



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE SUCRE
POSTGRADO MODULAR EN EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN CON MENCIONES

EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA “POLANBAS” PARA LA
ENSEÑANZA DE LA FÍSICA DEL 4^{to} AÑO DE CIENCIAS
DE LOS LICEOS BOLIVARIANOS ESPECIAL REFERENCIA AL
LICEO “JOSÉ SILVERIO GONZÁLEZ”
(2006-2007)

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de Magíster
Scientiarum en Educación Mención Enseñanza de la Física

Autor: Lic. Oswaldo Bruzual F.

Tutor: Dr. Ensony José Tovar

Cumaná, Junio de 2008



VICERRECTORADO ACADÉMICO
CONSEJO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

Núcleo de: SUCRE
Postgrado en: EDUCACIÓN CON MENCIONES
Nº: 14-2008

ACTA DE DEFENSA DE TRABAJO DE GRADO

Nosotros, ENSONY TOVAR, SIMÓN SANTOS Y CARLOS PÉREZ, integrantes del jurado designado por la Comisión Coordinadora del Postgrado en EDUCACIÓN CON MENCIONES, para examinar el Trabajo de Grado: “EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA “POLANBAS” PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA DEL 4 TO AÑO DE CIENCIAS DEL LICEO BOLIVARIANO “JOSÉ SILVERIO GONZÁLEZ” 2006”, Presentado por el LCDO. OSWALDO JESÚS BRUZUAL FIGUERA, portador de la Cédula de Identidad N°: 9 980 322, a los fines de cumplir con el requisito legal para optar al grado de: MAGISTER SCIENTIARUM EN EDUCACIÓN, MENCIÓN ENSEÑANZA DE LA FÍSICA, hacemos constar que hemos examinado el mismo e interrogado al postulante en sesión pública, celebrada hoy a las 2:00 P.M. en EL SALÓN PRINCIPAL DE LA COORDINACIÓN DEL POSTGRADO EN EDUCACIÓN, CERRO DEL MEDIO, CASA N° 11.

Finalizada la defensa del trabajo por parte de la postulante, el jurado decidió APROBARLO, por considerar, sin hacerse solidario de las ideas expuestas por el autor que el mismo se ajusta a lo dispuesto y exigido por el Reglamento de Estudios de Postgrado de la Institución.

En fe de lo anterior, se levanta la presente Acta, que firmamos conjuntamente con la Coordinadora de Postgrado en EDUCACIÓN CON MENCIONES.

En la ciudad de CUMANÁ, a los VEINTISÉIS días del mes de JUNIO de 2008.

Jurado Examinador:

DR. ENSONY TOVAR (TUTOR)

DR. SIMÓN SANTOS

DR. CALOS PÉREZ

Coordinadora del Programa de Postgrado:

Profa.IRAIDA GEDEÓN ZERPA.....

[Handwritten signatures of the jury members]



Firma y Sello

DEDICATORIA

A mi Madre que ya no está con nosotros físicamente y donde quiera que esté, está enviando la energía dándome las fuerzas necesarias e iluminándome el camino para seguir adelante.

A mis abuelos y hermanos que tampoco están con nosotros.

A mi esposa Mary y mi hijo Moisés por su amor y su apoyo incondicional.

A mi compañero José Velásquez “Paperá” que tampoco está en este mundo físicamente, que se estuviera graduando en esta cohorte del post grado con todos nosotros logrando esta anhelada meta.

AGRADECIMIENTOS

Al profesor Ensony Tovar, mi tutor, por su ayuda, apoyo y paciencia.

A la profesora Maria Maite Andrés quien fue la primera que revisó este proyecto.

Al profesor Fernando Meaño por sus sabios consejos y correcciones.

Al profesor Alfonso Pérez por su apoyo incondicional en esta investigación.

Al profesor Annick López por su ayuda en la revisión de los diferentes instrumentos utilizados en este estudio.

A los alumnos, colegas y personal administrativo del Liceo Bolivariano “José Silverio González” por su colaboración.

Y por último, pero no menos importante, a mi padre Luís, a mis hermanos Edgardo y Líubaldo, y toda mi familia (tías, tíos, primos, primas, sobrinos y sobrinas) por su preocupación y su apoyo moral.

ÍNDICE GENERAL

	Pág
APROBACIÓN DEL JURADO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
LISTA DE TABLAS Y CUADROS	viii
RESUMEN	ix
INTRODUCCIÓN	01
CAPITULO I: EL PROBLEMA	06
1.1 Planteamiento del problema.....	07
1.2 Objetivos.....	10
1.3 Justificación.....	11
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	12
2.1 Antecedentes.....	13
2.2 Fundamentación teórica.....	25
2.3 Sistema de hipótesis.....	41
2.4 Sistema de variables.....	47
CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO	50
3.1 Diseño de la investigación.....	51
3.2 Escenario, población y muestra.....	52
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	53
3.4 Procedimiento.....	54
3.4.1 Procedimiento estadístico.....	56

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	59
4.1 Pruebas estadísticas aplicadas.....	60
4.1.1 Prueba t (t de Student).....	60
Tabla N° 1: Valores Promedio de Indicadores de Dificultades de Aprendizaje que se les presenta a los Estudiantes (GE) en la Resolución de Problemas de Física.....	64
Tabla N° 2: Valores Promedios de Indicadores de Dificultades de Aprendizaje que se les presenta a los Estudiantes (GC) en la Resolución de Problemas de Física.....	68
Tabla N° 3: Valores Promedio de Indicadores de Dificultades de Aprendizaje que se les presenta a los Estudiantes (GE) y (GC) en la Resolución de Problemas de Física.....	70
Tabla N° 4: Valores obtenidos del pre test en el rendimiento promedio de los alumnos (GE) y (GC) en la resolución de problemas.....	74
Tabla N° 5: Valores obtenidos en el pre test y post test en el rendimiento promedio de los alumnos (GC) en la resolución de problemas.....	77
Tabla N° 6: Valores obtenidos en el pre test y post test en el rendimiento promedio de los alumnos (GE) en la resolución de problemas.....	81
Tabla N° 7: Valores obtenidos del post test en el rendimiento promedio de los alumnos (GE) y (GC) en la resolución de problemas.....	84
Tabla N° 8. Etapas consideradas por los alumnos del grupo experimental (GE) en la resolución de problemas de física.....	87
Tabla N° 9: Etapas consideradas por los alumnos del grupo control (GC) en la resolución de problemas de física (pre test).....	88
Tabla N° 10: Resultados obtenidos de la comparación entre el grupo experimental (GE) y el grupo control (GC) respecto a las etapas consideradas por ellos en la resolución de problemas (pre test).....	89
Tabla N° 11: Etapas consideradas por los alumnos del grupo experimental (GE) en la resolución de problemas de física (post test).....	92

Tabla N° 12: Etapas consideradas por los alumnos del grupo control (GC) en la resolución de problemas de física (post test).....	93
Tabla N° 13: Comparación entre los resultados correspondientes al grupo control (GC) respecto a las etapas consideradas en la resolución de problemas entre el pre test y el postest.....	94
Tabla N° 14: Comparación entre los resultados correspondientes al grupo experimental (GE) respecto a las etapas consideradas en la resolución de problemas entre el pre test y el postest.....	97
Tabla N° 15 Comparación entre los resultados correspondientes a los grupos experimental (GE) y control (GC) respecto a las etapas consideradas en la resolución de problemas.....	100
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	103
Conclusiones.....	104
Recomendaciones.....	108
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	111
ANEXOS.....	115
Anexo N° 1: Cuestionario.....	116
Anexo N° 2: Pre test.....	119
Anexo N° 3: Post test.....	122
Anexo N° 4: Guía de problemas.....	125

LISTA DE TABLAS Y CUADROS

	Pág
TABLA I: Propuestas de modelos para resolver problemas, presentada por varios autores.....	29
TABLA II: Modelo POLANBAS de Resolución de Problemas. Fases o procesos.....	30
TABLA III: Estrategias cognitivas para la resolución de problemas del Modelo “POLANBAS”.....	37-38
TABLA IV: Parámetros para resolver los problemas de este estudio.....	48-49
TABLA V: Diagramación de la variable para el pre test.....	51
CUADRO N° 1: Clasificación de las estrategias cognitivas propuestas por Ashman y Conway.....	36
CUADRO N° 2: Valores críticos de la prueba t (Ritchey).....	72

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE SUCRE
POSTGRADO MODULAR EN EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN CON MENCIONES

**EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA “POLANBAS” PARA LA
ENSEÑANZA DE LA FÍSICA DEL 4^{TO} AÑO DE CIENCIAS DEL LICEO
BOLIVARIANO “JOSÉ SILVERIO GONZÁLEZ” (2006-2007).**

Autor: Lic. Oswaldo Bruzual F.

Tutor: Dr. Ensony José Tovar

Fecha: junio 2008

RESUMEN

El objetivo general de este estudio estuvo dirigido a evaluar la eficiencia metodológica del Modelo “POLANBAS” en el aprendizaje de la Física del 4to Año de Ciencias del Liceo Bolivariano “José Silverio González”, tomando en cuenta las deficiencias que muestran los alumnos en cuanto a la poca utilización de estrategias procedimentales y cognitivas adecuadas para realizar las actividades relacionadas con la resolución de problemas y su incidencia sobre el bajo rendimiento académico de los mismos en esta asignatura. Para ello se realizó una investigación de campo que estuvo basada en un estudio cuasi-experimental, se aplicó un cuestionario y un diseño de pretest y post test, simultáneamente, a un grupo experimental (GE) y a un grupo control (GC), y se compararon antes y después de utilizar la metodología propuesta. El procesamiento de los resultados se realizó utilizando una tabulación de los valores, un análisis descriptivo porcentual y un análisis estadístico mediante la distribución muestral de diferencia de medias de una Prueba “t” de Student, que permitieron establecer las diferencias entre las respuestas dadas por los estudiantes en ambos casos. De los resultados se concluyó que las herramientas cognitivas y procedimentales son muy limitadas y que los alumnos necesitan optimizar sus capacidades no sólo para resolver problemas de física sino también de asignaturas afines.

Palabras clave: Evaluación, Metodología del Modelo “POLANBAS”, Estrategias Cognitivas y Estrategias Procedimentales.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, a través de la experiencia y de la observación del trabajo de docentes en física y la mía propia, ha podido inferirse que un número significativo de los alumnos que se encuentran en nuestras aulas no utilizan estrategias cognoscitivas adecuadas para realizar las actividades relacionadas con la resolución de problemas en esta asignatura. Al respecto, la preocupación de los profesores de esta área de estudio se profundiza porque el problema pareciera que ha incidido directamente sobre el rendimiento escolar de los alumnos.

Según cifras de la Coordinación de Estadística de la División de Planificación y Presupuesto de la Zona Educativa del Estado Sucre, perteneciente al Ministerio del Poder Popular para la Educación (M.P.P.E), en los últimos años el rendimiento estudiantil obtenido del II Nivel (Educación Media y Diversificada) en el Estado Sucre no ha sido el más satisfactorio; los grados de repitencia alcanzados fueron los siguientes: para el año escolar 2003-2004 de una matrícula de 17.179 alumnos hubo 1428 repitientes (8,31%); y la matrícula para el año escolar 2004-2005 fue de 21.639 alumnos y la repitencia en este II Nivel alcanzó un total de 2041 repitientes (9,43%).

