaciones para los docentes y estudiantes, consiste en el desarrollo de los principales conceptos y leyes físicas involucradas en el prototipo, las actividades y preguntas sugeridas.

Las actividades y preguntas sugeridas, está dirigida principalmente hacia la parte descriptiva de la Física, para que les facilite a los alumnos una mejor comprensión del fenómeno ilustrado, obviando la Física-Matemática que a menudo desanima a los estudiantes. El objetivo central de lo antes mencionado, consiste en que cada docente construya el dispositivo antes de hacer la asignación, responda las preguntas sugeridas y las amplíe evitando así las improvisaciones cuando los alumnos les realicen consultas sobre el fenómeno ilustrado.

Asimismo, cada estudiante debe construir su propio dispositivo en el hogar para minimizar el factor “tiempo” siguiendo un mínimo de instrucciones que les proporciona el docente. Luego, dicho dispositivo es empleado en el aula, ya sea para una demostración de cátedra o como complemento de las actividades de laboratorio, en donde deben responder el manual de uso, para comprender mejor el propósito para el cual fue diseñado el prototipo y aportar nuevas ideas en la mejora del manual. Las ventajas de emplear dicho prototipo como los que se muestran en la Web-site: <http://fisica.facyt.uc.edu.ve/showfisica> radica: en su eficacia, versatilidad, didáctica, originalidad, facilidad en la obtención de los materiales empleados, facilidad en la construcción, facilidad de manipulación, transporte y estética. Los mejores prototipos elaborados son donados a la institución para dotar el laboratorio de Física, así como su empleo en los festivales de Ciencia

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Se efectuó un taller de actualización en las nuevas técnicas de experimentación de la física, donde se validaron completamente los veinticinco prototipos experimentales, participando 25 docentes de los principales liceos públicos del estado Carabobo y de la universidad de Carabobo (área de ingeniería, facultad de ciencias y tecnología y

facultad de ciencias de la educación), quienes emplearon los prototipos siguiendo el manual de uso docente y los diseños aquí presentados. El objetivo esencial de dicho taller consistió en propiciar el intercambio de experiencias y técnicas en la Enseñanza de las Ciencias, con énfasis en la Didáctica de la Física experimental.

Los modelos propuestos fueron los siguientes: #1 Cámara de orificio, #2 Cámara de Amicis, #3 Espejo - apuntador láser y bloque de vidrio, #4 Espejos Angulares, #5 Rayo de luz en un espejo esférico, , #6 Flecha inversa, #7 Vaso y la moneda, #8 Vaso y lápiz, #9 Efecto Tyndall, #10 Espectroscopio, #11 Disco Compacto, # Fabricación de Lentes Convergentes, #13 Fabricación de lentes Esféricas, #14 Anteojos y la lente convergente, #15 Caleidoscopio, #16 Estroboscopio, #17 Telémetro óptico, #18 Telescopio de proyección, #19 Microscopio simple, #20 Disco de Newton, #21 Patrones de Moire, #22 Efectos visuales, #23 Iridiscencia, #24 Interferencia de Young ,#25 polarización, El test de validación fue previamente examinado por el juicio de expertos empleando la modalidad Escala de Likert (ver Anexo 2).

El cuestionarios para validar los modelos y prototipos experimentales propuestos está estructurado en dos partes, la primera parte preguntas relacionadas con el prototipo referente a la versatilidad, eficacia, didáctica, estética u otras. En la segunda parte se encuentran las preguntas relacionadas con el manual de especificaciones en cuanto al propósito, croquis, detalles de construcción, actividades y preguntas sugeridas. La pertinencia de dicho trabajo de investigación, consiste en que cada docente comprobó que tanto el manual de uso como el prototipo modelado se pueden utilizar como un recurso eficiente para el aprendizaje de la óptica, ya sea como demostración en el aula o como complemento en las actividades de laboratorio.

Por otra parte, el empleo de la escala de Likert, en el cuestionario antes mencionado, permite responder más efectivamente las preguntas formuladas y facilita la interpretación y tabulación de los datos en el análisis de los resultados. Estas sugerencias fueron realizadas preliminarmente por el juicio de los expertos en Física previamente a la aplicación del taller de actualización. Después de la realización del taller se verificó las sugerencias antes mencionadas y se constató que la modalidad escala de Likert permite minimizar el factor "tiempo", el análisis de los resultados es más exacto y el comentario final que se debe realizar a cada gráfico es más preciso.

