

# Revista de la Universidad del Zulia

Fundada en 1947  
por el Dr. Jesús Enrique Lossada



**Ciencias**  

---

**Exactas,**  

---

**Naturales**  

---

**y de la Salud**  

---

**Año 9 N°24**

**Mayo-Agosto 2018**  
**Tercera Época**  
**Maracaibo-Venezuela**

## ***La heurística en el aprendizaje de la física experimental***

María Flores\*

Marianela Nava\*

Jorge Vélchez\*\*

---

### **RESUMEN**

El propósito de esta investigación fue la evaluación de una estrategia heurística como mecanismo de resolución de problemas en los estudiantes del laboratorio de física de la Facultad de Ingeniería de LUZ. Para ello, se diseñó la misma de acuerdo al contexto de la física experimental, basada en la relación existente entre sus elementos y el método de resolución de problemas, y se determinaron los aspectos que abarcó su implementación. La investigación es de tipo evaluativa, con diseño cuasiexperimental. Como resultado principal, la mayoría de los estudiantes lograron un aprendizaje significativo de la física, al aplicar la heurística en resolución de problemas experimentales, reconociéndola como una herramienta que contribuye con el proceso de producción del conocimiento científico.

**PALABRAS CLAVE:** estrategia didáctica, aprendizaje experimental, laboratorio de física, heurística, física experimental.

---

\* Profesora Titular. Departamento de Física, Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia (LUZ), profesoriaflores@gmail.com

\*\* Profesor Agregado. Departamento de Potencia, Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia (LUZ)

## *Heuristics for experimental physics learning*

### **ABSTRACT**

The purpose of this investigation was to assess a heuristic strategy as a problem solving mechanism in students of Physics Laboratory at the Faculty of Engineering, LUZ. The strategy was designed according to the context of experimental physics, based on the existing relationship between its elements and the problem solving method in order to fulfill the goal. Besides, aspects of its implementation were determined as well. An evaluative methodology with a quasi-experimental design was applied. Most of the students achieved a significant learning of Physics by applying heuristics in experimental problem solving, as a main result. Hence, they recognized heuristics as tool that contributes to the process of producing scientific knowledge.

**KEYWORDS:** instructional strategy, experimental learning, physics laboratory, heuristics, experimental physics.

### **Introducción**

Las diferentes escuelas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia tienen contemplados en sus diseños curriculares dos grandes áreas: un ciclo básico y un ciclo profesional, ambos sustentados en las ciencias básicas, por ende en las ciencias aplicadas, de manera que se obtenga un profesional competente, capaz de transformar y generar el conocimiento requerido para promover el desarrollo científico y tecnológico del país.

En este contexto, la cátedra Física I constituye un primer paso en la formación básica, considerando que es la ciencia responsable de estudiar las leyes generales que gobiernan los fenómenos mecánicos, su conocimiento es fundamental para el ejercicio de la Ingeniería en cualquiera de sus ámbitos. De allí, que en las diferentes Escuelas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia sea un requisito indispensable cursar esta asignatura. En la cultura occidental se ha venido considerando como difícil a todas aquellas áreas de las ciencias básicas que exijan con mayor énfasis la práctica de operaciones mentales. Esto justifica el rechazo que el estudiante manifiesta por dichas ciencias, incluso antes de entrar en contacto con la matemática, la física o la química.

Los estudiantes universitarios no escapan de esta situación, y como caso particular puede considerarse el bajo rendimiento de los estudiantes de Ingeniería de LUZ que cursan la unidad curricular Laboratorio de física I. Esto se origina por la tendencia a resolver problemas de manera mecánica, sin razonamiento alguno, induciendo a la concepción de graves errores, puesto que al plantearles una situación práctica con cierta modificación en algunas de sus variables, resulta muy engorroso el proceso de reflexión y abstracción requerido para resolverlo.

Aunado a este factor, los contenidos que se abordan en las actividades prácticas son limitados, desarrollando habilidades y procedimientos que generalmente están orientados sólo a la manipulación de instrumentos, a la observación y comprobación de fenómenos, sin que exista una efectiva orientación a la solución de problemas prácticos, análisis de datos y obtención de conclusiones. Estas deficiencias han sido asociadas con factores culturales, pedagógicos, cognitivos y motivacionales. Adicionalmente, se ha convenido, que las estrategias utilizadas por el docente y las posibilidades de construcción del conocimiento facilitadas a los estudiantes, determinan sus logros académicos.

Lo antes planteado, genera una serie de obstáculos que parten de las carencias en el aprendizaje de contenidos, procedimientos y actitudes, afectando negativamente la capacidad de desarrollar esquemas para la captación y uso adecuado del conocimiento científico. Esta situación ha ocasionado gran preocupación, lo que ha llevado a la búsqueda de estrategias de enseñanza, que permitan ofrecer a los estudiantes una alternativa de solución a los problemas que se le presenten.