Las cifras anteriormente mencionadas, permitió determinar, que tanto la matrícula estudiantil como el porcentaje correspondiente a alumnos repitientes en la región se ha ido incrementando progresivamente con el transcurrir de los años; observándose que la cantidad de repitientes a este nivel educativo es considerable. Esta problemática educativa en el estado Sucre, genera expectación tanto en las autoridades del M.P.P.E como en los directivos, docentes, padres y comunidad educativa en general, reflexiones sobre la manera de abordarla, para aplicar los correctivos pertinentes y solucionar la situación planteada en la región.

La Institución que se propuso para el estudio, según datos suministrados por el Departamento de Evaluación y Control de Estudios, refiere que para el año escolar 2003-2004 la matrícula del II Nivel (Educación Media y Diversificada), en el área de ciencias, fue de 301 alumnos; en cuanto al grado de repitencia alcanzó un total de 32 alumnos (10,63%). De este universo de 301 alumnos, 199 estudiantes pertenecen al 4^{to} Año Cs., siendo la repitencia alcanzada para este año de 28 alumnos (14,07%); y en cuanto al índice de alumnos promocionados al 5^{to} Año Cs. con una materia aplazada fue de 49 alumnos (24,62%); siendo las asignaturas con mayor índice de reprobados: Inglés con 67 alumnos (33,67%), física con 56 alumnos (28,14%), matemática con un 54 alumnos (27,14%) y química con un 20 alumnos (10,05%).

Para el año escolar 2004-2005 la matrícula del II Nivel en el área de ciencias, fue de 408 alumnos; en cuanto al grado de repitencia alcanzó un total del 57 alumnos (13,97%). De este universo de 408 alumnos, 245 estudiantes pertenecen al 4^{to} Año Cs., siendo la repitencia alcanzada para este año de 54 alumnos (22,04%); y en cuanto al índice de alumnos promocionados al 5^{to} Año Cs. con una materia aplazada, fue de 60 alumnos (24,49%); siendo las asignaturas con mayor índice de reprobados: Inglés con 115 alumnos (46,94%), matemática con 113 alumnos (46,12%), física con 68 alumnos (27,76%) y química con 55 alumnos (22,45%).

Y en el año escolar 2005-2006, la matrícula del II Nivel en el área de ciencias, fue de 479 alumnos; la repitencia en este nivel, alcanzó un total de 59 alumnos (12,32%). De este universo de 479 alumnos, 294 estudiantes pertenecen al 4^{to} Año Cs., siendo la repitencia alcanzada para este año de 53 alumnos (18,03%); y en cuanto al índice de alumnos promocionados al 5^{to} Año Cs. con una materia aplazada, fue de 44 alumnos (14,97%), siendo las asignaturas con mayor índice de reprobados: Matemática con 97 alumnos (32,99%), química con 68 alumnos (23,12%), inglés con 66 alumnos (22,76%) y física con 40 alumnos (13,61%).

Esta referencia permite señalar que tanto la matrícula estudiantil como el porcentaje de alumnos repitientes y el índice de estudiantes promocionados al año superior con una materia aplazada en la Institución propuesta se incrementó progresivamente durante los años escolares 2003-2004 y 2004-2005. Así mismo, tomando en cuenta las últimas estadísticas del Departamento de Evaluación y Control de Estudios en el año escolar 2005-2006, hubo un aumento en la matrícula del II Nivel, comparativamente con los años escolares antes mencionados, además se observó una disminución tanto en el índice de estudiantes promocionados al año superior con una materia aplazada, así como en el porcentaje total obtenido en lo referente a los alumnos repitientes en este nivel de educación. La situación planteada, generó varias interrogantes: ¿por qué se presentaba esta situación en esta institución?, ¿sería, que las estrategia procedimentales usadas por los profesores de estas asignaturas, estaban incidiendo en el problema?, ¿o tal vez era, que los docentes utilizaban la resolución de problemas solamente cómo una estrategia de resolución de ejercicios algorítmicos o “problemas tipo”? ¿La explicación mecanicista y la falta de orientación de los alumnos hacia un análisis más detallado de lo que es un problema, lo que éste representa, y que les permita desarrollar habilidades cognitivas y procedimentales para abordarlos de manera exitosa, estaría influyendo negativamente?.

La investigación que se presenta a continuación estuvo centrada en el diseño de una metodología basada en la resolución de problemas, que para efectos de este estudio se denominó con el nombre de modelo “POLANBAS”, en el cual se combinaron aspectos de los modelos teóricos propuestos por: Polya (1965), Andre (1986), Andrés (1991) y Bascones (2002), se utilizó éste como herramienta principal para resolver problemas de física del tipo “papel y lápiz”, aunque no es la única estrategia procedimental utilizada en física, es pertinente señalar que es una de las más comunes y empleada en el área. Al respecto, Andrés y Bascones (2000), en su estudio *“El profesor de física: un estudio diagnóstico en Venezuela”*, nos muestran

cinco de las estrategias más comunes y utilizadas en las aulas de física a nivel nacional; entre ellas encontramos, en estricto porcentaje de utilización de mayor a menor: “a) Resolución de Problemas 81,4%, b) Clases de Teoría 76,3%, c) Laboratorio 64,4%, d) Demostraciones 64,4%, y e) Proyectos de Investigación 25,4%.” (pp. 7-8).

En este orden de ideas y partiendo de la preocupación aportada por la praxis, se evaluó la eficiencia metodológica de resolución de problemas del Modelo “POLANBAS” para la enseñanza de la Física del 4^{to} Año de Ciencias del II Nivel, en el Liceo Bolivariano “José Silverio González”.

La investigación se estructura de la siguiente manera:

1. El primer capítulo aborda todo lo concerniente al **Planteamiento del Problema**, los objetivos y la justificación.
2. El segundo capítulo incluye el **Marco Teórico** conformado por: los antecedentes, la fundamentación teórica, el sistema de hipótesis y el sistema de variables.
3. El tercer capítulo corresponde al **Marco Metodológico**, en el que se encuentran el diseño de la investigación, la población y la muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos y el procedimiento estadístico para analizar los resultados del cuestionario, los pretests y postests.
4. El cuarto capítulo, referente al **Análisis de los resultados**, muestra la información obtenida de los instrumentos utilizados en la investigación, organizándose ésta por medio de la tabulación de los valores, aplicándoseles luego un análisis descriptivo porcentual y un análisis estadístico mediante la distribución muestral de diferencia de medias de una prueba t (“t” de Student); referente al rendimiento y las

habilidades cognitivas y procedimentales de los estudiantes del grupo experimental y del grupo control en la resolución de problemas de física

5. En el quinto capítulo, se plantean las **Conclusiones y Recomendaciones** arrojadas por la investigación.

6. Las **Referencias Bibliográficas** y los **Anexos**.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En pro de buscar una estrategia metodológica que mejorara el aprendizaje de los alumnos en el Liceo Bolivariano “José Silverio González” de la ciudad de Cumaná, en la asignatura de física, nos propusimos como objetivo principal el proporcionarle a los alumnos del 4^{to} Año de Ciencias una metodología de enseñanza del aprendizaje para la resolución de problemas de física con la intención de optimizar sus capacidades para resolver problemas en esta asignatura.

Tomando como referencia las cifras anteriormente proporcionadas por el Departamento de Evaluación y Control de Estudios de la institución estudiada, para los años escolares 2003-2004, 2004-2005 y 2005-2006, pudimos observar que las asignaturas con mayor cantidad de estudiantes aplazados, en menor o mayor porcentaje, fueron matemática, química, inglés y física, indicativo importante de que algo no estaba funcionando en el plantel propuesto; por ello, se presumió que una de las posibles variables que estaba incidiendo en que este número de alumnos no hubieran logrado alcanzar los requerimientos mínimos aprobatorios en estas materias, pudo deberse a que quizás las estrategias de instrucción tradicionalmente utilizadas por los profesores del plantel no fueron las más apropiadas para desarrollar las capacidades de razonamiento, ni las habilidades cognitivas y procedimentales de los alumnos para resolver los problemas de asignaturas afines como: matemáticas, química y física.

Muchos docentes aún siguen insistiendo en la adquisición de conceptos y ciertos principios y han descuidado o han dejado de lado la enseñanza de los procesos que intervienen en la resolución de problemas, y han enseñado a los estudiantes sólo a resolver ejercicios algorítmicos en forma mecánica y trivial, es decir, sólo a utilizar fórmulas y más fórmulas, y no les enseñan metodologías de enseñanzas que permiten

tener estrategias claras, sencillas y prácticas de cómo abordar los problemas en busca de solucionarlos satisfactoriamente.

Por lo general, la tendencia o la idea del “fracaso” en la resolución de problemas de física, química y matemáticas se le ha atribuido a las deficiencias de los alumnos, en cuanto a sus habilidades o destrezas, para resolver los problemas asignados en estas materias. Sin embargo, en los últimos años, este enfoque ha replanteado su direccionalidad, señalando a los profesores como los responsables de que los métodos utilizados por éstos no sean los más apropiados para enseñar a resolver los problemas.

Por ello, Poggioli (1999) plantea que:

...los docentes, en las áreas en las cuales hay que resolver problemas como matemática, física y química, etc., le asignan gran importancia a la solución correcta; sin embargo, es necesario modificar tal concepción y lograr que los docentes acepten la noción de que: el objetivo fundamental en la enseñanza de la resolución de problemas es ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades de pensamiento y procesos que permitirán que éstos alcancen soluciones correctas. (p. 67).

Por lo que la misma autora además señala que:

...la enseñanza de los procesos de pensamiento involucrados en la resolución de problemas, debe ofrecer a los estudiantes más que estrategias específicas a una situación problema en particular, herramientas que puedan utilizar en otras situaciones. En síntesis, el objetivo a largo plazo debe ser el de lograr un estudiante estratégico que:

1. Posea un rango amplio y variado de procedimientos que pueda utilizar en cualquier solución.
2. Sea flexible en el uso de procedimientos en situaciones específicas.
3. Se involucre en actividades de supervisión del proceso de resolución de problemas, con el fin de determinar si las actividades que está realizando le permiten alcanzar la solución deseada. (p. 69).

Lo anteriormente expuesto nos llevó a proponer una Metodología de Enseñanza para la Resolución de Problemas de Física, diferente a la usada tradicionalmente por los profesores del Liceo Bolivariano “José Silverio González”, y enfocada hacia los alumnos del 4^{to} Año de Ciencias del II Nivel, con la intención de optimizar sus capacidades en la resolución de problemas.

La Metodología de Enseñanza para la Resolución de Problemas de Física que se propuso, denominada Modelo “POLANBAS” (ver Tabla III, pp. 37-38), plantea una serie de fases y de estrategias cognitivas que podrían aportar algunas alternativas de solución con el fin de minimizar ciertas deficiencias del alumno en el uso de estrategias de resolución de problemas de física.

Entre estas deficiencias, según la opinión de otros autores, tal es el caso de Bravo (2005), al observar a los alumnos se encontró que:

- a) No comprendían el problema al momento de leerlo, lo cual implicaba la falta de identificación de las incógnitas y los datos. .
- b) No contaban con un orden básico, lo cual los confundía más.
- c) No utilizaban las unidades de medida en las sustituciones, lo que originaba que los cálculos fueran erróneos al realizar operaciones con unidades “incompatibles”, es decir, no homogéneas.
- d) El manejo de la notación matemática era muy pobre, lo que ocasionaba que frecuentemente “rompieran” las igualdades en las ecuaciones, además carecen del uso de variables dependientes, signo de igualdad, signo de operaciones matemáticas en las fórmulas, todo esto incrementado la confusión, tanto para ellos como para el maestro.
- e) La falta de planeación para las acciones que realizaban, tanto en la solución de problemas como para su vida cotidiana.
- f) El no concluir o “aterrizar” los resultados obtenidos con el planteamiento del problema que estaba resolviendo.

