

Influencia de la estrategia de resolución de problemas en el rendimiento de los estudiantes de bachillerato, en el estudio de la unidad de campo eléctrico



**Daniel Enrique Gómez Alejandro, Bolívar Cirilo Flores Nicolalde,
Francisca Flores Nicolalde**

*Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas,
Campus Gustavo Galindo Km 30.5 Vía Perimetral, P.O. Box 09-01-5863, Guayaquil,
Ecuador.*

E-mail: deagomez@espol.edu.ec

(Recibido el 30 de octubre de 2015, aceptado el 16 de febrero de 2016)

Resumen

Este documento describe cómo la estrategia de resolución de problemas es una actividad que, permite lograr mayor activación del pensamiento en los estudiantes, más interés en el tema de estudio y mejor desempeño en su participación en los talleres grupales, permitiendo así, un mejor desarrollo de sus habilidades intelectuales. En la resolución de problemas se atiende ejemplos por nivel de complejidad; desde los más sencillos hasta los más complejos, en donde es necesario contextualizar los problemas a su experiencia cotidiana, llevándolos al nivel transferencial. Se considera que, además de la tarea correspondiente, un factor primordial es la disposición de un número de problemas resueltos complementarios, para inducir en el estudiante la necesidad de revisar el material de apoyo, sin ser demasiado escaso o muy extenso, que lo vuelva cansado y monótono.

Palabras clave: Estrategia, Resolución de problemas, Activación del pensamiento, Habilidades intelectuales, Problemas resueltos.

Abstract

This document describes how the problem-solving strategy is an activity to achieve greater activation of thinking in students, more interest in the subject of study and perform better in their participation in-group workshops, thus allowing a better development thinking skills. In troubleshooting examples taken care by level of complexity; from the simplest to the most complex, where it is necessary to contextualize the problems to their everyday experience, leading to transference level. It is considered that, in addition to the corresponding task, a key factor is the willingness of a number of complementary problems solved, to induce in students the need to review the material support without being too small or too large, they become tired and monotonous.

Keywords: Strategy, Problem-solving, Activation of thinking, Thinking skills, Problems solved.

PACS: 01.40.gb, 01.40.Fk, 01.40.J

ISSN 1870-9095

I. INTRODUCCIÓN

Cuando los profesores de Física enseñan la unidad denominada Campo Eléctrico, observan en los estudiantes las dificultades que presentan en su aprendizaje, debido a una inexistente o inadecuada aplicación de una estrategia que sirva de tutoría o de soporte, para comprender de manera holística cada uno de los tópicos tratados; no solamente de forma cualitativa, sino también cuantitativa.

Por esta razón, se vuelve imprescindible la aplicación de técnicas y metodologías más apropiadas para lograr el interés del estudiante, y una mejor comprensión del tópico estudiado.

La resolución de problemas brinda esta posibilidad, y con ello, un mejor entendimiento del fenómeno físico.

Una de las causas del bajo rendimiento radica en que, no se aplica una estrategia de resolución de problemas de manera explícita, y que al realizarse de forma inadecuada, conduce a un bajo rendimiento en algunos estudiantes, lo que los lleva al fracaso estudiantil.

De acuerdo a estudios e investigaciones de expertos, como Polya [1, 2], Docktor [3] y Buteler [4], entre otros, se sugiere la aplicación de una estrategia de resolución de problemas, para obtener mejores resultados en el aprovechamiento de los estudiantes en la asignatura de Física.

Este estudio es relevante no sólo a nivel superior y en bachillerato, sino también desde la Educación Básica, en donde el niño debe aprender a razonar y a comenzar a desarrollar el pensamiento crítico con problemas matemáticos cotidianos.

En bachillerato, como parte de la preparación científica básica de la Enseñanza Media, la Física permite formar conocimientos, dar solidez teórico-práctica y explicar fenómenos físicos en situaciones concretas.

En instituciones de Educación Superior, la Enseñanza de la Física busca fortalecer en el estudiante los conocimientos científicos del mundo que lo rodea, aplicando modelos matemáticos para describir y simular el estado presente y futuro de las variables que describen un fenómeno, y herramientas tecnológicas para agilizar u optimizar la obtención y presentación de los resultados, permitiéndole así comprender y asimilar mejor los conceptos, leyes, teorías y principios relacionados a un fenómeno físico en particular.

Por esta razón, la resolución de problemas es una de las tareas que permite lograr mayor activación del pensamiento en los estudiantes. Se debe prestar especial atención a la resolución de problemas, desde ejemplos sencillos hasta los más complejos, haciendo énfasis en la contextualización de los problemas a su experiencia cotidiana.