En este orden de ideas, se sugiere la heurística como una forma de abordar el conocimiento científico de una manera más efectiva a la utilizada hasta ahora. Ésta es un método para resolver problemas, basado en unos de sus máximos exponentes, Polya (1995), quien desarrolló un modelo heurístico utilizado como estrategia instruccional, el cual señala que una situación de incertidumbre que presenta todo problema lleva al estudiante a la adopción de una metodología para resolverlo.

La estrategia didáctica para la física experimental desde una perspectiva heurística, permitiría obtener soluciones de problemas que deben ser sometidos a comprobación, proporcionándole al estudiante la posibilidad de seleccionar las alternativas de solución, mediante un razonamiento provisional basado en el descubrimiento de dicha solución, promoviendo para ello, el uso de discriminaciones, conceptos y principios.

Además, le permitirá al estudiante desarrollar habilidades que faciliten la labor de planificación, toma de decisiones, comunicación, comprensión de lectura y desarrollo lógico creativo, para mejorar la calidad integral de su aprendizaje. Sobre lo antes expuesto, se plantea la siguiente interrogante: ¿Es posible que la aplicación de una estrategia heurística promueva el aprendizaje de la física en el contexto experimental?

Esta investigación tiene aportes innovadores en la didáctica de la física debido a la ausencia de estrategias basadas en la heurística, para solucionar problemas relacionados con la física experimental, en los laboratorios de física de la Facultad de Ingeniería de LUZ. Además, aporta a la comunidad científica, una metodología que permite el diseño de instrumentos para obtener datos estadísticos que coadyuvarán a otros investigadores a solucionar situaciones similares a las que se indaga en este estudio. Así mismo, se generan conocimientos a través del método científico que ayudará a mermar la deserción estudiantil y el alto índice de estudiantes aplazados en física.

El método heurístico para la resolución de problemas es una estrategia que se ha venido utilizando constantemente en diferentes investigaciones asociadas,

especialmente con la didáctica de la matemática desde hace algún tiempo. Razón por la cual la mayor parte de la producción científica esté asociada con el ámbito de la matemática. Es por ello, que se encontró una amplia bibliografía que sustenta la importancia de la heurística y pudiendo servir de apoyo para trasladar los aportes positivos a la didáctica de la física.

## **1. Referentes Teóricos**

### **1.1. Heurística**

Según Minotta, (2015: 99), la heurística se refiere a “una capacidad cognoscitiva que consiste en generar vías o caminos de solución plausibles, de forma inmediata frente a problemáticas y se le asocia a términos como descubrimiento, invención, o hallazgo”. Asimismo, el autor añade que la visión moderna de la heurística procura buscar métodos comunes de solución, independientemente del problema que se quiera resolver, haciendo énfasis en los procesos y operaciones mentales realizados, es decir, establecer un procedimiento que pueda ser descrito y transmitirse a través de la enseñanza.

Por su parte, Polya, (1995: 101) define la heurística o la heurética, como una ciencia que tiene por objeto: “el estudio de las reglas y los métodos del descubrimiento y de la invención”. Así pues, desde esta óptica, la heurística en la actualidad debería enfocarse en tratar de entender el método empleado en la solución de algún problema y en las operaciones mentales utilizadas en este proceso redundando en el beneficio de conseguir la solución, es decir, que sean realmente útiles.

Al diseñar estrategias didácticas desde esta perspectiva, es decir, estrategias heurísticas, se puede pensar en una especie de artificio ingenioso orientado a lograr un objetivo, que facilite resolver una variedad de problemas independientemente del contexto donde se implemente (Boscan y Klever, 2012). Esto por supuesto, resulta atractivo, debido a la existencia de experiencias positivas en la enseñanza de la matemática con estrategias heurísticas, bien podría pensarse en su potencial para arrojar beneficios sustanciales en el campo de la física, tal como vislumbró Sánchez, Moreira y Caballero (2009) años atrás.

Esta visión es respaldada por Peralta citado por Sáenz, Patiño, Robles (2017), cuando afirma que el método heurístico es una actividad que contribuye con la formación de estudiantes activos, constructores de su propio aprendizaje, capaces de comprender el método que conduce a la solución de problemas, en particular las operaciones mentales típicamente útiles en el proceso.

### **1.2. Método heurístico**

Para Peralta (citado por Cocinero, 2015), el método heurístico puede ser entendido como todas aquellas acciones que lleva a cabo el estudiante durante su proceso de aprendizaje. Éste refiere actividades mentales y/o manipulativas, que lo hace el protagonista de su proceso, dejando al docente como un facilitador y guía del mismo,

mediante la promoción de su motivación por aprender y haciéndole ver los errores cometidos en la formación de conceptos y soluciones de problemas. De esta manera, el estudiante está construyendo su conocimiento en la misma medida que este fue experimentado por la humanidad (Cocinero, 2015).