La propuesta metodológica del Modelo “POLANBAS” podría aportar algunas alternativas de solución con el fin de minimizar aquellas deficiencias que condicionan, en forma desfavorable, la actitud de los estudiantes hacia la Física y su desempeño en la resolución de problemas de física.

1.2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Objetivo General:

Evaluar la eficiencia metodológica del Modelo “POLANBAS” en el aprendizaje de la Física del 4^{to} Año de Ciencias del II Nivel, en el Liceo Bolivariano “José Silverio González”.

Objetivos Específicos:

1. Construir el Modelo “POLANBAS”, a partir de diferentes propuestas para la resolución de problemas.
2. Analizar las dificultades específicas que se les presenta a los estudiantes en la resolución de problemas de física.
3. Determinar la eficiencia del Modelo “POLANBAS” para la resolución de problemas de física del 4^{to} Año de Ciencias.
4. Contrastar la efectividad del Modelo “POLANBAS” con la metodología tradicional de resolución de problemas de física, en una muestra de alumnos de 4^{to} Año de Ciencias, del Liceo Bolivariano “José Silverio González” (2006-2007).

1.3. JUSTIFICACIÓN

La importancia de la investigación realizada radicó en el hecho de que a través de un nuevo enfoque de la estrategia metodológica propuesta, como lo es la resolución de problemas del modelo “POLANBAS”, con ello se busca que los profesores de Física en el Liceo Bolivariano “José Silverio González” tengan a la mano esta herramienta adicional y que a su vez les suministre a los alumnos una serie de estrategias cognitivas y procedimentales que les oriente y les facilite el camino hacia una educación más crítica, participativa y reflexiva.

De allí que el uso de la resolución de problemas desde una perspectiva más activa, puede ser incentivo de cambio metodológico no sólo en los profesores de física, sino también, en aquellos profesores del plantel, que por la naturaleza de su asignatura (matemáticas, química y otras) lo requieran; así mismo, se puede motivar a los docentes de los diferentes planteles del II Nivel (Educación Media y Diversificada) del Municipio Sucre, y de los diferentes municipios que conforman al Estado Sucre para mejorar la enseñanza de la física o las asignaturas afines.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

El estudio de la Resolución de Problemas es muy amplio y ha abarcado muchos tipos diferentes de investigación en este campo; aunque cada una de las líneas de investigación proponga alternativas para solventar la problemática existente, todas convergen en que las actividades que tienen que ver con la resolución de problemas son sumamente difíciles para los alumnos de cualquier nivel. Entre las líneas de investigación se pueden encontrar: la resolución de problemas entre expertos y novatos, el desarrollo de modelos didácticos de resolución de problemas, factores que afectan la resolución de problemas, la resolución de problemas de papel y lápiz, entre otros.

A continuación se hace referencia a diferentes trabajos de investigación sobre la resolución de problemas; entre los que se encuentran:

En primer lugar, Alecha (2002), realizó un trabajo referente a la evaluación de la aplicación de la resolución de problemas como estrategias de enseñanza de las matemáticas en el 6to grado de Educación Básica en colegios privados en la ciudad de Cumaná; este estudio estuvo enmarcado dentro del paradigma cualitativo, con características etnográficas y apoyándose en fuentes bibliográficas. Entre las estrategias de resolución de problemas muestra una clasificación de cuatro fases en el proceso de resolución de problemas, adaptados de Parra (1994): a) presentación de una situación-problema, b) investigación, c) discusión de resultados y d) afianzamiento de habilidades y contenidos; y que utilizó como estrategia de enseñanza en las matemáticas en el sexto grado de Educación Básica, en colegios privados en la ciudad de Cumaná, estado Sucre, durante el año escolar 2001-2002. Para ello, el autor realizó un muestreo intencional, con el propósito de escoger los escenarios apropiados y los informantes claves. A los docentes que conformaron la

muestra, les aplicó una entrevista semi-estructurada para realizar el diagnóstico de los conocimientos que ellos poseían sobre el objeto de estudio. Además, utilizó la observación directa no participante para registrar lo que realmente ocurría y poder contrastar con la información que obtuvo mediante la entrevista realizada. Luego de presentar y analizar la información obtenida, el autor pudo concluir que los docentes de la muestra no tenían claro el significado del término problema; tenían una idea vaga y reducida del significado de problema matemático, limitándolo al contexto de los conocimientos matemáticos necesarios para resolverlo y confundían las estrategias de resolución de problemas con los medios y recursos que pueden ser utilizados en su resolución. Así mismo, dejan fuera de la reflexión el análisis que ellos generan y la integración de conocimientos con otras áreas curriculares y del saber.

Entre los antecedentes más destacados también encontramos el trabajo de Sosa (2001), cuyo estudio tuvo como propósito fundamental el determinar la efectividad de la estrategia de Resolución de Problemas en el rendimiento académico obtenido por los estudiantes de matemáticas del octavo grado de la U.E. “Alirio Arreaza Arreaza”, del Municipio Bolívar del Estado Anzoátegui. Esto lo hizo utilizando un pretest y un postest (con un grupo control no aleatorio), de alumnos correspondientes al Ciclo Básico de dicha Unidad Educativa. El tratamiento consistió en aplicar, a cada uno de los grupos, una prueba preliminar, para diagnosticar las fallas en los conocimientos matemáticos relacionados con los números enteros y racionales.

El estudio se realizó en un lapso de cuatro semanas y a cada grupo se le trató con dos técnicas de enseñanza diferente. Al grupo experimental, se le aplicó la estrategia de resolución de problemas en la adquisición de habilidades numéricas mediante ecuaciones, con el fin de que los alumnos mejorarán su rendimiento académico en matemáticas. Para ello aplicó una secuencia de diferentes tipos de ejercicios: a) ejercicios de exposición, b) ejercicios didácticos, c) ejecución de

asignaciones técnicas (cálculo algebraico, programación estadística), d) ejercicios de aplicación, e) ejercicios de retorno (repaso) y f) ejercicios de recapitulación (resumen de los contenidos vistos); y al grupo de control, se le aplicó la técnica expositiva.

Luego, al finalizar el lapso se le administró a ambas secciones un mismo instrumento en calidad de postest, analizando los resultados obtenidos por medio de una prueba de hipótesis (t de Student), para la diferencia entre las medidas de dos muestras independientes a un nivel de significación de 0,05. Finalmente, la autora comprobó, comparando los resultados de los dos grupos que los alumnos de la situación experimental obtuvieron un rendimiento más significativo en el postest que los alumnos del grupo control. Observándose así las diferencias existentes entre las calificaciones de los dos grupos; siendo las calificaciones del grupo experimental más significativas que del grupo control, a pesar que éste último incrementó su rendimiento.

Otro de los trabajos, sobre la utilización de resolución de problemas, aunque esta vez en el área de química, fue realizado por Gil (2001), quien desarrolló una investigación de campo de proyecto factible orientada a la elaboración de una propuesta didáctica centrada en una estrategia de Resolución de Problemas aplicada a la asignatura de Química II de la Unidad de Estudios Básicos, U.D.O. Anzoátegui. La metodología empleada permitió recabar información de particular ayuda en la diagnosis, abordaje y planificación de una estrategia tendente a minimizar la problemática derivada de las debilidades detectadas en una muestra de 8 docentes y 41 alumnos de esa asignatura en relación con el manejo de herramientas concretas para abordar, con mayor probabilidad de éxito, la resolución de problemas, redundando - obviamente - como dificultad en los aprendizajes relativos a ese contexto. Para ello, Gil procedió a aplicar a la muestra seleccionada una estrategia general de resolución de problemas producto de una combinación de los modelos teóricos propuestos por Polya (1984) y Gowin (1981), que constó de cuatro procesos:

a) análisis de problemas, b) planificación de la solución, c) ejecución del plan, y d) evaluación de la solución; aplicándole seguidamente un sistema de autorregulación fundamentado en reportes verbales (utilizando la técnica de pensamiento en voz alta que consistía en hacer que el estudiante describiera su pensamiento, invitándolo a hablar a medida que resolvía un determinado problema) para provocar en los alumnos del grupo experimental el estímulo adecuado y respondieran, así, a su compromiso de detectar fortalezas y debilidades en su propio aprendizaje. De esta forma, la investigación quedó enmarcada dentro del diseño cuasi-experimental, específicamente dentro del diseño de pretest y posttest con un grupo de control no equivalente, lo que le permitió establecer una comparación – antes y después del tratamiento - en cuanto a las habilidades cognitivas y procedimentales de las que dispone el alumno en el abordaje de problemas de la Unidad Curricular Química II.

Con la finalidad de realizar una investigación más efectiva, la autora elaboró y aplicó, tanto a la muestra de docentes como a la de estudiantes, una serie de instrumentos para la recolección de la información, los cuales fueron debidamente validados y sometidos a prueba de confiabilidad a través de la aplicación de la técnica de juicio de expertos. Para recolectar la información utilizó la técnica de la encuesta y dos tests (pretest y posttest). Mediante la encuesta, puso en uso instrumentos como el cuestionario semi-estructurado elaborando dos de ellos con ítems abiertos y cerrados y que estuvieron dirigidos: 1) uno hacia la muestra de estudiantes ($n = 41$) para recabar información sobre las dificultades específicas que se le presentaban en la resolución de problemas de Química II, y 2) otro dirigido a los docentes ($n = 8$), que estuvo estructurado en tres partes:

- a) Opinión de los docentes sobre las dificultades específicas que se les presentaban a los estudiantes de la Unidad Curricular Química II en la resolución de problemas de esta asignatura.

- b) Información recabada sobre las estrategias utilizadas y sugeridas por los docentes para orientar a los alumnos en la resolución de problemas de Química II.
- c) Opinión del docente en cuanto a la implementación de una estrategia fundamentada en el análisis de los problemas reales de Química II, asociados a los siguientes procesos industriales como: Síntesis del Metil Terbutil Eter (MTB), la destilación de crudos (petróleo) y la fabricación de Clinker, materia utilizada para la producción del cemento

Y mediante los tests (pretest y postest), que aplicó a los grupos experimental y control, evidenció las habilidades cognitivas y procedimentales en la resolución de problemas, tomando como referencia las etapas descritas por los estudiantes al resolver problemas de Química II.

Entre los resultados de este trabajo Gil (2001) consideró que efectivamente los procesos de aprendizaje se ven afectados, notoriamente, por las carencias de fundamentos cognoscitivos, actitudinales y procedimentales de ayuda en la planificación de tan importante actividad.

Mediante esta investigación la autora mencionada, identificó las dificultades específicas de los alumnos en el manejo de estrategias de resolución de problemas como éstas:

- a) No identifica en forma precisa la idea (conceptos, leyes...) a la cual se refiere el problema.
- b) No identifica con facilidad incógnitas, datos, condiciones y restricciones impuestas en el enunciado del problema.
- c) Presenta dificultad en representar, en forma gráfica, la situación planteada en el problema.
- d) No relaciona los datos con las bases teóricas.

