

# Implementación de un experimento cualitativo para la enseñanza del efecto fotoeléctrico a estudiantes de educación, mención física y matemática



Richard N. Durán<sup>1</sup>, Juan C. Terán<sup>2</sup>, Gladys M. Gutierrez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física y Matemática, Universidad de Los Andes, Núcleo Universitario Rafael Rangel, Estado Trujillo, Venezuela.

E-mail: duranrikc@gmail.com

(Recibido el 6 de julio de 2016, aceptado el 7 de septiembre de 2016)

## Resumen

El trabajo de investigación que se presenta tuvo como objetivo central diseñar un prototipo cualitativo del efecto fotoeléctrico como una herramienta didáctica dirigida a los docentes del área de Física, con el fin de estudiar los conceptos cuánticos en Física Moderna en Educación Universitaria. La investigación se fundamentó en la teoría constructivista y experimentos elaborados sobre el Efecto Fotoeléctrico. La misma se desarrolló siguiendo la metodología de proyecto factible lo que permitió elaborar el diseño experimental propuesto. La población de estudio estuvo conformada por una sección de seis (06) estudiantes de Física Moderna y cinco (05) profesores del área de Física en una institución Universitaria del estado Trujillo. La técnica aplicada fue una encuesta con preguntas abiertas que sirvió como diagnóstico para verificar en los estudiantes los conocimientos sobre el Efecto Fotoeléctrico. Posteriormente, se muestra el análisis de los ítems más resaltantes de la investigación, y se ofrece la propuesta presentada.

**Palabras Claves:** Efecto fotoeléctrico, diseño, experimento, prototipo, enseñanza de la Física Cuántica.

## Abstract

The research has the objective to design a qualitative prototype of the photoelectric effect as a teaching tool aimed at teachers in the area of Physics, in order to study the quantum concepts in Modern Physics in Higher Education. The research was based on the constructivist theory and experiments made on the Photoelectric Effect. It was developed following the methodology of feasible project, thus it gives way to experimental design proposed. The study population consisted of a section of Modern Physics students and professors of physics at the university in Trujillo state. The technique used was the application of a survey that served as a diagnostic to check on students knowledge of the Photoelectric Effect. Later analysis of the most outstanding research items shown, leading to the proposal.

**Keywords:** Photoelectric effect, design, experiment, prototype, Quantum physics teaching.

**PACS:** 01.40.-d, 01.50-i, 01.65.+g

**ISSN 1870-9095**

## I. 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 de los profesores que imparten estas asignaturas, en las cuales se han propuesto metodologías y estrategias para incrementar la motivación de los estudiantes, destacando siempre el uso de los recursos experimentales. Por otra parte, en lo que se refiere a las formas de experimentación, se debe tener presente que no existe una separación 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 ocasiones por las demostraciones experimentales de cátedra, para que buena parte de ellas se desarrollen en el aula de clases. Dichas estrategias, se utilizan para complementar las actividades de laboratorio sin pretender ser un sustituto, o bien para

ayudar en el planteamiento de un problema, además de las relaciones existentes entre las magnitudes involucradas en el fenómeno a estudiar, es decir, si se trata de abordar un contenido de clase mediante la ilustración de un prototipo experimental, ésta le permite al estudiante el manejo de datos y su interpretación de cómo opera determinado principio Físico para explicar el fenómeno observado.

Los experimentos de demostración son necesarios para que los estudiantes adviertan que la Física es una ciencia natural, y que cada teoría debe basarse en las respuestas que la naturaleza proporciona a las preguntas formuladas de manera adecuada por medio de experimentos. Adicionalmente, es de entender que, la mayoría de los profesores en los niveles de media general, y universitaria deciden explicar la teórica a través de resolución de ejercicios, en vez del uso de experimentos, debido a la escasez de materiales didácticos para desarrollar el trabajo de laboratorio o en los espacios destinados para el mismo.