Según García (2010), la acción del profesor es no sólo resolver problemas sino proponer situaciones problemáticas bajo la forma de un contenido concreto, seleccionado y organizado para favorecer aprendizajes significativos. Los problemas propuestos no deben ser ambiguos, enunciados muy generalmente, de tal manera, que el estudiante deba delimitar, formular objetivos, inscribirlo dentro de un marco teórico, formular hipótesis, cuestionar; en resumen, investigar con la orientación del profesor.

El estudiante que llega a generar el conocimiento que se requiere para poder enfrentar con éxito la resolución de problemas, en este caso de problemas de física, ha desarrollado estrategias de aprendizaje que en términos de Boscán y Klever (2012), son definidas como procesos de toma de decisiones en los cuales el alumno elige y recupera, de manera coordinada, los conocimientos que necesita para cumplir una determinada demanda u objetivo, dependiendo de las características de la situación educativa en que se produce la acción.

García (2010) ha citado a Polya (2005), para señalar algunas estrategias cognitivas o heurísticas importantes como son: a) representación gráfica o simbólica que se asocia a la elaboración de un dibujo o diagrama que resuma la información del enunciado (variables y sus valores); b) problema análogo, que se vale de la estructura similar con otro problema previamente resuelto o más sencillo; c) casos especiales, lo que permite simplificar el problema (dando valores a las variables, entre otras formas); d) subproblemas, en los cuales se descompone el problema en partes de modo que la solución progresiva de ellos conduzca a la solución completa del problema; e) registro de alternativas y exploración sistemática, con lo cual se buscan relaciones entre los datos y la incógnita que permitan transformarlos o aproximarlos.

Ahora bien, la estrategia para la física experimental bajo una perspectiva heurística es un método no riguroso que permite al estudiante seleccionar un razonamiento provisional y útil que facilita la solución de problemas, que serán sometidas a comprobación. En la tabla 1, se muestra la representación esquemática de la metodología heurística de Polya (1995) (resolución de problemas).

Tabla1. Representación esquemática de la metodología heurística de Polya

Comprensión del problema	Concepción de un plan	Ejecución de un plan	Visión retrospectiva
Familiarizarse con el Problema: Identificar la(s) incógnita(s) Identificar los datos Identificar la condición ¿Es la condición suficiente para encontrar la incógnita? ¿Es la condición redundante? ¿Es la condición contradictoria?	Programar un plan de acción para la solución del problema: ¿Se ha encontrado con un problema semejante? ¿Ha visto el mismo problema planteado en forma ligeramente diferente? ¿Conoce un problema relacionado con este? ¿Conoce algún teorema que le pueda ser útil? ¿Esboza los lineamientos de la solución, estrategias? ¿Visualiza claramente los razonamientos y cálculos que deben ser efectuados? ¿Visualiza claramente los razonamientos y cálculos que deben ser efectuados?	Concebido el plan: ¿Desarrolla detalladamente el plan de acción? ¿Puede ver que el procedimiento es correcto? ¿Puede demostrarlo? ¿Enuncia la respuesta del problema?	Autoevaluación: ¿Verifica el resultado? ¿Verifica el razonamiento? ¿Ha empleado la estrategia en otro problema?

Fuente : Polya (1995)

Atendiendo a lo señalado en la tabla 1, Fajardo (2004) afirma que el método heurístico lleva al estudiante a realizar una serie de procesos empleados en la solución de un problema. Por tanto, tal como lo establece Polya, el método tiene los siguientes alcances: personaliza el aprendizaje de los estudiantes, promueve la participación del estudiante en su propio proceso, entrena al estudiante para que aprenda por sí mismo, muestra los problemas como una unidad estructurada, permite comprender ciertos procesos, se percibe el conocimiento como una herramienta para entender la realidad, facilita el pensamiento crítico y muestra la utilidad del conocimiento adquirido al vincularlo con problemas de la sociedad.

En este sentido, Fajardo (2004) considera que el método de Polya puede resumirse en cuatro aspectos fundamentales basados en el cuadro 1, pero añade algunas preguntas que pueden orientar mejor cada uno de ellos, y que han sido reestructuradas en el contexto de la física por los autores, ya que fueron realizadas en el campo de la enseñanza de la matemática. Éstas son:

Comprensión del problema: Es el paso inicial obligatorio que puede ser guiado por: ¿Cuáles son las incógnitas? ¿Cuáles son los datos? ¿Cuáles son las condiciones referenciales? ¿Son esas condiciones suficientes para determinar las incógnitas? ¿Son redundantes? ¿Son contradictorias?

Concepción de un plan: En esta etapa se establecen las pautas de acción a seguir, basándose en los siguientes hallazgos: ¿Se ha encontrado con un problema semejante?

¿O ha visto el mismo problema planteado en forma diferente? ¿Conoce un problema relacionado con éste? ¿Conoce algún concepto o principio que pueda ser útil? ¿Podría usarlo? ¿Haría falta un elemento adicional para poder utilizarlo? ¿Puede enunciar el problema de otra forma? ¿Ha usado todos los datos o nociones concernientes al problema? Se trata de revisar otros problemas previamente resueltos que marquen alguna pauta importante en la solución de uno nuevo

Ejecución de un plan: Una vez sea concebido el plan, se busca dividir el problema en subproblemas y comprobar lo siguiente ¿Puede ver claramente que el procedimiento es correcto? ¿Puede demostrarse?