- e) No reconoce las variables, a partir de la definición teórica de la(s) incógnita(s) que lo pudieran ayudar a la resolución del problema.
- f) No ejecuta la resolución siguiendo un orden lógico de pasos hacia la meta que desea alcanzar.
- g) No anota correctamente las cantidades y unidades.
- h) Deficiencias del alumno en cálculo y operaciones básicas.
- i) Falta de iniciativa y esfuerzo personal del alumno.
- j) Deficiencia del alumno en conocimientos previos.
- k) Falta de confianza del alumno en su propia capacidad.
- l) Dificultad intrínseca de la asignatura.
- m) Excesiva complicación e inadecuación de los problemas.

Otro de los resultados de esta investigación conlleva a la autora a expresar que los alumnos atribuyen, en buena parte, sus dificultades a la falta de formación del profesorado en la enseñanza de estrategias de resolución de problemas. Aunque, por el contrario, los docentes señalaron que el problema radicaba, fundamentalmente, en la falta de atención y calificación del alumno en ese plano, reconociendo la alta responsabilidad que ellos tienen al respecto.

Además, señaló que el 100% del profesorado entrevistado utiliza la tradicional praxis expositiva, memorística y evocadora de los contenidos programáticos, que permite destacar el apego del docente al paradigma positivista-mecanicista. Y, aunque éstos reconocen la importancia de nuevas estrategias derivadas de los modelos educativos como el constructivismo, el unicismo, temas transversales, entre otros, continúan utilizando estrategias desactualizadas y obsoletas.

En lo concerniente a la formulación de una propuesta investigativa que contemplara el efecto de la aplicación de una estrategia general de resolución de problemas, facultando el desarrollo de habilidades cognitivas y procedimentales del

alumno al resolver problemas de Química II, Gil (2001), concluye que los estudiantes de ambos grupos (grupo control y experimental) poseían bases muy precarias o deficientes en relación con las habilidades de resolución de problemas, remitiéndose por tanto a “improvisar” en la puesta en práctica del proceso, haciéndose inminente la urgente necesidad de aunar esfuerzos y recursos para estructurar acciones tendentes a formar al profesorado y al estudiantado en cuanto al empleo efectivo de estrategias resolutivas de problemas, como vía expedita para optimizar los procesos instruccionales de la misma.

De aquí que proponga desarrollar proyectos de investigación en el área de resolución de problemas tales como:

- Efectos del aprendizaje de estrategias generales para la resolución de problemas en el aprovechamiento académico de los estudiantes.
- Diagnóstico y análisis de las dificultades que presentan los alumnos de la Unidad Curricular Química II, en la resolución de problemas en la Universidad de Oriente, Núcleo Anzoátegui.
- Diagnóstico y análisis en la resolución de problemas de las diferencias expertos-novatos en el manejo de conceptos, resultados y/o procedimientos en el contexto de asignaturas científico-tecnológicas.
- La formulación de problemas reales como agente de aprendizaje de una asignatura.

Otro antecedente de importancia en los estudios de química es el de Ferreira (1997), cuya investigación de tipo etnográfica abordó el estudio de las estrategias cognitivas y los patrones de pensamiento y razonamiento utilizados por los alumnos al resolver los problemas de Química en las sesiones de clase, con la proposición de una metodología activa de resolución de problemas. Dicha investigación se realizó en un curso de noveno grado de la U.E.N “Alberto Smith” de Villa de Cura, Edo. Aragua. Y, aunque se trabajó con el grupo completo, los informantes claves fueron

cinco estudiantes de este curso, lo que le permitió a su autora obtener una visión holística del fenómeno estudiado.

Entre las técnicas utilizadas se encuentran: la recolección de datos, la observación participante no estandarizada y abierta, entre otras. Y entre los instrumentos: cuaderno de notas, cuestionario y guías de problemas, entre otros.

El análisis y la recolección de los datos fueron realizados de forma simultánea según se daba el proceso, encontrando que los alumnos utilizaban las estrategias cognitivas de: a) asociación, b) elaboración y c) organización, en la resolución de problemas de Química.

En cuanto a los patrones de pensamiento y razonamiento, fueron indicadores del uso de diferentes procesos cognoscitivos en los alumnos, evidenciando así como una metodología de enseñanza de resolución de problemas de química influye en la forma en que los alumnos adquieren estrategias de resolución más avanzadas y cómo éstas mejoran al implicar a los alumnos en el proceso de resolución.

Como se ha podido observar, la estrategia de Resolución de Problemas no es aplicable a una sola asignatura, por ello, aunque nuestro propósito es el de aplicarlo directamente a la Física la mayor parte de los antecedentes aquí expuestos pertenecen al área de la Matemática o al área de Química. A continuación señalamos algunas de las investigaciones que se han realizado en el área de la Física.

En estudios realizados por Bascones (2002), sobre la Resolución de Problemas de Papel y Lápiz en Física, la autora nos lleva de lo más simple a lo más complejo explicándonos ¿qué es un problema?, ¿qué tipos de problemas existen?, entre los que nos indica (según la clasificación realizada por la misma autora en 1987) que existen tres tipos de problemas: los isomórficos, los cuasi-isomórficos y los

neomórficos; los primeros se resuelven por aplicación directa de conceptos, los segundos se resuelven dividiéndolos en subproblemas y los últimos incluyen problemas cuyo análisis implica replantear el problema para determinar los principios y leyes que están involucrados en el mismo. Entre las estrategias de resolución de problemas nos muestra y explica una categorización de cinco fases en el proceso de resolución de problemas, adaptados de Polya (1945): a) focalización, b) representación del problema, c) planificación de la solución, d) llevar a cabo el plan y e) evaluar la solución. Seguidamente, propone un taller sobre una propuesta de secuencia instruccional para la resolución de problemas de papel y lápiz en la que expone un conjunto de pasos que se deben explicitar cuando se trata de resolver los problemas que se proponen, los cuales deben ser modelados por el profesor durante la clase para que los estudiantes practiquen individualmente o en grupo. Además, agrega que no sólo se debe contemplar el desarrollo de las habilidades cognitivas sino que también deben contemplarse las relacionadas con el componente afectivo y el desarrollo de las habilidades metacognitivas.

En general propone enseñar a resolver problemas de la siguiente manera:

El profesor debe enseñar:

1. El conocimiento subyacente al problema y el desarrollo de la estructura del conocimiento.
2. La estructura del problema practicando algunos aspectos tales como: hacer preguntas, identificar ambigüedades, explorar acerca de la existencia de redundancia en la información disponible.
3. El reconocimiento de patrones y procedimientos de resolución de problemas.

Para seguir con los antecedentes en investigaciones inherentes al área de Física, en cuanto a resolución de problemas se refiere, encontramos el estudio realizado por Andrés y Peña (2001), en el cual las autoras exponen un diseño de una

estrategia instruccional de resolución de problemas de física que incorpora técnicas de comprensión de lectura a nivel de Educación Media.

En dicho estudio, explican las diferencias entre la enseñanza tradicional de la física y las nuevas tendencias cognitivas cuyo propósito fundamental es el de fomentar en los alumnos la capacidad de aprender a aprender y por lo que consideran que es apropiada una enseñanza basada en el planteamiento y la resolución de problemas.

Por ello, realizaron el diseño, la aplicación y la evaluación de una propuesta instruccional para resolver problemas de física que incluyó estrategias de lectura, con el fin de, como ellas mismas lo afirman, promover el éxito del estudiante al enfrentar dicho proceso para mejorar el aprendizaje de la Física.

Su diseño fue cuasi-experimental, con dos grupos (grupo experimental y grupo control) y aplicación de pretest y postest. Ambos grupos recibieron un repaso de la Unidad de Electrodinámica y se les aplicó un pretest para determinar el nivel de comprensión logrado por los estudiantes al resolver cada problema. Luego, se tomó sólo el grupo experimental para recibir un taller en la enseñanza explícita de las estrategias de resolución de problemas de física, con incorporación de las estrategias de comprensión lectora, sobre la comprensión del enunciado del problema, que se desarrolló en dos etapas: 1) entrenamiento en comprensión de lectura y 2) entrenamiento de resolución de problemas propuesto por Andrés (1991), y que contempla cinco fases: a) representación del problema, b) descripción del problema en términos físicos, c) descripción matemática, d) ejecución y e) evaluación. Mientras que el grupo de control recibió un entrenamiento de resolución de problemas con la metodología tradicional que trabaja en forma global, sin explicar el uso de estrategias específicas, también utilizando el modelo del proceso de solución de problemas

propuesto anteriormente. Finalmente, se le aplicó el postest, cuatro semanas después, al terminar el entrenamiento.

En conclusión, como lo afirman las autoras del estudio, con los resultados de las pruebas aplicadas pudieron establecer que los estudiantes del grupo experimental, luego de haber sido entrenados en resolución de problemas con estrategias de lectura, obtuvieron mejores resultados en la comprensión de los problemas, en el pretest y en el postest, que los estudiantes del grupo de control que sólo se les entrenó en resolución de problemas con la metodología tradicional.

En otro estudio realizado por Pino (1999), sobre la comprensión y la planificación en la resolución de problemas físicos, nos explica que el Sistema Educativo Cubano actual (con respecto a la resolución de problemas), está basado en la propuesta de Sifredo Barrios que no difiere mucho de la metodología hecha por Poyla y otros autores, aunque denomina las fases de otra manera:

1. Comprensión del problema.
2. Planificación de la solución.
3. Ejecución de la solución.
4. Comprobación de la solución.

Según lo planteado por Pino (1999), no propone un método nuevo de resolución de problemas, sino una reformulación del mismo, en donde los alumnos piensen, reflexionen y analicen antes de actuar para evitar la tarea (resolver problemas) sin reflexionar. Por lo que explica que para comprender mejor un problema físico y planificar su solución sería aconsejable acostumbrar al alumno a pensar, para que éste deje ser objeto de enseñanza y se convierta en sujeto de su aprendizaje. Y añade, además, que una forma de lograrlo podría ser a través de preguntas que el mismo alumno se realice, éstas a su vez se convertirán en acciones

ejecutadas por él mismo en el proceso de formación de esta habilidad y serían procedimientos metodológicos utilizados por el profesor para la enseñanza.

Así, el autor luego de realizar algunos estudios, llegó a dos propuestas metodológicas: una, que trata sobre la comprensión de los problemas y otra que aborda la comprensión de su resolución; brindándole a los estudiantes una serie de acciones que pueden realizar por sí mismos, permitiéndoles comprender los problemas y planificar su solución. Dicho de otra forma, dotándolos del conocimiento procedimental que necesitan utilizando las estrategias metodológicas más apropiadas y que les permitan aprender las acciones que ellos puedan ejecutar por sí solos.

El último de los antecedentes de estudios de resolución de problemas de física que exponemos a continuación fue realizado por Medina (1990), en la Universidad de Oriente en el Núcleo de Monagas, para constatar que los estudiantes no podían resolver problemas satisfactoriamente y no disponían de estrategias adecuadas para ello. Por lo que el propósito del mismo fue el de modificar esta realidad mediante la proposición de un modelo de estrategias de resolución de problemas y una instrucción que hiciera posible la transferencia de tal modelo.

Dicha investigación tuvo una base de carácter prescriptivo y contempló el uso del modelo de resolución denominado Programa de Acciones y Métodos, con el objeto de determinar la eficiencia de esta técnica de enseñanza con respecto al rendimiento académico de los estudiantes de Física General I, de la Unidad de Estudios Básicos de la Universidad de Oriente, Núcleo Monagas.

En conclusión, el autor pudo confirmar la hipótesis de que existían diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento estudiantil, en esta asignatura, debido al Programa de Acciones y Métodos, en comparación con la forma tradicional de resolver problemas.