A continuación, se presenta el cuestionario de validación de lo prototipos experimentales para el aprendizaje de la óptica:

Seguidamente, como ejemplo, se muestra en la figura 2 los resultados de la evaluación del prototipo "**Cámara de Orificio**":

El 89 % de las respuestas dadas por los participantes está en el rango de muy bueno a excelente, mientras que el 11 % restante lo califica como regular, esto indica que el prototipo 01 (cámara de orificio) es un buen recurso que cumple con los objetivos por el cuál fue construido (criterio de eficacia), es sencillo de elaborar por la facilidad en la obtención de los materiales empleados en la fabricación (criterio de materiales a bajo costo), cómodo de operar y de manipular por los estudiantes. Además, se puede utilizar para otros objetivos por su versatilidad como proyecto para el hogar o como proyecto científico. También, permite establecer analogías o comparaciones con otros dispositivos como son: la cámara comercial, el ojo humano como instrumento óptico y

las lentes. Dicho prototipo, es calificado por los docentes expertos como un recurso eficiente para el aprendizaje pues facilita la ilustración de manera didáctica de conceptos, leyes y principios involucrados en el fenómeno de la propagación en línea recta de la luz en un medio homogéneo, la originalidad y la facilidad en el transporte.

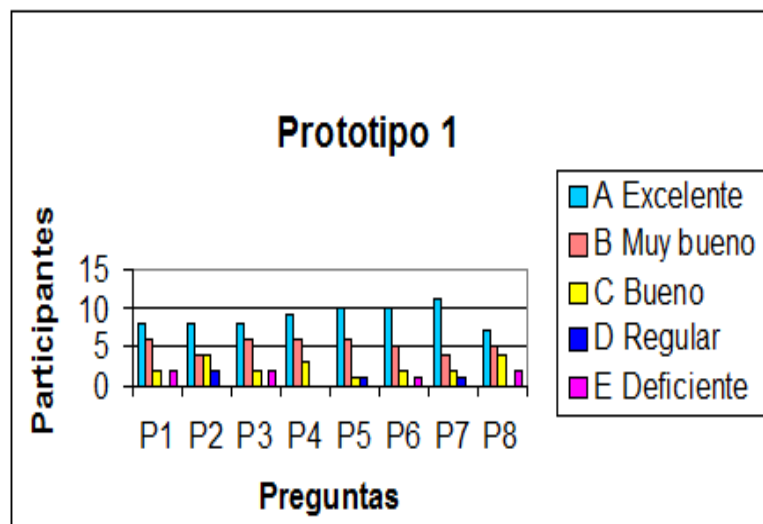


Figura 2.- Gráfico de los Resultados del prototipo "Cámara de Orificio".

CONCLUSIONES

Implementar una propuesta didáctica basada en Enseñanza por descubrimientos y/o recursos experimental requiere, además del diseño de los prototipos y experimentos, pertinentes y accesibles, de una guía de instrucción de apoyo al docente y al alumno para conciliar el episteme cognitivo de los aprendizajes programados con la experiencia vivencial del fenómeno. Los resultados obtenidos con la guía de construcción, validada y probada en aula, demostraron ser una herramienta eficaz para el logro de la didáctica experimental, en ocasiones, soslayada en la aplicación de los recursos fenoménicos de instrucción en la Enseñanza secundaria.

De lo anterior, se puede destacar que con los resultados de la aplicación del diagnóstico preliminar, permitió la construcción de la propuesta de una veintena de prototipos experimentales, cuyo objetivo del trabajo consistió en ilustrar los fenómenos de la óptica por medio de la demostración en el aula, acompañada de un manual de uso dirigido a los docentes y estudiantes. A su vez, la opinión arrojada por los docentes expertos en le área de la Física, en el test de validación referente al manual de uso (docente y estudiante), permitió mejorar algunos de los prototipos en su estética, así como también en formulación de las preguntas que del manual de especificaciones.

Asimismo, 12 (doce) de los modelos y prototipos experimentales comúnmente conocidos para la enseñanza de la óptica, fueron mejorados en su diseño, presentación e instrucciones de elaboración, adecuándolos a las normas de la UNESCO (1975), citados por Falcón (1989) y por Quiroz (2003). Finalmente, los 13 (trece) nuevos diseños restantes, junto al manual de uso docente de todos ellos, mostraron

su pertinencia y efectividad tanto en el ejercicio en aula como su positiva validación por los pares académicos a nivel de enseñanza secundaria y superior.