Visión retrospectiva: Es la etapa más importante del método, pues lo convierte en una alternativa de solución de las estructuras del pensamiento, pues trata de auto-analizar todo el proceso efectuado mediante interrogantes como: ¿Puede verificarse el resultado? ¿Podría verificarse el razonamiento? ¿Se ha empleado el método en otro problema?

Así pues, según Cortés y Galindo (2007), el método aplicado a la resolución de problemas consiste en hallar una respuesta adecuada a las exigencias planteadas, pero sin ver la solución de un problema como un logro final, sino como un complejo proceso de búsqueda, encuentros, avances y retrocesos en el trabajo mental, donde debe existir un análisis permanente de la situación abordada, donde se elaboran hipótesis y se formulan conjeturas, basadas en el descubrimiento, selección de posibilidades y en la puesta en práctica de métodos de solución previamente utilizados o novedosos.

Borasi (citado por Cortés y Galindo, 2007) considera que para ser un buen resolutor de problemas, un estudiante debería intentar resolver muchos problemas y una gran variedad de los mismos, siendo además importante acostumbrarse a plantear problemas a partir de situaciones que requieren una formulación precisa de los mismos.

## 2. Metodología

La metodología es la base fundamental de la investigación. Hurtado (2010) menciona que el tipo de investigación está relacionada con el resultado que se pretende con la misma y al grado de complejidad del conocimiento deseado a obtener, según la inferencia de los investigadores en el fenómeno analizado, se consideró la investigación de tipo evaluativa, por cuanto se pretende evaluar los resultados de uno o más programas, que han sido, o están siendo aplicados dentro de un contexto determinado.

Ahora bien, Arias (2012) definió el diseño de investigación como la estrategia general que adoptó el investigador para responder al problema planteado. Esta investigación estuvo enmarcada en un diseño cuasiexperimental puesto que se manipuló deliberadamente la heurística para ver su efecto con la variable aprendizaje de la física experimental.

Se diseñó un pre-test y un post-test (cuestionarios) con dos grupos seleccionados aleatoriamente. Un grupo se denominó grupo control (sección 001) y el otro grupo

se denominó grupo experimental (sección 002). En este estudio se impartió un pre-test (entrada) para indagar el nivel de aprendizaje de la física experimental en los estudiantes, luego se le aplicó un post-test para estudiar el comportamiento de salida, con el propósito de compararlo con el pre-test (entrada).

Estos cuestionarios tuvieron 31 ítems con preguntas abiertas y cerradas. Se codificó con las alternativas Adecuado, Medianamente adecuado e Inadecuado. El pre-test indicó el comportamiento de entrada y el post-test mostró la conducta de salida, lo que determina si hubo o no progreso en los estudiantes. Estos instrumentos permitieron medir el nivel de aprendizaje de la física experimental en los estudiantes que cursaron el Laboratorio de física I. Cabe destacar que, para la elaboración de los ítems de estos instrumentos, se tomaron como fuente los textos de física, los ejercicios propuestos por Mendoza (2005) y guías de ejercicios elaboradas por los autores de esta investigación.

Para la interpretación de las respuestas obtenidas con la aplicación de los test, se estableció una escala que oscila entre uno y tres, donde el valor de uno (1) corresponde a la opción Inadecuado, dos (2) a Medianamente Adecuado, el valor de tres (3) se asignó a la respuesta Adecuado; tal y como se muestra en la tabla 2.

**Tabla 2. Codificaciones según opciones de respuesta**

Opción de respuesta	Codificación
Adecuado (A)	3
Medianamente adecuado (MA)	2
Inadecuado (I)	1

**Fuente:** los autores (2018)

En toda investigación es un punto relevante la población y por ende los sujetos a estudiar según las variables a considerar en el estudio, implicando tiempo y espacio donde se ubicaron los mencionados sujetos; la población que participó en esta investigación, estuvo representada por un total de 52 estudiantes cursantes de las secciones 001 y 002 del Laboratorio de física I, del tercer semestre de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia. Ahora bien, esta limitación de la población ha sido en función de la capacidad de las secciones de laboratorio, las cuales tienen un máximo de 26 estudiantes. Al respecto, cabe señalar que el tamaño de la muestra fue de tipo censal en la que se considera el total de la población.

Para determinar la validez de los instrumentos anteriormente indicados, se empleó la opinión de tres expertos en el área de la física y metodología de la investigación, quienes dieron aportes que se consideraron en la elaboración de las versiones finales de los instrumentos. Se seleccionó el estadístico de alfa de cronbach que permitió medir la confiabilidad de los instrumentos; cabe resaltar que para el instrumento pre-test el alfa de cronbach dio un resultado de 0,7244 y para el instrumento post-test  $\alpha = 0,6375$ . Ruiz (2002), afirma que para pruebas de rendimiento si el alfa de cronbach es mayor a 0,6000, es confiable el instrumento.