Tradicionalmente, enseñar y aprender a resolver problemas se identifica con la aplicación de conceptos físicos y cálculos operativos, a determinadas cuestiones cuantitativas. Una de las causas del bajo nivel en la asimilación de conceptos radica en el hecho de que, después de familiarizar a los estudiantes con un concepto nuevo, se continúa con la resolución de problemas de carácter cuantitativo, dejando a un lado los problemas cualitativos, que profundizan, consolidan y fortalecen los conceptos, leyes y principios.

II. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Determinar cómo influye la estrategia de resolución de problemas y la cantidad de problemas resueltos en el rendimiento académico estudiantil, mediante la aplicación de talleres de resolución de problemas y la disposición de problemas resueltos cuando estudian la unidad de Campo Eléctrico.

B. Objetivos específicos

- Formular procedimientos para aplicar la estrategia de resolución de problemas.
- Plantear estrategias de resolución de problemas.
- Plantear diferentes cantidades de problemas resueltos como material de apoyo.
- Formular el procedimiento para realizar trabajo cooperativo.
- Identificar beneficios y obstáculos para el rendimiento académico de los estudiantes.

III. FUNDAMENTO TEÓRICO

A. Resolución de problemas

La resolución de problemas es uno de los procesos más utilizados por los profesores de Física en su actividad docente, para impartir los conocimientos en esta tan fascinante asignatura. Pero al mismo tiempo, es uno de los mayores obstáculos que enfrentan los estudiantes durante el proceso de aprendizaje.

Si bien ha sido usada por mucho tiempo, no ha sido una técnica muy depurada en el desempeño docente, generando evaluaciones muy poco satisfactorias, y por lo tanto, un bajo rendimiento estudiantil.

De acuerdo a estudios e investigaciones de Polya [1], para entender una teoría se debe conocer cómo fue descubierta o cómo se derivaron sus resultados matemáticos, dando mayor énfasis al proceso de descubrimiento que al simple hecho de resolver ejercicios.

Para resolver problemas, Polya planteó un método de cuatro pasos:

1. Entender el problema.
2. Configurar un plan.
3. Ejecutar el plan.
4. Mirar hacia atrás

Este método le plantea al estudiante una forma eficaz para la resolución de problemas matemáticos, sin embargo, es conveniente especificar que por el alto contenido matemático en el estudio de la Física, resulta también fundamental su aplicación en este campo.

Resolver ejercicios matemáticos es muy valioso en el aprendizaje de la Física, ayudando a aprender conceptos, propiedades y procedimientos, los cuales podremos aplicar cuando nos enfrentemos a la tarea de resolver problemas relacionados a la vida real.

B. Estrategias para la enseñanza de la Física en la resolución de problemas

En muchas ocasiones, los estudiantes no desarrollan al máximo su razonamiento, y sus habilidades y destrezas se ven truncadas por la poca preparación o predisposición del docente, para llegar con mayor precisión y profundidad a sus estudiantes, generando pocas expectativas, inseguridad y falta de motivación.

Se sugiere entonces que se trate en lo posible, mantener en el estudiante amplias expectativas para adquirir el conocimiento, que demuestre seguridad y se encuentre altamente motivado. Polya estableció los *Diez Mandamientos para los profesores de Matemáticas* [2], que por supuesto, también son aplicables en la Enseñanza de la Física, debido al manejo y utilización de las matemáticas como herramienta.

1. *Interésese en su materia.* Si el profesor se aburre, toda la clase se aburrirá.
2. *Conozca y domine su materia.* A un profesor no le basta con saber enseñar. Puede conocer mucho sobre metodologías de la enseñanza, pero si no conoce a fondo el tema de Física que está tratando de enseñar,