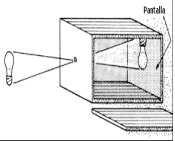
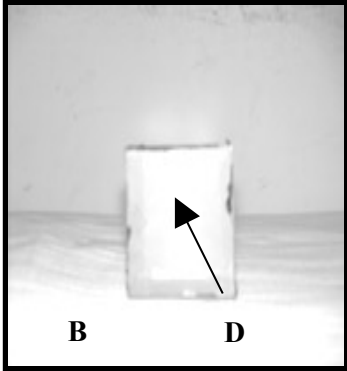
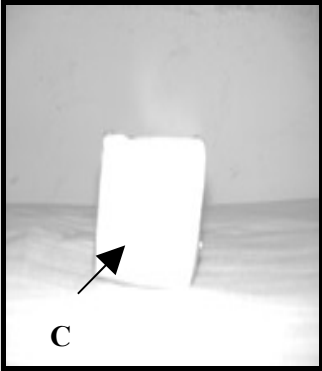
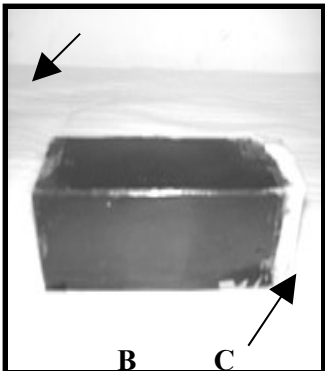


Agradecimiento: Al Comité de Jueces y redactores de la *Revista Eureka* por sus oportunos comentarios y sugerencias para perfeccionar el manuscrito original.

REFERENCIAS

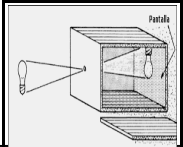
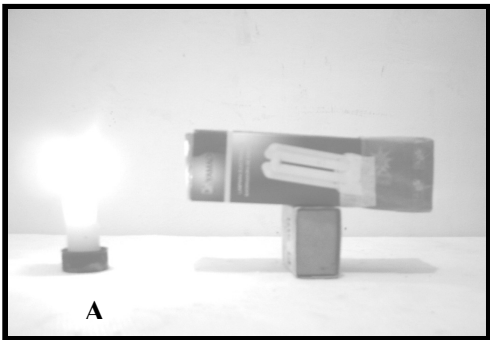
- Ausubel, D (1983). *Psicología Educativa*. Editorial Trillas S.A. México.
- Carreras, C., Yuste, M. y Sánchez, J.P. (2007). La importancia del trabajo experimental en física: un ejemplo para distintos niveles de enseñanza. *Rev. Cub. Física*, 24 (1) 80-83.
- Criado, A. M.; del Cid, R. y García- Carmona, A. (2007). La cámara Oscura en la Clase de Ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(1) 123-140. En línea en: <http://www.apac-eureka.org/revista>.
- Falcón, N. (1989). Diseño y evaluación de Aparatos Didácticos en la Enseñanza de la Física. *Acta Científica Venezolana*, 33, Suplemento No 1, 54. *V Jornadas Nacionales de Enseñanza de la Física*. Caracas-Venezuela.
- Falcón, N y otros (2005). Naturaleza de la luz: Recursos Experimentales didácticos y Recreativos. *Revista Educativa Candidus*, 34 (6), 100-102.
- Marin, E (2008). Escuchando la luz: breve historia y aplicaciones del efecto fotoacústico. *Lat. Am. J. Phys. Educ.*, 2 (2), 210-215.
- Matos, J. y Oliva, J.Mª (2006). Experiencias interactivas de aula para las clases de ciencias: el caso del cascanueces hidráulico. *Aula de innovación educativa*, 150, 36-39.
- Monasterio, R (2001). Óptica Experimental con materiales Casero o de bajo Costo. Conferencia Interamericana sobre educación en Física. (1991)Tomo II, 405-419 Universidad Simón Bolívar. Caracas – Venezuela.
- Novak, J. y Gowin, D.B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Ed. Martínez Roca, Barcelona.
- Perales, F. (2004). Enseñanza de la óptica. *Alambique*, 13(1) 133-1.
- Pérez, E. (2008). *Diseño de Modelos y prototipos experimentales orientados al Aprendizaje de la Óptica*. Tesis de Maestría en Educación en Física, FACE, Universidad de Carabobo.
- Pro, A., (1998). ¿Se pueden enseñar contenidos procedimentales en las clases de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1) 21-42.
- Quiroz, V. (2003). *Diseños de prototipos para la Enseñanza de la Física Moderna*. Tesis Maestría en Educación en Física, FACE, Universidad de Carabobo.
- Rivero, H y otros (2004). *Cómo mejorar mi clase de Física nivel superior*. Editorial Trillas. México.