Con referencia al análisis de los resultados, se tomaron en cuenta los objetivos específicos; de esta manera se aplicó estadística descriptiva, considerando los ítemes consolidados por el indicador y su respectiva dimensión, expresados en tablas de distribución de frecuencia absoluta ( $f_a$ ) y relativa ( $f_r$ ) con sus promedios. Se utilizó el siguiente baremo (ver tabla 3) para la contrastación e interpretación de los niveles y puntajes para los indicadores y dimensión de la variable, construyéndose sobre la base de las puntuaciones utilizadas en la escala, las cuales fueron de 1 a 3.

**Tabla 3. Baremo ponderado para la caracterización de los estadísticos**

Alternativas	Rango	Intervalo	Categoría	Significado según la dimensión
Adecuado	3	2.35 -3.00	Alta	Se dio el aprendizaje significativo esperado
Medianamente adecuado	2	1.67- 2.34	Moderada	Se dio el aprendizaje significativo esperado parcialmente
Inadecuado	1	1.00 -1.66	Baja	No se dio el aprendizaje significativo esperado

**Fuente:** los autores (2018)

La estrategia aplicada en el laboratorio hizo referencia al área de Cinemática de una partícula, específicamente movimiento en una dimensión y consistió en desarrollar experiencias que permitieron evaluar el aprendizaje de la física experimental en los estudiantes. En la tabla 4 se puede observar la metodología de la estrategia en caída libre o MRUV vertical, la cual fue realizada en equipos de trabajo y a cada equipo se le suministraron dos pelotas de plástico, ambas rellenas con arena, pero una con más arena que la otra, de tal manera, que ellos identificaran cuál era la más pesada.

Cabe destacar que actividades similares a esta, se realizaron para aplicar la estrategia a los diferentes tópicos de movimiento en una dimensión como son el MRU y el MRUV horizontal, en los cuales básicamente se cambió el planteamiento de la situación física a estudiar y los equipos y materiales a utilizar.

### 3. Resultados

A continuación, se indican los resultados del análisis de los datos que permitieron la evaluación del aprendizaje de la física experimental mediante una estrategia didáctica basada en el uso de la heurística. El análisis se realizó interpretando las respuestas obtenidas de los cuestionarios aplicados, observándose por dimensión y variable, los cuales se muestran en los cuadros elaborados para tal fin. Una vez aplicados los cuestionarios a la población de estudio de esta investigación, se procedió a realizar las tabulaciones para el cálculo de las frecuencias absolutas y relativas, correspondiente a cada indicador de la dimensión, en procura del logro del objetivo final en esta investigación.

**Tabla 4. Didáctica para evaluar el aprendizaje del método de resolución de problemas**

<b>Objetivo</b>	Dejar caer las dos pelotas desde la misma altura y observar cuál de ellas cae primero.
<b>Procedimiento</b>	Se entregó un cuestionario que les serviría de guía para plantearse y responderse las preguntas que los llevarían a cumplir con las etapas del mencionado método.
<b>Planteamiento de un situación física</b>	Todos sabemos que cuando soltamos un cuerpo es atraído por la Tierra y cae libremente hasta el suelo. Ahora bien, lo que no tenemos claro es si todos los cuerpos caen a la vez. Por ejemplo, si dejamos caer dos cuerpos de diferentes masas desde la misma altura, ¿cuál llegaría primero al suelo?
<b>Cuestionario</b>	¿Qué se quiere conocer? ¿De qué datos se dispone? ¿Cuál es el objetivo de la experiencia? ¿Qué factores influyen en el evento físico? ¿Conoce algún teorema que pueda ser útil? ¿Ha encontrado alguna situación física similar? ¿Cuáles técnicas pueden utilizarse para resolver el problema? ¿Cuáles son las respuestas tentativas? ¿Qué se espera obtener? Ejecute las técnicas planteadas para la solución del problema Describa la experiencia realizada. ¿Qué midió y/o observó directamente? ¿Cómo interpreta los resultados obtenidos?

**Fuente:** Grupo de investigadores del proyecto CONDES CH-0583-10

En la tabla 5 se presenta la distribución frecuencial y porcentual del indicador M.R.U (movimiento rectilíneo uniforme), en la que se indica que posterior a la aplicación del pre-test un 46,2% de los alumnos del grupo control estaban en la alternativa inadecuado respecto a este tipo de movimiento (M.R.U.), mientras que en el grupo experimental para misma alternativa es de 42,3%. Por otro lado, se señala un 42,3% de los alumnos del grupo control durante el pre-test, evaluándose como medianamente adecuado y en un 38,5% para el grupo experimental. Los menores porcentajes se indicaron para la alternativa adecuado que más favorece la evaluación del indicador con un 11,5% y 19,2% en alumnos del grupo control y experimental respectivamente.