- creará en el estudiante varias concepciones alternativas, que influenciarán de forma negativa en su aprendizaje.
3. *La mejor manera para que el estudiante aprenda algo es descubriéndolo por sí mismo.* Se puede obtener gran provecho de la lectura de un buen libro de Física o de la aplicación de los recursos audiovisuales que promoverán a la experiencia de los propios estudios y a la observación de los estudiantes.
 4. *Trate de leer en los rostros de los estudiantes sus expectativas y dificultades.* Aunque el docente se interese por el tema, lo conozca bien, se comprendan los procesos de adquisición de los conocimientos, éste puede ser un mal profesor. Es algo raro, pero muchos hemos conocido profesores que, siendo perfectamente competentes, no eran capaces de establecer contacto con su clase; la enseñanza del uno debe acompañarse del aprendizaje del otro, y por lo tanto, debe existir un contacto entre el profesor y el estudiante.
 5. *Dé a sus estudiantes no sólo información, sino el conocimiento de cómo hacerlo.* El conocimiento consiste, parte en “información” y parte en “saber hacer”. El saber hacer es el talento, es la habilidad en hacer uso de la información para un fin determinado. En Física, el “saber hacer” se traduce en la aptitud para resolver problemas y examinar con espíritu crítico las soluciones. Por esta razón, en Física, la manera cómo se enseña es tan importante como lo que se enseña.
 6. *Permítales aprender a conjeturar.* El profesor de Física tiene excelentes ocasiones para mostrar el papel de la conjetura en el campo del descubrimiento y hacer que los estudiantes adquieran una actitud intelectual crítica. La conjetura razonable debe basarse en la utilización juiciosa de la evidencia inductiva y de la analogía.
 7. *Permítales aprender a comprobar.* La Física es una buena escuela para la comprobación. Los fenómenos naturales tienen un soporte matemático sujeto a comprobaciones experimentales, bien sea en prácticas de laboratorio o mediante simulaciones en laboratorios virtuales.
 8. *Considere que las características de un problema pueden ser útiles en la resolución de problemas futuros.* Cuando se resuelva un problema, resalte sus rasgos instructivos. Un aspecto que sea bien señalado en un problema puede transformarse en un modelo de resolución, en un esquema tal que, imitándole, el estudiante pueda resolver otros problemas.
 9. *No muestre todo el secreto a la primera.* He aquí una buena estrategia fácil de aplicar: cuando se empieza a discutir la solución de un problema, permita que sus estudiantes sugieran su solución. Quien tiene una idea o la ha formulado, se ha comprometido: debe seguir el desarrollo de la solución para ver si lo que se ha conjeturado es correcto o no.
 10. *Sugíérales; no les inculque a la fuerza.* Se trata de dejar a los estudiantes tanta libertad e iniciativa como sea posible, teniendo en cuenta las condiciones

existentes de la enseñanza. Permita que los estudiantes hagan preguntas; o bien plantéelos cuestiones que ellos mismos sean capaces de replantear.

Estas diez sugerencias le permitirán al docente mantener una actitud proactiva con sus estudiantes brindándoles seguridad y motivación al aplicar la estrategia de resolución de problemas.

El contexto de la física brinda la oportunidad a los estudiantes de plantear estrategias de resolución de problemas. La generación de estas habilidades no es sólo una característica intrínseca de cada estudiante sino que también debe ser uno de los objetivos primordiales del docente de física.

Docktor [3] manifiesta que “*la resolución de problemas es vista como una parte fundamental del aprendizaje de la física*”. Entonces, existe la necesidad de mejorar la calidad de la enseñanza de la física mediante la resolución de problemas.

Sin embargo, el conocimiento conceptual no puede quedar de lado y simplemente limitarse a resolver problemas de una forma mecánica.

El éxito de la estrategia de resolución de problemas radica en el entendimiento claro de los conceptos que permitan encontrar la solución a los problemas planteados y la consiguiente transferencia a otros contextos.

Del mismo modo, Buteler [4] sostiene que:

“la resolución de problemas involucra como mínimo procesos de percepción, atención, memoria y razonamiento, los cuales constituyen en sí mismos problemas actuales para la Psicología Cognitiva”.

Queda claro entonces que los procesos cognitivos son fundamentales para afianzar los procesos procedimentales y de aplicación mediante el análisis de los datos y condiciones requeridas en la resolución de problemas.

Para Gaulin [5], hablar de problemas implica considerar aquellas situaciones que demandan reflexión, búsqueda, investigación y donde para responder hay que pensar en las soluciones y definir una estrategia de resolución que no conduce, precisamente, a una respuesta rápida e inmediata.

“Lo importante para realmente enfatizar la resolución de problemas, no es resolver más problemas o aplicarlos en la vida cotidiana, lo importante es utilizar la resolución de problemas como el mejor vehículo para enseñar todo, enseñar a través de resolver problemas”.

Hoy en día, la resolución de problemas aparece junto a nuevas tendencias educativas que demandan el desarrollo de determinadas habilidades y destrezas de los alumnos a expensas de concepciones que contemplan de otra manera la educación en ciencias.

Aparecen así, otros significados que resultan congruentes con esta perspectiva: la necesidad de mostrar una ciencia recreativa que recupera problemas cotidianos y los pone a disposición de los estudiantes, como una forma de mostrar que aprender ciencia puede resultar divertido [6].

La estrategia de resolución de problemas toma en cuenta las características de los procesos de comprensión y resolución de un problema de física, de acuerdo al enunciado de los problemas [7].