Para Campelo, J. [1], la didáctica de la Física desarrollada bajo el principio dialéctico de la unidad

teoría-práctica, ejecuta funciones de carácter educativo y científico al mismo tiempo. La unidad correcta de esa relación exige un cambio de paradigma de la práctica pedagógica, es decir, cambiar el paradigma de la pedagogía tradicional mecánico-cartesiano, modelo del alumno - tabula rasa, y su modelo del alumno activo, buscando garantizar actividades que proporcionan el desarrollo del conocimiento científico, la adquisición de habilidades científicas.

En este sentido, el modelo alumno productivo hace que el nivel de enseñanza de la Física en el siglo XXI sea mejor aprovechada por parte de los estudiantes, pudiéndose desarrollar en un ambiente educativo propicio para el mejoramiento académico. Mostrando herramientas que permitan al alumno desarrollar el interés por el conocimiento de la Física dando explicación desde su origen, es decir, incentivar a la investigación de esos fenómenos naturales que hoy conocemos como Física.

Según Marulanda & Gómez [2], los prototipos experimentales es una de las actividades que se consideran importantes en la enseñanza de las ciencias porque promueven la adquisición de una serie de procedimientos y habilidades científicas. También, presenta la Física al estudiante de una manera más práctica, con una dimensión más realista y científica, lo cual permitirá comprobar fenómenos o principios científicos. El diseño de dichos prototipos es una herramienta factible para la enseñanza del Efecto Fotoeléctrico, puesto que en él se refleja las teorías y leyes que rigen el fenómeno debido que sus observadores logren alcanzar un aprendizaje exitoso, y así poder transmitir los conocimientos con mayor fluidez y eficacia.

Por tal motivo, es necesario diseñar un plan bien estructurado donde se orienten los pasos para la elaboración del prototipo experimental, para que así se puedan establecer las finalidades y propósitos de su ejecución, por tal motivo el objetivo de la investigación fue diseñar un prototipo experimental del Efecto Fotoeléctrico como estrategia de enseñanza. La investigación que se desarrollo tiene importancia y relevancia desde los siguientes ámbitos: Desde el punto de vista teórico, la investigación aborda la enseñanza del Efecto Fotoeléctrico como uno de los conceptos cuánticos, a través de diseños experimentales pueda dar paso a una mejor explicación y entendimiento del mismo. Rivero, H. [3], señala que los experimentos son necesarios para que los estudiantes adviertan que la Física es una ciencia natural, y que cada teoría debe, finalmente, basarse en la respuesta que la naturaleza proporciona a las preguntas, formuladas de manera adecuada por medio de los experimentos.

Desde el punto de vista práctico, la investigación aportará una propuesta de mejora a un problema evidenciado en la enseñanza de la Física, específicamente en la unidad curricular de Física Moderna, donde por medio de un diagnóstico visual se refleja la ausencia de las prácticas de laboratorio, así como la formación estratégica de los docentes del área, además, cabe destacar la ausencia de materiales de laboratorio con los que cuenta la Universidad donde se realizó el estudio, en consecuencia

desmotiva de cierta forma a los docentes para realización de experimentos en las mismas. Desde el punto de vista metodológico, la investigación a desarrollar se enfoca en una investigación de proyecto factible, constituyendo un aporte a futuras investigación donde se aborde los diseños experimentales en Física Moderna y el empleo de material didáctico que facilite el aprendizaje de conceptos cuánticos.

## II. SOBRE LA PROPUESTA

La presente herramienta didáctica tiene como propósito lograr que el docente permita hacer uso de un método que le sea útil para la enseñanza, y para que el estudiante logre alcanzar un mejor conocimiento con respecto al Efecto Fotoeléctrico, unidad que se presenta en la asignatura de Física Moderna, en la carrera de Educación Mención Física y Matemática de la Universidad de Los Andes, Núcleo Universitario Rafael Rangel, Trujillo, Venezuela.

Es evidente la problemática generalizada que se presenta en los estudiantes tanto en el nivel de educación media general y en el nivel universitario, es el hecho de concebir el estudio de la Física como algo no muy agradable por muchos, donde existen conceptos abstractos que los estudiantes no logran comprender, de cierta manera se presenta lo que le llamamos apatía: este es el momento donde el alumno esta desmotivado al aprendizaje de la Física.