Con respecto al post-test, se indica que el 46,1% de los alumnos del grupo control y el 53,9% del experimental, estaban en la alternativa medianamente adecuado y en un 38,5% como inadecuado para el grupo control y 11,5% para el grupo experimental. Por otro lado, con 15,4% el grupo control y un 34,6% el grupo experimental se ubicaron en la alternativa adecuado.

El grupo experimental se encuentra en una categoría moderada debido a que el valor de la media arrojó un resultado de 2,00, lo que refleja que los estudiantes lograron parcialmente el aprendizaje significativo esperado. Estos resultados implican que la estrategia, facilita el proceso de aprendizaje y afianza el conocimiento, mediante la aplicación de procesos cognitivos sencillos que relacionan los conocimientos previos en el estudiante con un proceso cognitivo que genera un razonamiento provisional que le permite la solución efectiva de los problemas planteados.

**Tabla 5. Distribución frecuencial y porcentual del indicador M.R.U. en alumnos del grupo control y experimental que cursan el laboratorio de física I**

	Control	Experimental						
Alternativas	Pre-test	Post-Test	Pre-test	Post-test				
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%
Adecuado	3	11,5	4	15,4	5	19,2	9	34,6
Medianamente adecuado	11	42,3	12	46,1	10	38,5	14	53,9
Inadecuado	12	46,2	10	38,5	11	42,3	3	11,5
Media Aritmética	1,65	1,77	1,77	2,00				

**Fuente:** los autores (2018)

En la tabla 6 se presenta la distribución frecuencial y porcentual del indicador M.R.U.V. (movimiento rectilíneo uniformemente variado, horizontal) en la que se indica que posterior a la aplicación del pre-test el 42,3% y 53,9% de los grupos control y experimental se evaluaron con un conocimiento medianamente adecuado relacionado con el M.R.U.V. Por otro lado, se señala un 38,5% de los alumnos del grupo control durante el pre-test, y en un 34,6% para el grupo experimental, evaluándose con un conocimiento inadecuado.

**Tabla 6. Distribución frecuencial y porcentual del indicador M. R. U .V. (horizontal) en alumnos del grupo control y experimental que cursan el laboratorio de física I**

	Control	Experimental						
Alternativas	Pre-test	Post-Test	Pre-test	Post-test				
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%
Adecuado	5	19,2	4	15,4	3	11,5	8	30,8
Medianamente adecuado	11	42,3	10	38,5	14	53,9	14	53,8
Inadecuado	10	38,5	12	46,1	9	34,6	4	15,4
Media Aritmética	1,80	1,62	1,77	2,15				

**Fuente:** los autores (2018)

Con respecto al post-test, se indica que los alumnos del grupo control tenían un 15,4% en la alternativa adecuado, un 38,5% en la categoría medianamente adecuado y un 46,1% en inadecuado, mientras que los alumnos del grupo experimental lograron en un 53,8% del total evaluarse en la alternativa medianamente adecuado, en un 30,8% como adecuado y en un 15,4% se ubicaron en la alternativa inadecuado.

Por otro lado, el modelo estadístico arrojó una media aritmética de 2,15% en el grupo experimental, al verificarlo con el baremo establecido, se deduce que la población estudiada manifiesta una categoría moderada indicando el logro parcial

del aprendizaje significativo esperado al igual que el caso anterior, puede observarse un resultado significativo en el proceso de aprendizaje en el estudiante, luego de la aplicación de la estrategia, en la cual se brindan pautas para comprender el problema, identificando las variables e incógnitas; concibiendo un plan mediante referencias previas y su aplicación para resolver la situación planteada, para posteriormente verificar el resultado con un método conocido y así validarlos.

En la tabla 7 se presenta la distribución frecuencial y porcentual del indicador caída libre, en la que se indica para el pre-test del grupo control, que el mayor porcentaje con un 57,7% de los alumnos estaban en la alternativa medianamente adecuado de las características y diferentes gráficas de este tipo de movimiento que se da en el eje Y (M. R. U. V. vertical) y en 42,3% del total de los alumnos del grupo experimental. Por otro lado, se señala un 34,6% de los alumnos del grupo control durante el pre-test se evaluaron con la alternativa inadecuado y en un 50,0% del grupo experimental logró ubicarse como adecuado. Los menores porcentajes se indicaron para la alternativa adecuado que más favorece la evaluación del indicador con un 7,7% para adecuado por igual en alumnos del grupo control y experimental.