Truyol y Gangoso [7] indican que:

“Los estudiantes empiezan a resolver problemas “buceando” en expresiones numéricas o algebraicas, manipulan ecuaciones tratando de “llenar huecos” hasta encontrar alguna combinación que les lleve a la respuesta.

Ocasionalmente utilizan su conocimiento para comprender la situación y menos aún para analizarla. Este modo de enfrentar el problema, hace difícil que puedan planear caminos de acción. Al llegar al resultado, rara vez controlan su razonabilidad ya que la situación, para ellos, ha quedado sin sentido en las primeras etapas”.

Este desorden en las etapas de planteamiento y resolución de problemas, crea estudiantes mecanizados que tratan de seguir un camino único o receta, y no analizan las distintas posibilidades que pueden presentarse en un problema.

Los profesores de física normalmente asignan a sus prácticas docentes metas de formación muy valiosas a largo plazo. Sin embargo, los estudiantes se centran en metas a corto plazo y poco favorables, como por ejemplo centrarse solo en la obtención de la respuesta correcta o el aprendizaje memorístico de leyes y principios [8].

Finalmente, la interrelación entre asignaturas como Lenguaje, Física y Matemáticas es de gran importancia, como lo sugiere Gangoso [9] en su presentación: “La importancia de la Matemática, la Física y la Lengua en la educación técnica, media y superior”.

En ella, menciona al modelo situacional conformado por objetos y eventos que deben identificarse y entenderse mediante la lectura comprensiva del enunciado del problema, el modelo físico conceptual conformado por conceptos y leyes que rigen a los objetos y eventos, y el modelo físico formalizado conformado por las ecuaciones y expresiones matemáticas que representan a la situación. Las tres asignaturas intervienen formando una amalgama perfecta para el entendimiento y planteamiento de un problema.

Naturalmente, los estudiantes buscan la forma de tener acceso a problemas resueltos que le sirvan de apoyo o de guía en la resolución de problemas. Los problemas resueltos sirven de guía y se presentan como ejemplos a seguir cuando se trata de resolver problemas similares.

Jonassen [10] concluye que al finalizar una unidad o contenido programático debe resolverse problemas en clase que sirvan de ejemplo o guía a los estudiantes proporcionándoles ideas e induciéndoles en la construcción de esquemas y representaciones. El método más común para apoyar la construcción de un esquema, es trabajar con ejemplos. Los problemas resueltos son estrategias instruccionales que generalmente incluyen los datos del problema y los procedimientos necesarios para la resolución de los mismos.

Los estudiantes deben entonces disponer de un banco de problemas resueltos facilitado por el profesor que les permita analizar la resolución de los mismos adicionalmente a aquellos problemas resueltos en clase.

B. Resolución de problemas versus número de problemas resueltos

La estrategia de resolución de problemas es una actividad que el docente debe programar para que pueda ser desarrollada por el estudiante de forma individual o grupal, es decir, que en ella está inmerso el aprendizaje cooperativo, que debe concluir con la consolidación de los problemas propuestos, siendo socializados al final de la clase.

Para reforzar el taller grupal del aula, debe considerarse a parte de la tarea correspondiente, un factor primordial que involucra la dosis adecuada del número de problemas resueltos complementarios, para inducir en el estudiante la necesidad de revisar el material a su disposición, sin ser demasiado escaso o muy numeroso, que lo vuelva cansado y monótono.

Para ello, se elaboró el mapa de objetivos que se muestra en el Anexo 1, de acuerdo a los objetivos específicos de la unidad de campo eléctrico.

C. Talleres grupales

El proceso de aprendizaje en grupos es una metodología que permite lograr un aprendizaje activo de sus integrantes, cuya organización puede ser muy variada, para sesiones de estudio, de reflexión grupal, para realizar un trabajo en equipo [11]. Por lo tanto, es posible realizar talleres de resolución de problemas en donde los estudiantes interactúan de forma cooperativa.

Los beneficios del aprendizaje cooperativo según Kagan [12] son: tutoría y estímulo entre pares, oportunidades más frecuentes de corrección, retroalimentación más inmediata, más práctica, el contexto más significativo para la construcción de significado, una mayor responsabilidad individual, la mayor oferta, mayor motivación, mayor compromiso, interacción de los diferentes puntos de vista, cambio en las actitudes y comportamiento del profesor.

Esto conduce a un mayor interés en el tema de estudio y un mejor desempeño en su participación grupal. Además, los talleres grupales requieren de la designación de roles. Debe haber un líder del grupo, un secretario, un observador, y de haberlos, el resto deben ser colaboradores.