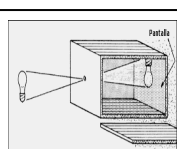
- UNESCO (1975). "Nuevo Manual para la Enseñanza de las Ciencias" Editorial Sudamérica, Buenos Aires.
- Solbes, J. y Zacarés J. (1993). ¿Qué sucede con la enseñanza de la óptica? *Revista Española de Física* 7(4) 38-43.
- Szigety, E y otros (2009). Medición del índice de refracción del agua usando Materiales sencillos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(1), pp. 146-150. En línea en: <http://www.apac-eureka.org/revista>.

ANEXO 1

	<p style="text-align: center;">OPTICA</p> <p>DENOMINACION: CAMARA DE ORIFICIO</p> <p>PROPOSITO: ILUSTRAR LA PROPAGACIÓN EN LINEA RECTA DE LA LUZ EN UN MEDIO HOMOGENEO.</p>	<p style="text-align: center;">HOJA 01-A</p>
<p>CROQUIS DEL PROTOTIPO:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div data-bbox="264 607 612 976">  <p style="text-align: center;">B D</p> </div> <div data-bbox="652 607 975 976">  <p style="text-align: center;">C</p> </div> <div data-bbox="1011 607 1337 976">  <p style="text-align: center;">B C</p> </div> </div> <div style="margin-top: 20px;"> <p>A- Una Vela B- Caja de Cartón (14cm x 4cm x 2cm)</p> <p>C- Papel de seda D- Orificio</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 40px;">   </div>		

Comprobación de la eficacia y pertinencia de los prototipos.
Pruebas en aula por parte de los estudiantes de la Unidad Educativa
"Manuel A Malpica" Municipio Naguanagua. Edo.Carabobo. Venezuela

	DETALLES DE CONSTRUCCION Y FUNCIONAMIENTO	HOJA 01-B
<p>Construya una cámara oscura, siguiendo el siguiente procedimiento: Recorte uno de los extremos de una caja pequeña de cartón y cúbralo con papel de seda como la que se ilustra en la figura. En el otro extremo haga un pequeño agujero con un lápiz, de modo que sus bordes queden bien definidos. Luego, apunte la cámara hacia distintos objetos brillantes que se encuentra en una habitación oscura</p> <div data-bbox="545 703 1037 1041" data-label="Image">  </div>		
Costo aproximado: El de los materiales		
Forma de presentación: Como se muestra en la figura.		
Uso del equipo: Ilustrar la propagación en línea recta de la luz en un medio homogéneo.		
Observaciones: Se logran mejores resultados en cuanto al reflejo de la imagen en la pantalla utilizando papel de seda en vez de papel higiénico.		
Proyectos para la casa: Si en una habitación oscura se reemplaza el papel de seda por una película fotográfica no expuesta, cubre la parte posterior de modo que quede hermética a la luz y cubre el orificio por una tapa removible. Estará usted listo para tomar una fotografía. Los tiempos de exposición difieren, dependiendo principalmente del tipo de película.		