**Tabla 7. Distribución frecuencial y porcentual del indicador M. R. U. V. (vertical, caída libre) en alumnos del grupo control y experimental que cursan el laboratorio de física I**

	Control	Experimental						
Alternativas	Pre-test	Post-Test	Pre-test	Post-test				
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%
Adecuado	2	7,7	4	15,4	2	7,7	7	26,9
Medianamente adecuado	15	57,7	13	50,0	11	42,3	15	57,7
Inadecuado	9	34,6	9	34,6	13	50,0	4	15,4
Media Aritmética	1,73	1,80	1,58	2,12				

Fuente: los autores (2018)

Con relación al post-test se observa que en la categoría medianamente adecuado, están los mayores porcentajes 50,0% y 57,7% respectivamente para el grupo control y el grupo experimental, se muestra también que en la alternativa inadecuado para el grupo control existe un 34,6% y un 15,4% para el grupo experimental y por último un 15,4% para el grupo control y un 26,9% en la categoría adecuado.

Con relación a la media del indicador para el grupo experimental arrojó 2,12, ubicándose en la categoría moderada que implica que los estudiantes lograron parcialmente el aprendizaje significativo esperado, esto permite discernir que con la aplicación de la estrategia se proporciona personalizar el aprendizaje, promoviendo la participación del estudiante en calidad de autodidacta, adicionalmente, muestra el problema como una unidad estructurada que facilita entender ciertos procesos, propiciando el pensamiento crítico y la vinculación del conocimiento adquirido con

la realidad.

Cabe resaltar que los autores indican que al existir una sola dimensión que engloba los indicadores, el siguiente análisis corresponde tanto a la dimensión y por ende a la variable aprendizaje de la física experimental. En la tabla 8, se presenta la distribución frecuencial y porcentual de la variable aprendizaje de la física experimental como producto del análisis conjunto de los indicadores M.R.U., M.R.U.V. (horizontal) y M.R.U.V. (vertical, caída libre), en la que se observa que posterior a la aplicación del pre-test, el mayor porcentaje con un 46,1% de los alumnos del grupo control y en un 50% de los alumnos del grupo experimental se evaluaron con una alternativa medianamente adecuado de la misma.

Por otro lado, se señala un 38,5% por igual de los alumnos del grupo control y experimental que durante el pre-test que se evaluaron con una categoría inadecuado. Los menores porcentajes se indicaron para la alternativa adecuado que más favorece la evaluación del indicador con un 15,4% para los alumnos del grupo control y en un 11,5% en alumnos del grupo experimental.

Con respecto al post - test, se indica que los alumnos del grupo experimental lograron en un 57,7% evaluarse en la alternativa medianamente adecuado y en un 30,8% como adecuado; mientras que el 50,0% de los alumnos del grupo control se evaluaron para la alternativa medianamente adecuado y solo el 30,8% alcanzó ubicarse en la alternativa inadecuado. Los menores porcentajes se indicaron en un 19,2% para la alternativa adecuado en el grupo control y en un 11,5% en la alternativa inadecuado para los alumnos del grupo experimental.

Para la media del indicador del grupo experimental se tuvo un resultado 2,19 el cual se ubica según el baremo estadístico dentro de la categoría moderada, lo que implica que se logró parcialmente el aprendizaje significativo esperado. Al finalizar, resalta un proceso de búsqueda, encuentros, avances y retrocesos mentales, donde existe un análisis permanente, que permite plantear hipótesis y conjeturas cuya validación representan la solución del problema planteado y por ende la consolidación de conocimiento significativo en el estudiante mediante la inclusión del proceso de validación.

**Tabla 8. Distribución frecuencial y porcentual de la variable de aprendizaje de la física en alumnos del grupo control y experimental que cursan el Laboratorio de física I**

	Control	Experimental						
Alternativas	Pre-test	Post-Test	Pre-test	Post-test				
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%
Adecuado	4	15,4	5	19,2	3	11,5	8	30,8
Medianamente adecuado	12	46,1	13	50,0	13	50,0	15	57,7
Inadecuado	10	38,5	8	30,8	10	38,5	3	11,5
Media Aritmética	1,77	1,88	1,73	2,19				

Fuente: los autores (2018)

## Consideraciones finales

En todo proceso educativo el docente debe conocer la preparación previa de los estudiantes, sus habilidades y destrezas cognitivas garantizándoles estrategias cónsonas con el desarrollo de la unidad curricular, vale decir, hacer énfasis en el educando. De lo anteriormente expuesto, luego de cumplir con las fases previstas de la investigación se generaron las conclusiones siguientes:

Se diseñó una estrategia para el aprendizaje de la física experimental desde una perspectiva heurística que abordó los pasos del método de Polya (1995), los cuáles consistían en: comprensión del plan, concepción del plan, ejecución de un plan y visión retrospectiva.

Con relación al método de resolución de problemas, se observó que los estudiantes identificaron la información recibida, además de las condiciones o restricciones, permitiendo el desarrollo de habilidades para la comprensión del problema, siendo éste el primer paso del método. En cuanto a la concepción del plan, se evidenció un incremento en la destreza para desarrollar técnicas que condujeron a que una vez comprendido el problema, se logró planificar lo que se debía hacer para alcanzar la solución, haciendo uso de revisiones teóricas asociadas con el tema en estudio: Cinemática de una partícula, en el caso específico movimiento en una dimensión, y comparando situaciones con la solución de otros problemas similares.