D. Formulación de hipótesis

Se plantearon dos hipótesis de investigación en función del objetivo general de este trabajo de investigación (que consiste en determinar cómo influye la estrategia de resolución de problemas y la cantidad de problemas resueltos en el aprovechamiento estudiantil, mediante la aplicación de un banco de problemas resueltos de campo eléctrico).

- Aquellos estudiantes que aplican la estrategia de resolución de problemas, tienen mayor aprovechamiento que aquellos que no la aplican.
- Aquellos estudiantes que reciben una mayor cantidad de problemas resueltos por objetivo, tienen mayor

aprovechamiento que aquellos que reciben una menor cantidad.

E. Variables

Nuestra variable dependiente es el rendimiento académico de los estudiantes que se midió mediante una prueba de resolución de problemas aplicado a la salida de la intervención. Por otro lado, la variable independiente es la estrategia de resolución de problemas mediante talleres grupales que se aplicó a dos grupos de estudiantes. Asimismo, la variable moderadora es la cantidad de problemas resueltos que se les proporcionó como material de apoyo a los estudiantes.

III. METODOLOGÍA

Para realizar este estudio de investigación se trabajó con 160 estudiantes de Bachillerato General Unificado de una institución de educación media privada ecuatoriana. Se formaron cuatro grupos experimentales en los que mediante una prueba de resolución de problemas, se midió el rendimiento de los estudiantes.

La estrategia de resolución de problemas se aplicó a solo dos de los cuatro grupos mientras que la cantidad de problemas resueltos se aplicó a los cuatro grupos experimentales, un problema a dos grupos y dos problemas a los otros dos grupos.

A. Tareas y materiales

La tarea instruccional utilizada para este estudio fue la unidad de Campo Eléctrico, que tomó para su aplicación 4 horas clase a cada grupo, divididas en dos sesiones de dos horas cada clase. Los cuatro grupos o paralelos fueron identificados como GA, GB, GC y GD, y cada uno estuvo conformado por 40 estudiantes.

Se entregó a todos los estudiantes de los cuatro grupos un folleto con el contenido de la unidad, que se muestra en el Anexo 2. Este folleto se les facilitó al final de la clase previa a la unidad Campo Eléctrico.

Los estudiantes de los grupos GA y GC recibieron junto al folleto de teoría de Campo Eléctrico, un problema resuelto por objetivo. Pero, los estudiantes de los grupos GB y GD recibieron junto al folleto de teoría de Campo Eléctrico, dos problemas resueltos por objetivo. Los grupos experimentales GC y GD aplicaron la estrategia de resolución de problemas con talleres grupales mientras que los grupos de control GA y GB no aplicaron la estrategia de resolución de problemas con talleres grupales.

Los problemas resueltos por objetivo que se entregó a los estudiantes se muestran en el Anexo 3.

Finalmente, a los cuatro grupos se les midió el rendimiento académico a través de una prueba de resolución de problemas.

Tanto, la estrategia de resolución de problemas aplicada como la cantidad de problemas resueltos se detallan en la

Tabla I mientras que la división de los cuatro grupos de estudiantes se visualiza en la Tabla II.

TABLA I. Estrategia de resolución de problemas y cantidad de problemas resueltos.

Estrategia de resolución de problemas	Con resolución de problemas (CRP)
	Sin resolución de problemas (SRP)
Cantidad de problemas	Uno por objetivo (UPO)
	Dos por objetivo (DPO)

TABLA II. División de los cuatro grupos de estudiantes.

		<i>Cantidad de problemas</i>	
		<i>UPO</i>	<i>DPO</i>
<i>Estrategia</i>	<i>SRP</i>	<i>Sin Resolución de Problemas. Un problema por objetivo. GA</i>	<i>Sin Resolución de Problemas. Dos problemas por objetivo. GB</i>
	<i>CRP</i>	<i>Con Resolución de Problemas. Un problema por objetivo. GC</i>	<i>Con Resolución de Problemas. Dos problemas por objetivo. GD</i>

B. Aplicación de la intervención

La intervención consistió en dar cuatro horas clase de la unidad de Campo Eléctrico a cada grupo, divididas en dos sesiones de trabajo de dos horas clase cada una. Las cuatro horas clase fueron planificadas con la estrategia de resolución de problemas, trabajando en talleres grupales con un alto grado de participación de los estudiantes.

En cada uno de los paralelos en donde se trabajó con la estrategia de resolución de problemas, se formaron 10 grupos de 4 estudiantes cada uno, de forma aleatoria, y en cada taller se les propuso resolver dos problemas de campo eléctrico, que se muestran en el Anexo 4.