Es por ello, concebir de gran ayuda el diseño y aplicación de prácticas experimentales en el aula, lo cual promueve la participación de los estudiantes de manera directa, donde se plantea el acercamiento con la teoría-práctica. Esto conlleva a despertar el interés, motivación, y empeño por aprender el maravilloso mundo de la Ciencia.

Aunado a esto, es propicio para la cátedra de Física Moderna que los estudiantes logren comprender y a su vez relacionar la teorías por medio del uso experimental. De manera que esta práctica de laboratorio suele ser útil e innovadora, el cual muestra con detalle la fundamentación teórica y un montaje experimental debidamente estructurado.



**FIGURA 1.** Montaje experimental. Visualización de forma cualitativa del efecto fotoeléctrico.

Se realizó un montaje experimental utilizando el diseño de un electroscopio casero, una barra de vidrio para frotar con

papel periódico de manera que sirva para cargar por inducción nuestro electroscopio y posteriormente descargarlo con la ayuda de una lámpara de mercurio que estaba a su vez conectada a una fuente de poder y así visualizar una aplicación sencilla del efecto fotoeléctrico.

### III. MARCO TEÓRICO

#### Origen del efecto fotoeléctrico.

Por medio de la historia se ha dicho que fue observado el fenómeno por primera vez en 1839 en Francia, sin embargo hoy en día se atribuye el descubrimiento a Heinrich Hertz en 1887. Hertz descubrió el efecto fotoeléctrico por accidente, al tratar de probar la teoría de Maxwell sobre la radiación electromagnética, en esencia ondulatoria, donde fue la primera prueba experimental contundente a favor de la teoría de Maxwell pero, a su vez abrió camino para los experimentos que mostraron el carácter corpuscular de la luz.

El experimento consistía en provocar una chispa con una bobina de inducción y detectar los efectos de radiación electromagnética emitida observando la existencia de otra chispa entre las puntas de un alambre enrollado en forma de círculo y a cierta distancia del emisor. Para observar mejor la chispa en el receptor, Hertz solía usar una cubeta oscura. Al hacerlo notó que la chispa cambiaba de longitud y bajo ciertas condiciones incluso desaparecería. Él concluyó acertadamente que la luz proveniente de la chispa emisora era la causante de este extraño fenómeno. De hecho, con un prisma descompuso la luz del emisor y descubrió que la luz del emisor era más intensa al ser expuesta a la luz ultravioleta.

#### Efecto fotoeléctrico y leyes que lo rigen.

Un fenómeno que puso de manifiesto lo acertado de las nuevas ideas cuánticas es el llamado Efecto Fotoeléctrico, conocido desde finales del siglo XIX, y explicado por Einstein en 1905.

Reisin, H. & Ferrara, S. [4] señalan que, en el Efecto Fotoeléctrico, se agrupa un conjunto de fenómenos que aparecen durante la interacción de la radiación luminosa con un ente material y que consisten en la emisión de electrones (efecto fotoeléctrico externo) o, en el cambio de la conductibilidad eléctrica de la sustancia o la aparición de una fuerza electromotriz inducida (efecto fotoeléctrico interno).

El efecto fotoeléctrico externo puede explicarse a partir de la figura 2, Cuando sobre una placa metálica (cátodo) o de un material con determinadas características, incide radiación electromagnética en el rango de luz ultravioleta o visible. Producto de esta acción se desprenden electrones que logran alcanzar el ánodo, debido a la diferencia de potencial entre el ánodo y el cátodo, provocando la circulación de corriente eléctrica.

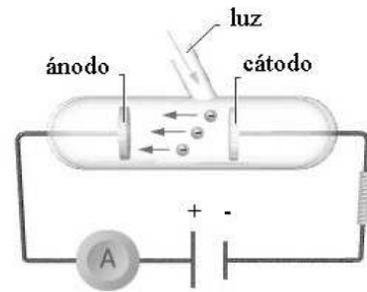


FIGURA 2. Esquema experimental del efecto Fotoeléctrico. Fuente: Reisin & Ferrara [4].