Ahora bien, en el tercer paso: ejecución del plan, los estudiantes demostraron dominio del problema, pudiendo discriminar con exactitud cada uno de los procedimientos a seguir con un razonamiento formal que lo llevase a una solución verdadera, y en tal caso, a una corrección para minimizar incertidumbre. En el cuarto paso: visión retrospectiva, se logró la correcta verificación, evaluación e interpretación de los resultados, de manera que esta metodología se pudiese aplicar para la solución de otros problemas.

Por último, el enfoque heurístico del método de resolución de problemas mediante la estrategia innovadora para el aprendizaje de la física experimental evidenció en la presente investigación resultados favorables, como se refleja en la categoría moderada en la variable objeto de estudio Cinemática de una partícula (movimiento en una dimensión).

## Recomendaciones

Esta investigación fue un preámbulo investigativo para la búsqueda de una alternativa de solución del problema objeto de estudio. Ahora bien, durante el proceso de la investigación se obtuvo resultados favorables en beneficio de los actores del proceso de enseñanza y aprendizaje para los cuales se recomienda:

- Implementar la estrategia diseñada para cubrir los temas restantes de Laboratorio de física I y extenderlos a Laboratorio de física II y física III.
- Incentivar la formación y la actualización de los docentes en el uso de la estrategia como alternativa de enseñanza de la física experimental.
- Continuar realizando investigaciones donde se involucre la heurística como estrategia de enseñanza para romper el paradigma de la enseñanza tradicional.
- Proponer la estrategia de la heurística para el aprendizaje de la física experimental en forma permanente para resguardar su efectividad.

## Referencias

- Arias, Fidas (2012). El proyecto de la investigación. 6ta edición. Caracas, República Bolivariana de Venezuela. Editorial Epísteme.
- Boscán, Mónica. y Klever, Karen (2012). Metodología basada en el método heurístico de Polya para el aprendizaje de la resolución de problemas matemáticos. Revista Escenarios.10(2):7-19. Disponible: [http://www.uac.edu.co/images/stories/publicaciones/revistas\\_científicas/escenarios/volumen-10-no-2/articulo1.pdf](http://www.uac.edu.co/images/stories/publicaciones/revistas_científicas/escenarios/volumen-10-no-2/articulo1.pdf). Consultada el: 15/01/2018.
- Cocinero, Pablo (2015). Método heurístico y su incidencia en el aprendizaje del álgebra. Tesis para obtener el grado de licenciatura en la enseñanza de la matemática y física. Universidad Rafael Landívar, Quetzaltenango, Guatemala.
- Cortés, Maribel. y Galindo, Nubia (2007). El modelo de Pólya centrado en resolución de problemas en la interpretación y manejo de la integral definida. Tesis para optar al grado de maestría en docencia. Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.
- Fajardo, Xiomara (2004). El método heurístico y rendimiento académico en trigonometría. Caso Primer año de media diversificada. Tesis para optar al grado de Maestría en matemática. Mención: docencia. Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.

- García, Jacquine. (2010). Aplicación de la estrategia de resolución de problemas en la enseñanza de Física, Química y Matemáticas en la USTA. *Revista Hallazgos*, 7 (14): 129-148.
- Grupo de investigadores del proyecto CONDES CH-0583-10. (2010). Estrategia didáctica para el desarrollo de la competencia de investigación en los estudiantes del laboratorio de física de la facultad de ingeniería de luz.
- Hurtado, Jacqueline (2010). El proyecto de investigación. *Comprensión Holística de la metodología y la investigación*. 6ta edición. Caracas, República Bolivariana de Venezuela. Editorial Quirón.
- Mendoza, Jorge (2005). Ejercicios propuestos de cinemática. Disponible en: <http://www.enedsac.edu.pe/2003/FISICA/17%20cinematica%20test%20graficos.pdf#search='cinematica%20y%20jorge%20mendoza%20due%C3%B1as> Consultada el: 03/10/17.
- Minotta, Carlos (2015). Protocolo de análisis descriptivo de estrategias heurísticas aplicadas a la resolución de problemas. *Revista Educare*, 19(1): 95-125.
- Polya, George. (1995). *Cómo plantear y resolver problemas*. Prefacio a la primera edición en inglés. México D. F. Editorial Trillas.
- Ruiz, Carlos. (2002). *Instrumentos de investigación educativa. Procedimientos para su diseño y validación*. 1era edición. Barquisimeto. Venezuela. Editorial Cideg, C. A.
- Sánchez, Iván. Moreira, Mario. y Caballero, Concesa. (2009). Implementación de una propuesta de aprendizaje significativo de la cinemática a través de la resolución de problemas. *Revista Chilena de Ingeniería*. 17 (1): 27-41.
- Sáenz, Eliana. Patiño, María. y Robles, Juana. (2017). Desarrollo de las competencias en el pensamiento geométrico, a través del método heurístico de Polya. *Revista Panorama* 21. 11 (21): 55-68.