Para organizar el trabajo de los estudiantes de los grupos GC y GD en los talleres grupales, se realizó la guía instruccional que se muestra en el Anexo 5. Los grupos que no realizaron los talleres grupales de resolución de problemas recibieron una clase tradicional en donde los estudiantes se limitaron a observar y a tomar apuntes de la explicación del profesor en la pizarra.

La prueba de salida se tomó simultáneamente a los cuatro grupos experimentales, con una duración de 45 minutos. El instrumento de evaluación se muestra en el Anexo 6.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de receptada la prueba a los cuatro grupos, experimentales y de control, se obtuvo los resultados que se muestran en el Anexo 7.

Los promedios de calificaciones se detallan en la Tabla III.

Aquellos estudiantes que realizaron los talleres de resolución de problemas, y que adicionalmente llevaron a casa dos problemas resueltos para complementar su estudio, obtuvieron las mejores calificaciones con respecto a los otros grupos de estudiantes.

Los resultados menos alentadores fueron para aquellos estudiantes que no realizaron los talleres de resolución de problemas, y que únicamente llevaron a casa un problema resuelto para complementar su estudio.

TABLA III. Promedios de calificaciones por grupos.

GRUPOS FORMADOS	ESTRATEGIA UTILIZADA	PROMEDIO
GA	Sin Taller de Resolución de Problemas	7.600
GB	Sin Taller de Resolución de Problemas	8.045
GC	Con Taller de Resolución de Problemas	8.268
GD	Con Taller de Resolución de Problemas	8.903
GA – GB	Sin Taller de Resolución de Problemas	7.823
GC – GD	Con Taller de Resolución de Problemas	8.585
GA – GC	Un Problema Resuelto por Objetivo	7.934
GB – GD	Dos Problemas Resueltos por Objetivo	8.474

Para comprobar la primera hipótesis, se unieron las calificaciones de los grupos GC y GD (con taller de resolución de problemas) con un promedio de 8.585 para contrastarlos con las calificaciones de los grupos GA y GB (sin taller de resolución de problemas) con un promedio de 7.823.

Esto significa que aquellos estudiantes que aplicaron la estrategia de resolución de problemas tienen mayor aprovechamiento que aquellos que no la aplicaron.

Así mismo, para comprobar la segunda hipótesis, se unieron las calificaciones de los grupos GB y GD (dos problemas resueltos por objetivo) con un promedio de 8.474 para contrastarlos con las calificaciones de los grupos GA y GC (un problema resuelto por objetivo) con un promedio de 7.934. Esto significa que aquellos estudiantes que aplicaron la estrategia de resolución de problemas tienen mayor aprovechamiento que aquellos que no la aplicaron.

A pesar de obtener estos resultados favorables se realizó los respectivos contrastes de hipótesis aplicando la prueba t para demostrar las hipótesis propuestas.

A. Comprobación de la primera hipótesis

Aquellos estudiantes que aplican la estrategia de resolución de problemas, tienen mayor aprovechamiento que aquellos que no la aplican.

Para comprobar esta hipótesis, las calificaciones de los grupos GC y GD, que son aquellos que sí realizaron los talleres de resolución de problemas (CRP), con un promedio de 8.585 y una desviación estándar de 1.031, fueron contrastadas con las calificaciones de los grupos GA y GB, que son aquellos que no realizaron los talleres de resolución de problemas (SRP), con un promedio de 7.823 y una desviación estándar de 1.020.

$$H_a : \mu_1 - \mu_2 > 0,$$

$$H_0 : \mu_1 - \mu_2 \leq 0.$$

Las medias poblacionales son las siguientes:

μ_1 = media de las calificaciones CRP

μ_2 = media de las calificaciones SRP

Los datos para la prueba t son los siguientes:

$$\begin{aligned} n_1 &= 40 & n_2 &= 40, \\ \bar{x}_1 &= 8.585 & \bar{x}_2 &= 7.823, \\ s_1 &= 1.031 & s_2 &= 1.020. \end{aligned}$$

Con un nivel de significancia es $\alpha = 0.05$.

El estadístico de prueba para pruebas de hipótesis acerca de μ_1 y μ_2 es:

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - D_0}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

Donde D_0 debe ser igual a cero por ser la diferencia hipotética entre μ_1 y μ_2 .

$$t = \frac{(8.585 - 7.823)}{\sqrt{\frac{1.031^2}{40} + \frac{1.020^2}{40}}}$$

$$t = 3.32.$$

Los grados de libertad para la distribución t se obtienen con la ecuación:

Los datos para la prueba t son los siguientes:

$$\begin{aligned} n_1 &= 40 & n_2 &= 40, \\ \bar{x}_1 &= 8.474 & \bar{x}_2 &= 7.934, \\ s_1 &= 1.103 & s_2 &= 1.016. \end{aligned}$$

Con un nivel de significancia es $\alpha = 0.05$.