La comprobación la hizo a través de una prueba de diferencia de medidas. Y desde un punto de vista cualitativo, el uso del Programa significó un desplazamiento de la actividad en el salón de clases, desde la tradicional clase expositiva centrada en el profesor, hacia un trabajo grupal activo, que motivó y estimuló a los estudiantes participando, de este modo, más directamente en la conducción y dirección de su aprendizaje.

2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Como ya ha sido mencionado en la introducción y el planteamiento del problema, el objetivo principal de esta investigación fue el de determinar el efecto de una estrategia de resolución de problemas en estudiantes de física del 4^{to} año de Ciencias del II Nivel. Para ello, nos vimos en la necesidad de conocer la literatura que nos ayudo a investigar sobre el tema que elegimos, presentando así conceptos y enfoques teóricos sobre el mismo. De ahí que nos preguntáramos lo siguiente: ¿Qué es un problema?, ¿Cuáles son los tipos de problemas?, ¿Qué es resolver un problema o resolución de problemas?, ¿Cuáles son las estrategias o métodos de resolución de problemas?, ¿Qué son las estrategias cognoscitivas?, y ¿Cuál es su clasificación?, ¿Qué son las estrategias cognitivas?, y ¿Cuál es su clasificación?, ¿Qué son las estrategias procedimentales?, ¿Cuáles son las más utilizadas en física? y ¿Cuál fue la estrategia planteada a utilizar para resolver problemas de física en el aula de clases?

¿Qué es un problema?

Alecha (2002) define “problema” como:

Una situación en la cual se debe obtener una respuesta, más de una o ninguna (si no la tiene), para la cual no existe una vía inmediata directa. Un problema incluye situaciones donde esté presente el aprendizaje de cierto contenido. (p. 15).

Al respecto, Andrés (1997) entiende como problema:

Una situación que para el individuo es desconocida y por tal, le genera la necesidad de buscar una solución que no le es evidente. Así, un problema es una tarea que requiere organizar una secuencia de acciones que permite pasar desde la situación inicial hasta la meta establecida. (p. 148).

Sobre la definición de un problema, Parra (1990) expresa lo siguiente:

Un problema plantea una solución que debe ser modelada para encontrar la respuesta a una pregunta que se deriva de la misma situación... Pero también, un problema debería permitir derivar preguntas nuevas, pistas nuevas, ideas nuevas" (pp. 22-23).

Señala el mismo autor, sobre la relación entre un problema y el individuo que se plantea su resolución que:

Sin embargo, un problema lo es en la medida en que el sujeto al que se le plantea (o que se lo plantea él mismo) dispone de los elementos para comprender la situación que el problema describe y no dispone de un sistema de respuestas totalmente constituido que le permita responder de manera casi inmediata (p. 23).

Krulik y Rudnik (1982), definen problema como “una situación, cuantitativa o no, que pide solución, para lo cual los individuos implicados no conocen caminos o medios evidentes para obtenerla.” (p. 45).

Para la construcción de nuestra definición de problema, se combinaron aspectos coincidentes muy importantes de varios autores como: Alecha (2002), Andrés (1997), Parra (1990), Krulik y Rudnik (1982), entre otros. Aspectos como por ejemplo, *que un problema es algo conocido o no, que puede llegar a tener operaciones matemáticas o no tenerlas, y que se hace una planificación en busca de una solución.*

Entonces, para nosotros un problema no es más que una situación conocida o desconocida, cualitativa o cuantitativa, que puede ser fácil o difícil de comprender

dependiendo de diferentes factores como: cantidad de conceptos, cantidad de subproblemas, cantidad de operaciones matemáticas, procesos cognitivos demandados, entre otros; y que envuelve el proceso completo de analizarla, sintetizarla y evaluarla teniendo posibilidades de solucionarla con éxito, o no poder resolverla.

¿Cuáles son los tipos de problemas?

Existen muchas clasificaciones de tipos de problemas, por ejemplo para Garret (1988) pueden haber desde los problemas tipo puzzle o rompecabezas (problemas cerrados) hasta los problemas abiertos que son aquellos que tienen solución pero no hay una respuesta única; para Bascones (1987), existen tres tipos de problemas: los isomórficos, que se resuelven por aplicación directa de conceptos requiriendo para su resolución la memorización de una expresión, una información y la capacidad de calcular valores numéricos de expresiones algebraicas; los cuasi-isomórficos, que se resuelven dividiéndolos en subproblemas y requiere que los estudiantes junten varias piezas de conocimientos para sacar una conclusión o aplicar conocimientos a situaciones nuevas para ellos; y los neomórficos, que incluyen problemas cuyo análisis implica replantear el problema para determinar los principios y leyes que están involucrados en el mismo, exigiendo de los estudiantes el estudio de una situación con la cual no se hayan enfrentado anteriormente. Y para Watts (1991), los problemas pueden ser clasificados en función del solucionador, como: 1) problema dado, 2) problema meta y 3) problema propio; el primero, es aquel en donde la meta y la estrategia de solución están dadas de manera explícita o implícita; en el segundo, se precisa la meta y el solucionador debe desarrollar la estrategia de solución, y en el tercero, la descripción de la situación dada es general y la persona se ve en la necesidad de definir la meta y construir una estrategia de solución.

Para los efectos de esta investigación, se trabajó sobre la resolución de problemas de papel y lápiz en el aula de clases como una metodología que enseñara a

los estudiantes no sólo a abordar el problema de forma cuantitativa, sino que le diera énfasis a lo cualitativo, a la parte conceptual (conceptos, principios y leyes) del mismo, es decir, comprenderlo físicamente primero, para lograr la representación mental del problema junto con todas sus implicaciones, y luego, relacionarlo con las ecuaciones matemáticas y la parte numérica, “si la tiene”, para entenderla; y así, mediante el modelo y las estrategias cognitivas propuestas en este estudio, llegar a alcanzar una meta exitosa, no sólo frente a la resolución de los problemas de física sino ante cualquier situación problemática que pudiera surgir en asignaturas afines.

¿Qué es resolver un problema o resolución de problemas?

La terminología o el concepto es el mismo, en este sentido, Bascones (2002) plantea que:

Resolver problemas es la forma más compleja de la actividad humana. Hay, sin embargo, considerable confusión en el significado del término. Así, formación de conceptos, recuerdo de reglas complejas, creatividad, razonamiento inductivo y deductivo, y muchos aspectos del proceso de pensar han sido denominados en una época u otra, resolución de problemas. (p. 328).

Por lo que la misma autora señala que resolver un problema, y en esto concuerda con Ausubel (1978), es cualquier proceso en que tanto la representación cognoscitiva de la experiencia previa como los componentes de una situación problemática, son reorganizados para alcanzar un objetivo predeterminado.

Para Perales (1993), la resolución de problemas es un proceso mediante el cual la situación incierta es clarificada e implica, en mayor o menor medida, la aplicación de conocimientos y procedimientos por parte del solucionador, así como la reorganización de la información almacenada en la estructura cognitiva, es decir, un aprendizaje.

Sobre esto Poggioli (1999) nos explica que: "...consiste en un conjunto de actividades mentales y conductuales, a la vez que implica también factores de naturaleza cognoscitiva, afectiva y motivacional". (p. 16).

En este sentido, consideramos que la resolución de problemas es un complejo procedimiento al que está expuesto el alumno, tanto en el aula de clases como fuera de ella, y que lleva implícito un cúmulo de actividades mentales y conceptuales de diferente índole, activando estrategias cognitivas para identificar y comprender el problema, planificar las acciones que se efectuarán para llegar a la solución, ejecutarlas y luego evaluarlas.

A continuación mostramos un resumen de las propuestas presentadas por varios autores, referidos a diferentes modelos de resolución de problemas:

**TABLA I:
PROPUESTAS DE MODELOS PARA RESOLVER PROBLEMAS,
PRESENTADA POR VARIOS AUTORES**

Polya (1965)	Andre (1986)	Andrés (1991)	Bascones (2002)
1- Comprender el problema.	1- Darse cuenta del problema.	1- Representación del problema.	1- Focalización del problema.
2- Concebir un plan para llegar a la solución.	2- Especificación del problema.	2- Descripción del problema en términos físicos.	2- Representación del problema.
3- Ejecutar el plan.	3- Análisis del problema.	3- Descripción matemática.	3- Planificación de la solución.
4- Verificar el procedimiento.	4- Generación de la solución.	4- Ejecución.	4- Llevar a cabo el plan.
5- Comprobar los resultados.	5- Revisión de la solución.	5- Evaluación.	5- Evaluar la solución.
	6- Selección de la solución.		
	7- Instrumentación de la solución.		
	8- Nueva revisión de la solución.		

Al revisar las aportaciones de Polya (1965), Andre (1986), Andrés (1991) y Bascones (2002), expuestas en el cuadro anterior, pudimos apreciar que las mismas tienen algunos elementos de coincidencia, aunque diferente designación de las etapas o procesos claves que se dan cuando una persona pretende resolver un problema. En cuanto al diseño propuesto de una metodología de enseñanza para la Resolución de Problemas de Física se combinaron aspectos de los modelos teóricos planteados por estos autores para construir un modelo de resolución de problemas propio, llamado “POLANBAS”, acorde con las necesidades y los requerimientos de nuestra investigación. El tipo de problemas que se utilizaron fueron los de papel y lápiz; el contenido se basó en la Unidad III Interacciones: Leyes de Newton, del programa de Física del Ministerio del Poder Popular para la Educación (M.P.P.E); y en cuanto al año en el que se trabajó fue el 4^{to} año de Ciencias del II Nivel.

A continuación, se presenta el Modelo “POLANBAS” de resolución de problemas con sus respectivas fases o procesos:

**TABLA II:
MODELO “POLANBAS” DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS:**

FASES O PROCESOS

1) Atención y descripción del problema.
2) Análisis del problema.
3) Planteamiento y selección de la(s) solución(es) del problema.
4) Ejecución del plan.
5) Evaluación de la(s) solución(es).

¿Cuáles son las estrategias o métodos de Resolución de Problemas?

Existen diferentes estrategias o métodos de Resolución de Problemas que nuestros estudiantes pueden utilizar para resolver un problema.

Entre las estrategias o métodos de Resolución de Problemas más utilizados, según Poggioli (1999), encontramos: Los métodos heurísticos, los algoritmos y los procesos del pensamiento divergente.

Los primeros, son estrategias generales de resolución y reglas basadas en la experiencia previa con problema similares, clasificándose éstas en generales y en específicos. Por que pueden variar en el grado de generalidad, y se puede aplicar a una gran variedad de dominios, o los que se limitan a un área particular del conocimiento.

Como ejemplo de métodos heurísticos generales, la misma autora, nombra los programas de entrenamiento en solución de problemas propuestos por Poyla (1965) o Hayes (1981). Y como ejemplo de métodos heurísticos específicos señala los “esquemas del problema” y el análisis medios-fin.

En cuanto a los algoritmos, nos explica que son procedimientos específicos que señalan paso a paso la solución de un problema y que garantizan el logro de una solución siempre y cuando sean relevantes al problema.

Y, finalmente, sobre los procesos de pensamiento divergente nos señala que permiten la generación de enfoques alternativos a la solución de un problema y están relacionados principalmente, con la fase de inspiración y con la creatividad. Siendo la más importante la adquisición de “habilidad” para resolver problemas.