La práctica experimental permitió establecer las siguientes regularidades para el efecto fotoeléctrico:

- Para cada sustancia existe un límite o umbral de frecuencia mínima de la luz  $\nu_0$  por debajo de la cual no se observa el efecto.
- Aún con una diferencia de potencial opuesta (el ánodo con carga negativa) se puede observar la aparición de fotocorriente, evidenciando que los electrones son arrancados con un valor de energía, capaz de vencer el campo eléctrico opuesto.

Este valor tiene un máximo  $E_{c(máx)}$ , pues cuando el potencial retardador adquiere un valor  $U_0$  no es posible apreciar el efecto. El valor del potencial retardador (y por tanto de  $E_{c(máx)}$ ) no depende de la intensidad de la radiación incidente sino de la frecuencia de la luz incidente.

- La fotocorriente puede aumentar su valor si se aplica una diferencia de potencial aceleradora entre cátodo y ánodo (este último cargado positivo) Sin embargo, el valor de la corriente no aumenta indefinidamente, sino que alcanza un valor de saturación, permaneciendo constante con el aumento del potencial. El valor de la corriente de saturación no depende de la frecuencia de la radiación sino de la intensidad.
- La fotocorriente aparece casi instantáneamente con respecto a la incidencia de la luz

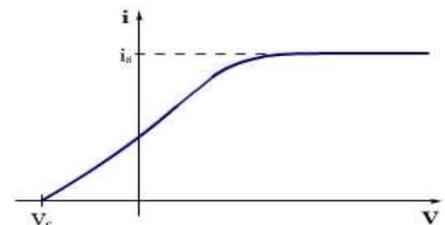


FIGURA 3. Gráfico de fotocorriente respecto a la incidencia de luz. Fuente: Reisin y Ferrara, 2004.

#### La enseñanza en la Física Cuántica.

A fines del siglo XIX, la Física comienza a sufrir unos cambios que originó el surgimiento de la Teoría Cuántica, y que se establecerá en lo que hoy se denomina Física

Moderna en contraposición a la Física Clásica. La Física Cuántica es un área relativamente reciente (la denominación “mecánica cuántica” fue utilizada por primera vez de mano de Max Bord en 1924, aunque se sugiere en el trabajo de Planck durante el año 1900) de la física que estudia lo más pequeño, o sea la materia a escala atómica. Surge en el siglo XX y rompió con todos los paradigmas de la Física que había prevalecido hasta ese entonces. Quien sentó bases para la creación de la Física Cuántica fue el famoso físico alemán (posteriormente nacionalizado norteamericano) Albert Einstein.

La Física Cuántica nace de la imposibilidad de la mecánica clásica para explicar de forma satisfactoria los fenómenos que se producen a escalas atómicas; a ese nivel los fenómenos tienen las características de no seguir un patrón determinista, dado que las partículas en estudio son tan pequeñas que el solo hecho de poder observarlas altera su posición o cantidad de movimiento, obligando a tener en cuenta el principio de incertidumbre en los experimentos.

La Física Cuántica muestra dos pilares fundamentales; el primero de ellos indica que las partículas intercambian energía o “paquetes” de energía en múltiplos enteros llamados quantum (literalmente cantidad) de energía. Y el segundo expresa que es una superposición de estados probabilísticos que le indican al investigador la posibilidad de encontrar la partícula en determinado lugar. De hecho, el nombre de la disciplina se debe al intercambio de esos paquetes discretos en términos energéticos, lo que primordialmente Einstein resolvió en su trabajo sobre el Efecto Fotoeléctrico.

### **Importancia de los prototipos experimentales en la enseñanza de la física.**

Según Gutiérrez, C. [5], el experimento es la experiencia científica en que se provoca deliberadamente algún cambio y se observa su resultado con alguna finalidad cognoscitiva. En el experimento, el desarrollo de los procesos ocurren en condiciones previamente planeadas y controladas. En efecto, si se varían las condiciones es posible lograr que se repitan los procesos que se retarde o se acelere el curso; en fin que se produzcan otras perturbaciones en el comportamiento.