El estadístico de prueba para pruebas de hipótesis acerca de μ_1 y μ_2 es:

$$t = \frac{(8.474 - 7.934)}{\sqrt{\frac{1.103^2}{40} + \frac{1.016^2}{40}}}$$

$$t = 2.28.$$

Los grados de libertad para la distribución t serán:

$$gl = \frac{\left(\frac{1.103^2}{40} + \frac{1.016^2}{40}\right)^2}{\frac{1}{39}\left(\frac{1.103^2}{40}\right)^2 + \frac{1}{39}\left(\frac{1.016^2}{40}\right)^2},$$

$$gl = 77.5.$$

Se realiza la ubicación de los datos proporcionados para la distribución t [13], tal como se muestra en la Tabla V.

Redondeando hacia abajo, se usará una distribución t con 77 grados de libertad. El casillero correspondiente a la distribución t para $t = 2.28$ se muestra de color verde entre los valores de 1.991 y 2.376, colocándose en este casillero una columna para determinar el área bajo las colas:

TABLA V. Distribución t para $t = 2.28$.

Grados de libertad	Área en la cola superior						
	0.20	0.10	0.05	0.025	...	0.010	0.005
77	0.846	1.293	1.665	1.991	2.28	2.376	2.641

En la prueba de dos colas, el área en la cola superior debe ser $\alpha/2 = 0.025$. En la prueba de hipótesis, el área en la cola superior a la derecha de $t = 2.28$ está entre 0.025 y 0.010 con lo que se rechaza a la hipótesis nula H_0 , es decir, se acepta como válida a la hipótesis H_a porque $\mu_1 - \mu_2 > 0$.

V. CONCLUSIONES

- El rendimiento académico de los estudiantes mejora cuando realizan talleres de resolución de problemas. Por supuesto, estos talleres deben ser bien planificados para que estudiantes y docente interactúen a la par, logrando una mayor activación del pensamiento en los estudiantes, consiguiendo que se interesen más en el tema, y trabajando con mayor empeño para desarrollar aún más sus habilidades intelectuales.
- La aplicación de los talleres de resolución de problemas, desde los más sencillos hasta los más

$$gl = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{1}{n_1 - 1}\left(\frac{s_1^2}{n_1}\right)^2 + \frac{1}{n_2 - 1}\left(\frac{s_2^2}{n_2}\right)^2},$$

$$gl = \frac{\left(\frac{1.031^2}{40} + \frac{1.020^2}{40}\right)^2}{\frac{1}{39}\left(\frac{1.031^2}{40}\right)^2 + \frac{1}{39}\left(\frac{1.020^2}{40}\right)^2},$$

$$gl = 77.99.$$

Se realiza la ubicación de los datos proporcionados de la distribución t [13], tal como se muestra en la Tabla IV.

Redondeando hacia abajo, se usará una distribución t con 77 grados de libertad.

El casillero correspondiente a la distribución t para $t = 3.32$ se muestra de color verde a la derecha de 2.641, colocándose en este casillero una columna para determinar el área bajo las colas:

TABLA IV. Distribución t para $t = 3.32$.

Grados de libertad	Área en la cola superior						
	0.20	0.10	0.05	0.025	0.010	0.005	...
77	0.846	1.293	1.665	1.991	2.376	2.641	3.32

En la prueba de dos colas, el área en la cola superior debe ser $\alpha/2 = 0.025$. En la prueba de hipótesis, el área en la cola superior a la derecha de $t = 3.32$ debe ser menor que 0.025 para rechazar a la hipótesis nula H_0 . Entonces, teniéndose un área menor que 0.005 se rechaza H_0 y se acepta como válida a la hipótesis H_a porque $\mu_1 - \mu_2 > 0$.

B. Comprobación de la segunda hipótesis

Aquellos estudiantes que reciben una mayor cantidad de problemas resueltos por objetivo tienen mayor aprovechamiento que aquellos que reciben una menor cantidad.

Para comprobar esta hipótesis, las calificaciones de los grupos GB y GD, que son aquellos que recibieron dos problemas resueltos por objetivo (DPO), con un promedio de 8.474 y una desviación estándar de 1.103, fueron contrastadas con las calificaciones de los grupos GA y GC, que son aquellos que recibieron un problema resuelto por objetivo (UPO), con un promedio de 7.934 y una desviación estándar de 1.016.

$$H_a: \mu_1 - \mu_2 > 0,$$

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 \leq 0.$$

Las medias poblacionales son las siguientes:

$$\mu_1 = \text{media de las calificaciones DPO},$$

$$\mu_2 = \text{media de las calificaciones UPO}.$$

complejos, permite contextualizarlos a su experiencia cotidiana, llevándolos al nivel transferencial. Esto se logra al término del taller, durante la socialización de los resultados, y finalmente el docente consolida el conocimiento adquirido.