De allí que el modelo de resolución de problemas que se propuso para este estudio no estuvo basado en métodos algorítmicos, más, sin embargo, si se basó en procedimientos heurísticos, los cuales, según Monereo *et al.* (1998), son aquellos que a diferencia de los algorítmicos, ocurren “cuando la sucesión de acciones que hay que realizar comportan un cierto grado de variabilidad y su ejecución no garantiza la consecución de un resultado óptimo” (p. 20), es decir, existen posibilidades de encontrar la solución aunque no siempre habrá garantía de ello. Es así, que el modelo propuesto tuvo como objetivo principal enseñar a los alumnos ciertas estrategias generales (cognitivas y procedimentales), que pudieran internalizar como propias y convertirlas en estrategias de aprendizaje que les posibilitaran la resolución de problemas físicos o la solución de situaciones problemáticas si así lo requiriesen.

¿Qué son las estrategias cognoscitivas? y ¿Cuál es su clasificación?

Existen muchas definiciones sobre estrategias cognoscitivas. Como el término lo indica, cognoscitivas significa “lo que es capaz de conocer” de aquí que muchos investigadores hayan tratado de emitir un concepto sobre los procesos que intervienen en la mente humana con respecto al aprendizaje y adquisición del conocimiento.

Con respecto a las estrategias cognoscitivas, Mayor, Suenga y González (1993) señalan: “Son el conjunto de procedimientos que se instrumentan y se llevan a cabo para lograr algún objetivo. Aplicado al aprendizaje es la secuencia de procedimientos que se aplican para lograr aprender.” (p. 29).

Según Mayer (1988), “Las estrategias cognoscitivas son actividades que un aprendiz utiliza con el fin de influir la manera cómo procesa la información que recibe.” (p. 11).

Las estrategias son cognoscitivas mentales, no siempre conscientes, que realiza el lector para manipular y transformar la manera cómo está presentada la información en el texto escrito, con el propósito de hacerla más significativa... permiten procesar la información, resolver problemas de procesamiento y autorregular el procesamiento. (Morales, 1991, pp. 261-262).

Las estrategias cognoscitivas hacen referencia a operaciones o actividades mentales que facilitan y desarrollan diversos procesos de aprendizaje escolar. A través de las estrategias procesar organizar, retener, recuperar el material informativo que tenemos que aprender, a la vez que planificamos, regulamos y evaluamos esos mismos procesos en función del objetivo previamente trazado o exigido por las demandas de la tarea. (Beltrán, 1993, p. 50).

Entonces, consideramos que las estrategias cognoscitivas son destrezas de organización interna a parte de ser también un conjunto de operaciones y procedimientos que el alumno utiliza para adquirir, retener, organizar y recuperar la información que quiere aprender (diferentes tipos de conocimiento) y de ejecución para tratar de lograr el(los) objetivo(s) planteado(s) y alcanzar la meta propuesta dentro o fuera del aula de clase (Beltrán, 1993; Mayor, Suenga y González, 1993; Morales, 1991; Mayer, 1988).

Clasificación de Estrategias Cognoscitivas

Con respecto a las estrategias cognoscitivas que son los recursos que dispone los seres humanos para atender, adquirir, retener, evocar, comprender, aprender, recordar, pensar entre otras la información recibida, Sobre esto Poggioli (1997), señala que existen diferentes tipos de estrategias cognoscitivas entre las cuales nombra las relacionadas con actividades como aprender, recordar, resolver problemas y autorregularse.

Entre las estrategias para aprender nombra, por ejemplo:

- Preguntar y responder sobre un texto leído.
- Resumir.
- Elaborar hipótesis.
- Subrayar.
- Seguir instrucciones verbales.
- Elaborar esquemas o mapas conceptuales.

Entre las estrategias para recordar, la misma autora nos muestra las relacionadas con los procesos de adquisición, retención y de evocación que ocurren en forma paralela y simultánea.

- Las estrategias de adquisición nos permiten construir estructuras de conocimiento o esquemas referidos a un dominio.
- Las estrategias de retención mejoran o incrementan la retención de la información almacenada en la memoria a largo plazo. (Por ejemplo: evitar la interferencia; refrescar lo aprendido).
- Las estrategias de evocación nos ayudan a recuperar el material almacenado en la memoria de corto plazo para aparearlo, combinarlo o integrarlo con la información nueva.

Entre las estrategias para resolución de problemas la autora ubica:

- Realizar operaciones matemáticas y probar teoremas.

Y, por último, entre las estrategias para la autorregulación nos dice que lo constituyen las actividades mentales que realizamos para la planificación y establecimiento de metas y submetas con el fin de guiar y comprobar nuestro proceso. También llamadas, en otros términos, metacognición cuyas actividades primordiales son las de estar conscientes de lo que sabemos y regular las actividades que debemos realizar para que el aprendizaje sea exitoso.

¿Qué son las estrategias cognitivas? y ¿Cuál es su clasificación?

Para Kirby (1984), las estrategias cognitivas son las microestrategias, que son más específicas para cada tarea, más relacionadas con conocimiento y habilidades concretas, y más susceptibles de ser enseñadas.

Desde nuestro punto de vista, las estrategias cognitivas, en el contexto de resolución de problemas, son herramientas que se emplean según el modelo propuesto teniendo una estructura que presenta una serie de fases o procesos, cuyo diseño y aplicación depende de las teorías que explican cómo se produce el aprendizaje y los procesos básicos del pensamiento como el análisis y la síntesis, que involucran acciones como: comparación, observación, clasificación, entre otras, y de actividades como: elaboración, codificación, procesamiento, etc., en busca de la meta que se quiere conseguir.

Clasificación de Estrategias Cognitivas

Para Monereo (1990) las diferentes clasificaciones de estrategias cognitivas, en todo proceso de aprendizaje, facilitan la asimilación de la información que proviene del interior del sistema cognitivo del sujeto, lo cual supone gestionar y monitorear la entrada, etiquetación – categorización, almacenamiento, recuperación y salida de datos. Para este autor, las estrategias cognitivas:

- Se refieren a un nivel u orden superior.
- Hacen referencia a una organización o secuencia donde suceden los procesos tendentes a ejecutar una tarea efectiva.
- Implican un factor de control por parte del sujeto sobre sus procesos de tratamiento de la información.
- Poseen un propósito u objetivo que se traduce en un acto cognitivo consciente o automático.
- Facilitan la entrada y salida de información del sistema cognitivo del sujeto.

Así mismo, Ashman y Conway (1990), proponen una clasificación de estrategias cognitivas. A continuación, las presentamos en el siguiente cuadro resumen:

CUADRO N° 1

<i>Estrategias de Repetición</i>	<i>Estrategias Mnemotécnicas</i>	<i>Estrategias Ejecutivas</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Repetición acumulativa. • Agrupación. • Memorización. • Autorregulación. 	<p>Otorgar significado relevante a los estímulos de entrada. Son estrategias organizativas como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Visualización. • Agrupamiento. • Elaboración verbal. • Categorización. 	<p>Agente o proceso de control capaz de realizar una valoración inteligente de las actividades que ocurren en el cerebro, relacionadas con la metacognición, implica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Predecir limitaciones en la capacidad de procesamiento de la información. • Mantener la conciencia de las actividades de autoinstrucción. • Mantener la conciencia de los problemas abordados y de las estrategias aplicadas. • Controlar las operaciones de solución de problemas.

Las estrategias cognitivas para la resolución de problemas en física del tipo papel y lápiz que se emplearon en este estudio, en el modelo “POLANBAS”, se encuentran reflejadas en la siguiente Tabla III:

TABLA III

FASES O PROCESOS	ESTRATEGIAS COGNITIVAS
Atención y descripción del problema.	<ul style="list-style-type: none"> • Leer el enunciado del problema, al menos dos veces, con detenimiento. • Identificar la idea (conceptos, leyes, principios,...) que intervienen en el problema. • Identificar datos, incógnitas, y detallar qué es lo que se pide en el problema.
Análisis del problema.	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender los conceptos más importantes utilizados en el enunciado del problema, y decidir qué principios o leyes físicas explican el comportamiento del sistema. • Elaborar un esquema del planteamiento del problema mediante diagramas, gráficas, figuras,... • Analizar todas las variables existentes en el problema, tanto conceptual como numéricamente, y relacionarlas entre sí, para comprender lo que se quiere solucionar.
Planteamiento y selección de la(s) solución(es) del problema.	<ul style="list-style-type: none"> • Escribir cómo planea resolver el problema y revisar la lógica y la consistencia del modelo. • Plantear las ecuaciones, identificando marcos de referencia, estableciendo sistemas de coordenadas, etc. Asegurándose de haber identificado claramente el significado físico de cada símbolo algebraico a utilizar. • En las soluciones de prueba, ensayar el plan para ver si las matemáticas funcionan y constatar si el número de ecuaciones coincide con el de las incógnitas. Si las matemáticas no funcionan, detallar las etapas anteriores para ver qué es lo que falta. • En las resoluciones de ecuaciones, despejar algebraicamente, con símbolos, la cantidad deseada. • Elaborar un plan lógico y organizado.

TABLA III (continuación)

Ejecución del plan.	<ul style="list-style-type: none">• Ejecutar el plan de solución siguiendo un orden lógico hacia la(s) respuesta(s) exitosa(s) que se desea(n) alcanzar.• Realizar una revisión detallada de cada fase, para corregir los posibles errores que puedan surgir en el problema.
Evaluación de la(s) solución(es).	<ul style="list-style-type: none">• Evaluar siempre la consistencia de su(s) respuesta(s) con la situación planteada en el problema en términos de:<ul style="list-style-type: none">○ Significado físico.○ Dimensiones físicas correctas.○ Magnitudes y unidades razonables.• Comprobar la(s) respuesta(s) encontrada(s) utilizando otras vías de resolución.• Poder utilizar la(s) respuesta(s) para resolver otros problemas.

¿Qué son las Estrategias Procedimentales?

Como hemos podido apreciar los procesos de aprendizaje de una persona están en continuo movimiento. Sus memorias de largo y corto plazo se encuentran en un continuo y secuencial manejo de la información. Pero esto no aparece de la nada, y de alguna forma, necesitamos un estímulo externo que nos ayude a aprender a cómo utilizar nuestro cerebro de la mejor manera posible para encontrar soluciones a los problemas cotidianos que se nos presentan. Para ello, en el ámbito escolar existen recursos o herramientas procedimentales que nos ayudan a activar, a internalizar y a utilizar el conocimiento.

Por eso, en palabras de Gagné (1987), la “chispa” de arranque de un evento de aprendizaje puede surgir de varias fuentes diferentes. De una cognitiva que ha estado guiando los pensamientos de la persona por algún tiempo o puede que provenga de un

fragmento de conocimiento verbal recuperado de la memoria a largo plazo; y, desde luego, ese estímulo inicial para el aprendizaje puede provenir del entorno del sujeto.

Existen muchas clases de estrategias procedimentales utilizadas en la física, haciendo nuevamente referencia a Andrés y Bascones (2000), estas investigadoras explican que las más utilizadas en las aulas de física, a nivel nacional, son: la resolución de problemas, las clases de teorías, el laboratorio, las demostraciones y, por último, la elaboración de proyectos de investigación.

Para efectos de nuestro trabajo, intervinimos en las estrategias de resolución de problemas para que los estudiantes tuvieran una forma de cómo abordar los problemas de física o los que se les pudieran presentar en la vida de una manera significativa, pero no como una receta, sino como una herramienta formal y sistemática para ayudarlos a pensar por ellos mismos.

Al respecto, Santos (1996) expresa:

El propósito principal de una instrucción basada en la resolución de problemas no es equipar a los estudiantes con un bagaje de estrategias y habilidades, sino permitirle pensar por sí mismo; el valor de las estrategias, habilidades y procesos radica en que favorecen en el estudiante una fórmula flexible e independiente de pensar. (p. 83).