La Física es una ciencia que se fundamenta en el análisis teórico y en la actividad experimental, lo cual hace que tal aspecto sea fundamental en los procesos de la enseñanza de esta ciencia, es decir, se debe pensar en ese carácter teórico-experimental como un vínculo indisoluble, lo que significa una gran tarea para el docente. Así, señala Zaambrano, A. [6], en el estudio de la ciencia, el conocimiento de la naturaleza (teoría) y los métodos experimentales (práctica), los resultados (contenido: teorías específicas, leyes y conceptos) y los hechos (experiencias) de la naturaleza están relacionados. Es decir, la teoría de la ciencia está articulada a la práctica de la misma. Colado, J. [7], por su parte, plantea que el desarrollo de actividades experimentales permite y facilita la reconstrucción de conceptos científicos puesto que posibilita colocar al estudiante en el mismo plano que el

científico en el momento histórico que fundamentó su idea y le dio forma al concepto; lo que hace que el estudiante le dé significado a lo que aprende o conoce. Cuando el aprendizaje tiene significado, es porque se ha reconstruido por la persona, por lo que no se olvida y puede ser aplicado en la vida cotidiana. Asimismo, el estudiante se generará un pensamiento más creativo y una confianza por la investigación científica, lo cual permitirá descubrir y comprobar determinados fenómenos.

## **IV. METODOLOGÍA**

En referencia al problema planteado, esta investigación es un proyecto factible, porque consistió en la elaboración, implementación y evaluación de un prototipo experimental del Efecto Fotoeléctrico por docentes expertos en el área de Física.

La población estuvo conformada por cinco profesores expertos en el área de física y seis estudiantes del curso de Física Moderna.

Para llevar a cabo esta investigación se cumplieron las siguientes fases, que incluyen un conjunto específico de actividades:

1. Se realizó un diagnóstico del proceso de aprendizaje en estudiantes de Física Moderna, por medio de una encuesta con preguntas abiertas, para lo cual se cumplirá con lo siguiente:
2. Se revisaron los textos más frecuentes para el estudio del Efecto Fotoeléctrico.
3. Se diseñó un prototipo experimental del Efecto Fotoeléctrico. Para el cual se diseñó un manual didáctico de laboratorio con el propósito de utilizarlo para la enseñanza del Efecto Fotoeléctrico.
4. Finalmente la validación y evaluación del prototipo se realizó a través del juicio de expertos, el cual se define como aquella investigación que será evaluada por expertos en el área de Física, en el tema del Efecto Fotoeléctrico. Se utilizó el instrumento de medición denominado escala de estimación con el fin de que los evaluadores aprobarán la propuesta en el diseño.

## **V. RESULTADOS**

A continuación se sintetizan los resultados en los ítems más resaltantes con respecto al diagnóstico realizado a los estudiantes y la validación de dicha propuesta hecha por los expertos en el área.

### **✓ Análisis del diagnóstico.**

Se aplicó un cuestionario, conformado por 08 ítems, con preguntas abiertas, siendo las respuestas según los conocimientos previos del estudiante, cuyo propósito fue determinar el nivel de conocimientos que los estudiantes

del curso de Física Moderna tienen respecto a tópicos relacionados con el Efecto Fotoeléctrico. Los resultados fueron analizados estadísticamente como sigue:

**Pregunta N° 1:** ¿Alguna vez has indagado sobre la cuantización de la energía?

Es una pregunta que hace reflexionar al estudiante en temas anteriores donde recuerdan haber observado el fenómeno de la cuantización de la energía.

**TABLA 1.** Alguna vez has indagado sobre la cuantización de la energía.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	No aplica	3	60,0	60,0	60,0
	Deficiente	1	20,0	20,0	80,0
	Buena	1	20,0	20,0	100,0
	Total	5	100,0	100,0	

Observando los resultados obtenidos, el 60% de los estudiantes no recuerdan haber indagado sobre dicho tema, el cual es una cifra alarmante, el 20% señala algunas ideas que no son erróneas, pero tienen decadencia de fundamentación, el cual las hace ser deficientes, y el resto del 20% se señalan ideas buenas donde han visualizado el fenómeno

**Pregunta N° 2:** ¿En alguna oportunidad has logrado observar experimentos sobre la emisión de la luz?

La pregunta es fundamental para la investigación, puesto que sirve para diagnosticar en los estudiantes si en alguna ocasión, en materias anteriores a Física Moderna observaron experimentalmente la emisión de luz.