ORIENTACIONES PARA LOS DOCENTES Y ESTUDIANTES

HOJA #01-C

PRINCIPALES CONCEPTOS Y LEYES FISICAS INVOLUCRADAS:

✓ Propagación de la luz - Consecuencias de la propagación de la luz

ACTIVIDADES SUGERIDAS:

- Emplea una vela a cierta distancia de la cámara y observa lo ocurrido en la pantalla

- Realice un diagrama de rayos

- Utiliza distintos objetos brillantes, apunta la cámara sobre cada uno y observa como se forma la imagen sobre la pantalla. Realice un diagrama de rayos

- Utiliza una vela de 4cm (aproximadamente) y colócala a una distancia de 10cm del orificio. Si la distancia del orificio a la pantalla es de 14cm, ¿Cuál será el valor del tamaño de la imagen recogida en la pantalla? Use el modelo de la hoja # 01-A

- Si se disminuye la distancia de la vela con respecto al orificio en 2cm proporcionalmente ¿Qué le ocurriría a la imagen recogida en la pantalla? Completa la siguiente tabla :

Distancia del Objeto	16cm	14cm	12cm	10cm	8cm	6cm	4cm	2cm
Imagen del Objeto								

- Construye el gráfico **distancia del objeto** en función de la **imagen del objeto**

PREGUNTAS SUGERIDAS:

¿Cómo es la proyección de la imagen?

¿Si se coloca la vela a distintas distancias de la cámara qué le ocurre a la imagen?

¿Existe proporcionalidad entre el tamaño de la imagen y el aumento de distancia?

¿Influye el tamaño del orificio en la formación de la imagen en la pantalla?

¿Influye si se pinta la cámara por dentro de color negro o no sobre la formación de la imagen en la pantalla?

¿De qué manera se debe colocar la cámara con respecto al objeto para que se pueda observar la imagen en la pantalla?

¿Cuáles son las diferencias principales entre la cámara de orificio y una cámara fotográfica comercial?

¿Tiene distancia focal la cámara de Orificio?

¿De qué factores dependen las características de la imagen?

Menciona las analogías entre el ojo humano, la cámara de orificio y una cámara fotográfica comercial

ANEXO 2

CUESTIONARIO DE VALIDACION

CUESTIONARIOS PARA VALIDAR LOS (MODELOS Y PROTOTIPOS) EXPERIMENTALES PROPUESTOS Y LOS MANUALES PARA LOS (DOCENTES Y ESTUDIANTES)

Nombre del Prototipo: _____ **Número de Referencia:** _____

A continuación se presenta una serie de preguntas relacionadas con el **Prototipo propuesto y Manual de Especificaciones**: Marque con una X en la escala de **A - E** la que Usted considere se ajusta a su observación y criterio sobre el prototipo propuesto.

- Preguntas relacionadas con el **Prototipo propuesto**:

ESCALA

E	Deficiente	D	Regular	C	Bueno	B	Muy Bueno	A	Excelente
----------	------------	----------	---------	----------	-------	----------	-----------	----------	-----------

		E	D	C	B	A
1	Cumple el prototipo con los objetivos por el cual fue construido (Eficacia)					
2	Se puede utilizar para otros objetivos (Versatilidad)					
3	Es un recurso eficiente para el aprendizaje (Didáctica)					
4	Originalidad del prototipo					
5	Facilidad de obtención de los materiales empleados en la construcción del prototipo					
6	Facilidad de elaboración y /o construcción					
7	Facilidad de operación y manipulación					
8	Acabado y presentación (Estética)					

- Preguntas relacionadas con el **Manual de Especificación** del prototipo propuesto:

ESCALA

E	Deficiente	D	Regular	C	Bueno	B	Muy Bueno	A	Excelente
----------	------------	----------	---------	----------	-------	----------	-----------	----------	-----------

		E	D	C	B	A
1	¿El propósito didáctico del diseño se relaciona con el prototipo propuesto?					
2	¿Las imágenes del prototipo indican detalladamente las partes de éste?					
3	¿Los detalles de construcción permiten que otra persona pueda construir el prototipo?					
4	¿Las actividades sugeridas para los docentes están relacionadas con el propósito didáctico propuesto para el prototipo?					
5	¿El contenido sugerido se puede cumplir a cabalidad con el prototipo propuesto?					
06	¿Las preguntas sugeridas están relacionadas con el contenido de las actividades realizadas con el uso del prototipo?					

Comentarios y Observaciones:

DESING EXPERIMENTAL PROTOTYPE ORIENTED LEARNING OPTICS

SUMMARY

We should an experimental prototypes set for learning optics. The prototypes were developed with materials affordable and easy acquisition, improved their designs, validated by experts and tested in the classroom for their valuation. They recreated a methodology based on "building" and processes that improves the achievement of the students, showing their relevance and effectiveness for the teaching of optics.

Key Words: *The teaching of Physical; Optics; Experimental Prototype.*