- La realización de los talleres grupales, contribuyó de gran manera en la captación de la atención del estudiante, porque cada uno de ellos debió esforzarse para lograr la resolución de los problemas. Esto les motivó a reforzar el fundamento teórico.
- El rendimiento académico de los estudiantes mejora cuando reciben adicionalmente al material de estudio la dosis adecuada de un número de problemas resueltos complementarios. Esto inducirá al estudiante a revisar el material a su disposición, en un trabajo que no será ni cansado ni monótono.
- El rendimiento académico de los estudiantes es poco satisfactorio cuando no se realizan talleres de resolución de problemas, y sólo reciben un problema resuelto para reforzar su estudio. Esto sucede en una clase tradicional, en donde el docente se limita a resolver problemas en la pizarra y el estudiante tiene muy poca o casi nula participación; peor aún cuando el material de refuerzo es escaso.
- Este trabajo de investigación aplicado al estudio del campo eléctrico, deja abiertas las puertas de la investigación para otros tópicos de la física, cuyos resultados en el aprovechamiento de los estudiantes fueron muy favorables.

VI. RECOMENDACIONES

- Los talleres de resolución de problemas deben ser bien planificados por los docentes, llevando consigo la guía instruccional y tratando en lo posible, de regirse a los “Diez mandamientos para los profesores” propuestos por Polya. De esta manera, el docente podrá para llegar con mayor precisión y profundidad a sus estudiantes, generando expectativas, seguridad y motivación.
- Es importante realizar talleres de resolución de problemas u otras actividades que motiven a los estudiantes y les genere autoconfianza para plantear y desarrollar correctamente los problemas de Física. En una clase tradicional, el docente se limita a resolver problemas en la pizarra, y el estudiante tiene muy poca o casi nula participación.
- Los problemas resueltos como material de apoyo, inducen al estudiante a revisar el material a su disposición, pero debe ser dosificado para no producir cansancio ni monotonía en el estudiante.

REFERENCIAS

- [1] Polya, G., *Cómo plantear y resolver problemas*, (Trillas, México, 1956).
- [2] Polya, G., *Matemáticas y razonamiento plausible*. (Tecnos, Madrid, 1966).
- [3] Docktor, J. L., *Development and validation of an assessment instrument for student problem solving*. Tesis de Doctorado. University of Minnesota, (2009).
- [4] Buteler, L., *La resolución de problemas en física y su relación con el enunciado*, Tesis doctoral presentado ante la Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina (2003)
- [5] Gaulin, C., *Tendencias actuales sobre la resolución de problemas*, Conferencia pronunciada el 15/12/2000 en el Palacio Euskalduna, Bilbao, España (2000).
- [6] Coronel, Ma. del V., Curotto, Ma. M., *La resolución de problemas como estrategia de enseñanza y aprendizaje*, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias **7**, 463-479 (2008).
- [7] Truyol, Ma. E., Gangoso, Z., *La selección de diferentes tipos de problemas de física como herramienta para orientar procesos cognitivos*, Investigações em Ensino de Ciências **15**, 463-484 (2010)
- [8] Truyol, Ma. E., *Comprensión y modelado en la resolución de problemas en Física*, Trabajo de tesis doctoral presentado ante la Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina (2012).
- [9] Gangoso, Z., *La importancia de la Matemática, la Física y la Lengua en la educación técnica, media y superior*, Conferencia dada en la Facultad de Matemática, Astronomía y Física de la Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina (2012).
- [10] Jonassen, D. H., *Research issues in problem solving*. The XI International Conference on Education Research: New Educational Paradigm for Learning and Instruction, University of Missouri, USA. September 29 - October 1. (2010).
- [11] Careaga, A., Sica, R., Cirillo, A., Da Luz, S., *Aportes para diseñar e implementar un taller*, Segundas Jornadas de Experiencias Educativas en DPMC, LUGAR, octubre 5, 6 y 7 (2006).
- [12] Kagan, S., *Kagan structures: Research and rationale*, (Kagan Publishing, San Clemente, 2001).
- [13] Anderson, D., Sweeney, D., Williams, T., *Estadística para Administración y Economía*, 10^a Ed. (Cengage Learning, México, 2008).
- [14] Wilson, J., Buffa, A., Lou, B., *Física*, 6^a Ed. (Pearson Educación, México, 2007).