**TABLA 2.** Observación experimental sobre la emisión de luz.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	No aplica	1	20,0	20,0	20,0
	Deficiente	2	40,0	40,0	60,0
	Regular	1	20,0	20,0	80,0
	Buena	1	20,0	20,0	100,0
	Total	5	100,0	100,0	

Los resultados obtenidos en este ítem fueron bastante equitativos, puesto que el 20% de los estudiantes no recuerdan haber observado algún tipo de experimentos, un 40% señaló ideas algo descontextualizadas con lo que se pide en el ítem, un 20% de los estudiantes dieron respuestas semejantes a experimentos de emisión de luz, finalmente un 20% muestra que sí lograron observar experimentos referentes al tema que se plantea en la interrogante.

**Pregunta N° 3:** ¿Qué entiende sobre la emisión y absorción de la radiación electromagnética?

La orientación que tiene la pregunta es descubrir en el estudiante alguna concepción que tienen sobre comportamiento de la radiación electromagnética, tópico que se tiene que tener presente para estudiar el efecto fotoeléctrico.

**TABLA 3.** Emisión y absorción de la radiación electromagnética.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	No aplica	1	20,0	20,0	20,0
	Deficiente	2	40,0	40,0	60,0
	Regular	2	40,0	40,0	100,0
	Total	5	100,0	100,0	

✓ **Validación y Evaluación de los (5) expertos en el área.**

Se aplicó un instrumento el cual fue una escala de estimación, donde contaba con un total de 16(dieciséis) ítems que se clasifican en 8 (ocho) ítems planteadas para el prototipo experimental y las otras 8 (ocho) restantes para el manual de laboratorio. El contenido de dichas preguntas estaba destinado a la verificación de la propuesta como herramienta didáctica, que permita la adquisición de los conocimientos con respecto al fenómeno del Efecto Fotoeléctrico como contenido programático en la cátedra de Física Moderna.

**TABLA 4.** Requerimientos necesarios para la aplicación del prototipo.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Excelente	5	100,0	100,0	100,0

**Pregunta N° 4:** Cumple el prototipo con los requerimientos necesarios para su posterior aplicación.

La importancia de esta pregunta se enfoca en evaluar si el prototipo está apto o no para su posterior aplicación.

El total de los encuestados señalaron que el prototipo propuesto está bien distribuido metodológica y didácticamente para poder ser aplicado a los estudiantes.

**Pregunta N° 5:** El montaje del prototipo experimental sirve como herramienta para facilitar la enseñanza del Efecto Fotoeléctrico.

Es una pregunta para que el evaluador reflexione y verifique si las herramientas son adecuadas y propicias para la enseñanza del Efecto Fotoeléctrico.

**TABLA 5.** El montaje del prototipo sirve como herramienta para facilitar la enseñanza del Efecto Fotoeléctrico.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Excelente	4	80,0	80,0	80,0
	Muy Bueno	1	20,0	20,0	100,0
	Total	5	100,0	100,0	

Los resultados arrojan que en un 80% de los expertos confirman que es una herramienta excelente para dar a conocer el Efecto Fotoeléctrico, solo el 20% señala ser una propuesta muy buena para aplicar. Sin embargo en de notar que la propuesta se dirige a ser una opción factible para que el docente tenga una herramienta para disponer en sus enseñanzas.

**Pregunta N° 6:** La metodología de construcción permite que otra persona pueda reconstruir el prototipo experimental.

Es de importancia conocer si el prototipo logra ser considerado como fácil reconstrucción por otra persona, eso puede mostrar que efectivamente puede ser aplicado.

**TABLA 6. Metodología de construcción**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Excelente	4	80,0	80,0	80,0
	Muy Bueno	1	20,0	20,0	100,0
	Total	5	100,0	100,0	

En los resultados que arroja la respuesta de los expertos señala un 80% que efectivamente la metodología es adecuada y de fácil reconstrucción, el cual permite ser una buena estrategia para aprender, y un 20% muestra ser muy buena la propuesta metodológica.