Para Bascones (2000), el profesor debe enseñar a resolver problemas de la siguiente manera:

1. Enseñar el conocimiento subyacente al problema y el desarrollo de la estructura del conocimiento.
2. Enseñar la estructura del problema practicando algunos aspectos tales como: hacer preguntas, identificar ambigüedades, explorar acerca de la existencia de redundancia en la información disponible.

3. Enseñar reconocimiento de patrones y procedimientos de resolución de problemas.

De allí que basándonos en las ideas de dicha autora, para la realización de esta investigación tomamos su óptica en lo que se refiere a la acción del docente en la enseñanza de la resolución de problemas de física.

¿Cuál fue la estrategia a utilizar para resolver problemas de física en el aula de clases planteada?

En primer lugar, los tipos de problemas sobre los que se trabajó fueron los problemas de papel y lápiz de forma cuali-cuantitativa para que los alumnos pudieran entender conceptualmente la parte física y luego aplicar la parte matemática en busca de la solución exitosa de los mismos.

En segundo lugar, después de haber mostrado un resumen (ver Tabla I, p. 29) sobre las propuestas realizadas por varios autores sobre la resolución de problemas, se propuso el diseño del modelo “POLANBAS” de resolución de problemas de física, basado en los modelos teóricos de Poyla (1965), Andre (1986), Andrés (1991) y Bascones (2002), y que consta de cinco fases o procesos:

1. Atención y descripción del problema.
2. Análisis del problema.
3. Planteamiento y selección de la(s) solución(es) del problema.
4. Ejecución del plan.
5. Evaluación de la(s) solución(es).

En tercer lugar, se utilizaron estrategias cognitivas acordes con las fases o los procesos que se requirieron para la resolución de problemas de papel y lápiz (ver, Tabla III, pp. 37-38). Por ejemplo, en la fase 1 (Atención y descripción del problema): leer el problema, identificar la idea, identificar los datos, etc.; en la fase 2

(Análisis del problema): comprender los conceptos, esquematizar el planteamiento, analizar variables, etc.; en cuanto a la fase 3 (Planteamiento y selección de la solución del problema): escribir cómo se planea resolver el problema, plantear las ecuaciones, comprobar la parte matemática, etc.; en la fase 4 (Ejecución del plan): organizar lógica y estructuradamente la solución del plan, revisar los posibles errores, etc.; y en la fase 5 (Evaluación de solución): evaluar el significado de la respuesta y sus dimensiones físicas, entre otros.

Y, por último, se utilizó en este estudio el modelo “POLANBAS” en la resolución de problemas de física del tipo de papel y lápiz como una estrategia que proveyera a los alumnos de una herramienta formal y sistemática que los ayudara a abordar los problemas de física de forma natural, con decisión, y sin miedo de enfrentarse a esta asignatura.

2.3. SISTEMA DE HIPÓTESIS:

Para Ritchey (2002), la hipótesis es la predicción sobre la relación entre dos variables que afirma que los cambio en la medida de una variable independiente corresponderán a los cambio de una medida de una variable dependiente. (p. 256).

El mismo autor, señala que se debe enunciar una hipótesis estadística (nula) y una hipótesis alternativa. La hipótesis estadística debe ser enunciada de tal manera que los resultados estadísticos ocurran en el muestreo repetido aleatorio si la hipótesis es verdadera; y se acepta la hipótesis alternativa cuando la hipótesis estadística se rechaza.

Para esta investigación se plantearon las siguientes hipótesis:

Hipótesis General:

La aplicación de la estrategia de enseñanza para la resolución de problemas del modelo “POLANBAS” influye positivamente en el rendimiento y en la adquisición de habilidades cognitivas y procedimentales en los estudiantes del 4^{to} año de Ciencias del Liceo Bolivariano “José Silverio González” en la resolución de problemas de Física.

Hipótesis Específicas N° 1:

Hipótesis estadística: No existen diferencias significativas entre los dos grupos (grupo experimental y grupo control) en relación con las dificultades específicas que se les presenta a los estudiantes en la resolución de problemas de física antes de aplicarse el modelo propuesto.

$$H_1: \mu_1 = \mu_2 \quad (\text{prueba t, 2 colas})$$

Hipótesis alternativa: Existen diferencias significativas entre los dos grupos (grupo experimental y grupo control) en relación con las dificultades específicas que se les presenta a los estudiantes en la resolución de problemas de física antes de aplicarse el modelo propuesto.

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \quad (\text{prueba t, 2 colas})$$

Nota:

μ_1 = grupo experimental.

μ_2 = grupo control.

Hipótesis Específicas N° 2:

Hipótesis estadística: No existen diferencias significativas entre ambos grupos en el pre test, en el rendimiento promedio en la resolución de problemas.

$$H_2: \mu_1 (\text{pre test}) = \mu_2 (\text{pre test}) \quad (\text{prueba t, 2 colas})$$

Hipótesis alternativa: Existen diferencias significativas entre ambos grupos en el pre test, en el rendimiento promedio en la resolución de problemas.

$$H_2: \mu_1 (\text{pre test}) \neq \mu_2 (\text{pre test}) \quad (\text{prueba t, 2 colas})$$

Hipótesis Específicas N° 3:

Hipótesis estadística: No existen diferencias significativas en el rendimiento promedio en la resolución de problemas de los alumnos del grupo control, tanto el pre test como el post test.

$$H_3: \mu_2 (\text{pre test}) = \mu_2 (\text{post test}) \quad (\text{prueba t, 2 colas})$$

Hipótesis alternativa: Existen diferencias significativas en el rendimiento promedio en la resolución de problemas de los alumnos del grupo control, tanto el pre test como el post test.

$$H_3: \mu_2 (\text{pre test}) \neq \mu_2 (\text{post test}) \quad (\text{prueba t, 2 colas})$$

Hipótesis Específicas N° 4:

Hipótesis estadística: No existen diferencias significativas en el rendimiento promedio en la resolución de problemas de los alumnos del grupo experimental tanto el pre test como el post test.

$$H_4: \mu_{1 \text{ (pre test)}} = \mu_{1 \text{ (post test)}} \quad (\text{prueba t, 2 colas})$$

Hipótesis alternativa: Existen diferencias significativas en el rendimiento promedio en la resolución de problemas de los alumnos del grupo experimental tanto el pre test como el post test.

$$H_4: \mu_{1 \text{ (post test)}} \neq \mu_{1 \text{ (pre test)}} \quad (\text{prueba t, 2 colas})$$

Hipótesis Específicas N° 5:

Hipótesis estadística: No existen diferencias significativas entre ambos grupos en el post test, en el rendimiento promedio en la resolución de problemas.

$$H_5: \mu_{1 \text{ (post test)}} = \mu_{2 \text{ (post test)}} \quad (\text{prueba t, 2 colas})$$

Hipótesis alternativa: El rendimiento promedio en la resolución de problemas de los alumnos del grupo experimental en el post test, una vez aplicada la metodología propuesta, es mayor que la de los estudiantes del grupo control en el mismo post test.

$$H_5: \mu_{1 \text{ (post test)}} \neq \mu_{2 \text{ (post test)}} \quad (\text{prueba t, 2 colas})$$

Hipótesis Específicas N°: 6

Hipótesis estadística: No existen diferencias significativas entre ambos grupos en el pre test, en las habilidades cognitivas y procedimentales en la resolución de problemas.

$$H_6: \mu_{1(\text{pre test})} = \mu_{2(\text{pre test})} \quad (\text{prueba t, 2 colas})$$

Hipótesis alternativa: Existen diferencias significativas entre ambos grupos en el pre test, en las habilidades cognitivas y procedimentales en la resolución de problemas.

$$H_6: \mu_{1(\text{pre test})} \neq \mu_{2(\text{pre test})} \quad (\text{prueba t, 2 colas})$$

Hipótesis Específicas N° 7:

Hipótesis estadística: No existen diferencias significativas en las habilidades cognitivas y procedimentales en la resolución de problemas de los alumnos del grupo control tanto el pre test como el post test.

$$H_7: \mu_{2(\text{pre test})} = \mu_{2(\text{post test})} \quad (\text{prueba t, 2 colas})$$

Hipótesis alternativa: Existen diferencias significativas en las habilidades cognitivas y procedimentales en la resolución de problemas de los alumnos del grupo control tanto el pre test como el post test.

$$H_7: \mu_{2(\text{pre test})} \neq \mu_{2(\text{post test})} \quad (\text{prueba t, 2 colas})$$

Hipótesis Específicas N° 8:

Hipótesis estadística: No existen diferencias significativas en las habilidades cognitivas y procedimentales en la resolución de problemas de los alumnos del grupo experimental tanto el pre test como el post test.

$$H_8: \mu_{1 \text{ (pre test)}} = \mu_{1 \text{ (post test)}} \quad (\text{prueba t, 2 colas})$$

Hipótesis alternativa: Existen diferencias significativas en las habilidades cognitivas y procedimentales en la resolución de problemas de los alumnos del grupo experimental tanto el pre test como el post test.

$$H_8: \mu_{1 \text{ (pre test)}} \neq \mu_{1 \text{ (post test)}} \quad (\text{prueba t, 2 colas})$$

Hipótesis Específicas N° 9:

Hipótesis estadística: No existen diferencias significativas entre ambos grupos en el post test, en las habilidades cognitivas y procedimentales en la resolución de problemas.

$$H_9: \mu_{1 \text{ (post test)}} = \mu_{2 \text{ (post test)}} \quad (\text{prueba t, 2 colas})$$

Hipótesis alternativa: existen diferencias significativas entre ambos grupos en el post test, en las habilidades cognitivas y procedimentales en la resolución de problemas.

$$H_9: \mu_{1 \text{ (post test)}} \neq \mu_{2 \text{ (post test)}} \quad (\text{prueba t, 2 colas})$$

2.4. SISTEMAS DE VARIABLES:

Se pretende demostrar que la aplicación de la estrategia de enseñanza para la resolución de problemas del modelo “POLANBAS” influye positivamente en la adquisición de habilidades cognitivas y procedimentales en los estudiantes del 4^{to} año de Ciencias del Liceo Bolivariano “José Silverio González” en la resolución de problemas de Física.

Variable Independiente (Causa):

Metodología del modelo “POLANBAS” como una estrategia general de resolución de problemas.

Variable Dependiente (Efecto):

Adquisición de habilidades cognitivas y procedimentales en los estudiantes del 4^{to} año de Ciencias del Liceo Bolivariano “José Silverio González”.

La adquisición de habilidades cognitivas y procedimentales para objeto de este estudio y según las características observadas en la población, estuvo delimitada por los siguientes indicadores:

- 1) Comprensión del conocimiento declarativo (leyes, principios, fórmulas y conceptos) de la asignatura, en lo referente a las leyes de Newton, por parte de los estudiantes.
- 2) Capacidad para resolver los problemas, tomando en cuenta los siguientes parámetros que se resumieron en la siguiente Tabla IV:

TABLA IV

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
Metodología “POLANBAS” como una estrategia general de resolución de problemas.	Proceso de resolución de problemas.	<ul style="list-style-type: none"> Resolución de problemas sobre el tema asignado. Utilización de la estrategias de resolución de problemas “POLANBAS”
Adquisición de habilidades cognitivas y procedimentales en los estudiantes del 4 ^{to} año Cs. en el Liceo Bolivariano “José Silverio González”.	Proceso: 1.- Atención y descripción del problema.	<ul style="list-style-type: none"> Leer el enunciado del problema, al menos dos veces, con cuidado. Identificar la idea (conceptos, leyes, principios,...) que intervienen en el problema. Identificar datos, incógnitas, y detallar qué es lo que se pide en el problema.
	2.- Análisis del problema.	<ul style="list-style-type: none"> Comprender los conceptos más importantes utilizados en el enunciado del problema, y decidir qué principios o leyes físicas explican el comportamiento del sistema. Realizar un esquema del planteamiento del problema mediante diagramas, gráficas, figuras,... Analizar todas las variables existentes en el problema, tanto conceptual como numéricamente, y relacionarlas entre sí, para comprender lo que se quiere solucionar. Escribir cómo planea resolver el problema y revisar la lógica y la consistencia del modelo.