## VI. CONCLUSIONES

La investigación realizada ha puesto en manifiesto las numerosas deficiencias o carencias en lo que a conocimiento se refiere, lo que trae como consecuencia que quienes van recorriendo las materias de la carrera en esta área pareciera que no quedara buena fundamentación tanto teórica como práctica en diferentes tópicos de la Física. En el diagnóstico realizado a los estudiantes de Física Moderna se encontró que un 70% de los estudiantes

no describen un análisis coherente con lo preguntado, esto quizás por falta de estrategias de enseñanza que faciliten un mejor aprendizaje. El otro 30% dieron respuestas buenas y regulares respecto al cuestionario, esto indica un porcentaje de estudiantes con buena motivación por el aprendizaje. Con respecto a la validación de la propuesta realizada a los docentes expertos en el área de Física los resultados arrojaron un 90% factible y didáctico para ser utilizada en las aulas de clases.

Es por ello, que el docente de Física debería tener en cuenta, en todo momento, las formas de impartir los conocimientos, a través de implementaciones didácticas, una de las opciones, como bien se presentó en la investigación, el cual, es proponer prototipos experimentales, puesto que es una técnica que ayudan a la enseñanza de la misma, y así el estudiante más que conocer las teorías puede afianzar sus conocimientos experimentando y creando.

Luego de haber aplicado el instrumento de validación y evaluación a los expertos en el área, se puede concluir que el prototipo experimental es una excelente herramienta de fácil adquisición y manipulación para que el docente lo use con sus estudiantes.

Considerando el propósito planteado en esta investigación, se pudo asumir como una alternativa viable la incorporación de prácticas de laboratorio para la enseñanza. Este tipo de herramientas permiten al docente contar con un apoyo didáctico que permite un mejor acercamiento con sus estudiantes y, además, proponer estrategias que hacen al estudiante pueda verificar y crear su propio aprendizaje.

Se recomienda al docente del área de Física que realice un breve diagnóstico a sus estudiantes con preguntas de conocimientos previos al tema que vaya a enseñar, para que tenga un bosquejo o idea de cómo puede ser su planificación didáctica, para que éste le sea de provecho para la enseñanza y a su vez despertar en los estudiantes la motivación de aprender esta hermosa ciencia.

A los docentes que imparten el área de ciencias, en este caso la Física, es importante que esté en constante cambio, es decir; que sea innovador, investigador y planificador. Esto conlleva a que en él se generen modelos que permitan una mejor enseñanza, y que sin duda hagan un docente productivo para sus estudiantes, dejando en ellos técnicas que les permitan generar conocimientos reflexivos sobre hechos que más que, más que ser Físicos son aspectos que se manifiestan en la vida cotidiana.

## REFERENCIAS

- [1] Campelo, J., *Un modelo didáctico para enseñanza aprendizaje de la física*, Scielo [Revista en línea] (2003), <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S180611172003000100011&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S180611172003000100011&script=sci_arttext)>, consultado el 18 de diciembre de 2014.
- [2] Marulanda, J. I. & Gómez, L. A., *Experimentos en el aula de clase para la enseñanza de la física*, Universidad

EAFIT, Medellín, Revista de la Sociedad Colombiana de Física **38**, 699-702 (2006).

[3] Rivero, H., *et al.*, *Cómo mejorar mi clase de Física nivel superior*, (Editorial Trillas, México, 2004).

[4] Reisin, H. & Ferrara, S., *Efecto Fotoeléctrico, Laboratorio 5-Facultad de Ciencias Exactas y Naturales*, Universidad de Buenos Aires, (Buenos Aires, 2004).

[5] Gutiérrez, C., *Introducción a la Metodología Experimental*, 2<sup>da</sup> Ed. (Editorial Limusa, Mexico, 2010).

[6] Zambrano, A., *Capítulo X: Cuestiones Históricas y Epistemológicas en Torno a la Enseñanza de las Ciencias*, En: Educación y Formación del pensamiento Científico, (Cali: Cátedra ICFES “Agustín Nieto Caballero”, 2003), p. 140.

[7] Colado, J., *Estructura didáctica de las actividades experimentales de ciencias naturales para el nivel medio*, Tesis doctoral, Instituto Superior Pedagógico Enrique José Varona, (La Habana, Cuba, 2003), p. 129.