TABLA IV (continuación)

	<p>3.- Planteamiento y selección de la(s) solución(es) del problema.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Plantear las ecuaciones, identificando marcos de referencia, estableciendo sistemas de coordenadas. Asegurándose de haber identificado claramente el significado físico de cada símbolo algebraico a utilizar. • En las soluciones de prueba, ensayar el plan para ver si las matemáticas funcionan y constatar si el número de ecuaciones coincide con el de las incógnitas. Si las matemáticas no funciona, detallar las etapas anteriores para ver qué es lo que falta. • En las resoluciones de ecuaciones, despejar algebraicamente, con símbolos, la cantidad deseada. • Elaborar un plan lógico y organizado.
	<p>4.- Ejecución del plan.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecutar el plan de solución siguiendo un orden lógico hacia la(s) respuesta(s) exitosa(s) que se desea(n) alcanzar. • Realizar una revisión detallada de cada fase, para corregir los posibles errores que puedan surgir en el problema.
	<p>5.- Evaluación de la(s) solución(es).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar siempre la consistencia de su(s) respuesta(s) con la situación planteada en el problema en términos de: <ol style="list-style-type: none"> 1. Significado físico. 2. Dimensiones físicas correctas. 3. Magnitudes y unidades razonables. 4. Comprobar la(s) respuesta(s) encontrada(s) utilizando otras vías de resolución. 5. Poder utilizar la(s) respuesta(s) para resolver otros problemas.

3) Y por último, organizar los conocimientos adquiridos y prepararse para el tratamiento exitoso de los problemas propuestos en el aula de clase.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

MARCO METODOLÓGICO

3.1 DISEÑO

Este estudio se realizó mediante una investigación de campo, y estuvo basado en un estudio cuasi-experimental, se aplicó un cuestionario y un diseño de pretest y postest, simultáneamente, a un grupo experimental (GE) y a un grupo control (GC), considerándolo apropiado cuando se compararon dos grupos antes y después de utilizar una metodología específica, es decir, antes de aplicar el tratamiento de la estrategia metodológica propuesta y al final de su aplicación para recabar toda la información que se requiriese para su posterior análisis; lo que, en el caso de nuestra investigación, se basó en la comparación tanto en el rendimiento promedio como en la adquisición de las habilidades cognitivas y procedimentales mostradas por los alumnos para resolver los problemas de física.

A los estudiantes de ambos grupos (GE y GC) se les midió la variable dependiente por medio de una prueba preliminar (pretest). En un lapso determinado, al grupo control se le aplicó la estrategia de resolución de problemas usada tradicionalmente, mientras que, simultáneamente, con el grupo experimental se empleó la metodología de Resolución de Problemas “POLANBAS”. Al finalizar el período de la aplicación de las metodologías, se les midió con la misma variable por medio del postest.

La diagramación para este tipo de diseño de investigación fue la siguiente:

TABLA V

GRUPO	PRETEST	VARIABLE INDEPENDIENTE	POSTEST
GE	Y ₁	X ₁	Y ₂
GC	Y ₁	--	Y ₂

Fuente: Ary, Jacobs y Razavieh (1989) pp. 272-274

Siendo:

GE: Grupo Experimental.

GC: Grupo Control.

X₁: Metodología de Resolución de Problemas “POLANBAS”.

Y₁: Resultados del Pre-Test.

Y₂: Resultados del Post-Test.

3.2 ESCENARIO, POBLACIÓN Y MUESTRA

Este estudio se llevó a cabo en el Liceo Bolivariano “José Silverio González” de la ciudad de Cumaná, Municipio Sucre del Estado Sucre, durante la segunda fase del año escolar 2006-2007. Esta investigación tuvo una duración aproximada entre siete y ocho semanas entre los meses de mayo-junio del 2007. Para ese año escolar, la institución contaba con 11 secciones del 4^{to} Año de Ciencias cuya matrícula estudiantil para este grado fue de 329 alumnos, en nuestro caso en particular, la población involucrada en el estudio estuvo conformada por dos de estas secciones.

Los estudiantes que conformaron la muestra, fueron seleccionados por muestreo de manera intencional u opinática. Según Arias (2006), este tipo de muestreo es una “selección de los elementos que son escogidos con base en criterios o juicios preestablecidos por el investigador.” (p. 85).

El criterio que se utilizó para seleccionar la muestra que conformó la unidad de análisis fue el siguiente: se tomó dos secciones a las que se les designó como grupo control (GC) y grupo experimental (GC) respectivamente. Las actividades siempre se realizaron dentro del aula de clases y participaron los alumnos de los dos cursos seleccionados.

Para esta investigación la muestra con que se trabajó fue de 54 estudiantes, esta se dividió en dos sub-muestras que representaron a ambos grupos (los grupos control y experimental). Para el grupo de control se seleccionaron 27 alumnos mientras que para el grupo experimental se escogieron también 27 alumnos.

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Las técnicas y los instrumentos que se utilizaron para registrar la información en esta investigación, tuvo como propósito principal evaluar los conocimientos teóricos y el desempeño de habilidades (cognitivas y procedimentales) en la resolución de problemas de física que poseían los estudiantes sobre el tema planteado, antes y después de aplicar la metodología propuesta, éstas fueron:

Técnicas:

- El protocolo de pensamiento en voz alta.
- Parejas de Estudiantes.

Instrumentos:

- **Cuestionario:** fue aplicado a los alumnos objetos de estudio, para hacer un diagnóstico previo sobre las dificultades que presentaban los estudiantes en la resolución de problemas. (**ver Anexo N° 1, p. 116**).
- **Pretest:** evaluó el conocimiento teórico previo de los dos grupos (GE y GC) sobre la Unidad III Interacciones: Leyes de Newton y el desempeño de éstos en la resolución de problemas. Se pidió a los alumnos que registrasen, por escrito, todo su proceso de pensamiento, a fin de poder inferir las estrategias de solución que ellos poseían. (**ver Anexo N° 2, p. 119**).

- **Posttest:** evaluó el conocimiento teórico de los dos grupos y el desempeño de estos en la resolución de problemas, sobre la Unidad III planteada anteriormente, después de la aplicación de la metodología propuesta. (ver Anexo N° 3, p. 122).
- **La guía de problemas de Física:** esta guía sirvió como una herramienta útil tanto para el docente como para los alumnos, al resolver los problemas propuestos en ella, utilizando las diferentes estrategias que se aplicaron en este estudio. (ver Anexo N° 5, p. 125).

3.4 PROCEDIMIENTO

Una vez seleccionados los alumnos que conformarían el grupo control (27) y el grupo experimental (27), se realizó el estudio de la siguiente manera.

- En primer lugar, se aplicó un cuestionario (previamente validado por juicio de expertos) a los alumnos que fueron objeto de estudio (tanto al GC como al GE) la primera semana de mayo de 2007, y que consistió en hacer un diagnóstico sobre las fases o procesos que estos consideran en la resolución de problemas de Física. Este cuestionario permitió identificar y analizar las habilidades cognitivas y procedimentales que tenían inicialmente estos estudiantes al resolver problemas de la asignatura. Para determinar la confiabilidad del cuestionario, se aplicó una prueba piloto, que correlacionó los resultados de formas equivalentes, a aproximadamente 53 alumnos de dos cursos diferentes que no fueron seleccionados como muestra pero que pertenecían a los nueve cursos restantes que conformaron la población general estudiada.
- En segundo lugar, los dos grupos, tanto el grupo experimental como el grupo control, asistieron a una sección de repaso de conocimientos previos, sobre la

Unidad III Interacciones: Leyes de Newton. Esta sección de repaso se realizó la segunda semana del mes de mayo de 2007.

- Después de asistir a la sección de repaso, a ambos grupos, se les aplicó simultáneamente el mismo pretest (previamente validado por juicio de expertos), en la tercera semana del mes de mayo de 2007. El pretest constó de dos partes: la primera, fundamentada en los conocimientos teóricos previos sobre el tema planteado y, la segunda, basada sobre el desempeño de los estudiantes en la resolución de problemas. Para la confiabilidad del pretest se realizó el mismo proceso usado en el cuestionario.

- En cuarto lugar, para la aplicación de la metodología a usar en este estudio, se seleccionó y aplicó una guía de 13 problemas relativos a la Unidad III Interacciones: Leyes de Newton del 4^{to} Año de Ciencias del II Nivel. Estos problemas fueron validados, en su contenido, por tres profesores de Física, tanto en la calidad técnica del problema (redacción, ortografía y legibilidad), como en el nivel de dificultad físico-teórico y operacional (cálculo, fórmulas y operaciones matemáticas) que se utilizó en los diferentes problemas propuestos.

- Luego, al grupo control se le instruyó, en un lapso de cuatro semanas, sobre la resolución de problemas con la metodología tradicional. Mientras, simultáneamente, al grupo experimental se le enseñó explícitamente, en varias sesiones de clase (cuatro semanas), el Modelo de Resolución “POLANBAS” (**ver, Tabla III, pp. 37-38**), contemplando cinco fases: 1) Atención y descripción del problema, 2) Análisis del problema, 3) Planteamiento y selección de la(s) solución(es) del problema, 4) Ejecución del plan, 5) Evaluación de la(s) solución(es) y se incorporó como una actividad retroalimentativa la Técnica de Parejas de Estudiantes propuesta por Andrés (1991), consistiendo ésta en que: dos alumnos cumplieron simultáneamente actividades diferentes, mientras uno

resolvía el ejercicio, el otro le formulaba las preguntas o le hacía las respectivas observaciones acerca de lo que estaba diciendo, a través de la técnica de protocolo de pensamiento en voz alta, y luego se intercambian de roles mientras resuelven los problemas de física del tipo papel y lápiz propuesto. Por medio de esta técnica de parejas de estudiantes, el docente, durante esta actividad, pudo ser un participante más dentro del salón de clases, además que podía también utilizar la técnica de protocolo de pensamiento en voz alta para hacer preguntas a los alumnos o al solucionador de turno, para verificar si el proceso enseñanza-aprendizaje era significativo.

- En sexto lugar, al finalizar la Unidad III Interacciones: Leyes de Newton, se aplicó el mismo instrumento de postest (previamente validado por juicio de expertos) la última semana del mes junio, simultáneamente, a ambas secciones, tanto al grupo experimental como al grupo control, la primera parte del postest evaluó los conocimientos teóricos sobre el tema planteado, y la segunda parte evaluó el desempeño de los estudiantes en la resolución de problemas. Para la confiabilidad del postest se realizó el mismo proceso a usar tanto en el cuestionario y como en el pretest.

3.4.1 PROCEDIMIENTO ESTADÍSTICO:

Primero, una vez aplicado el cuestionario se tabularon los resultados los cuales proporcionaron los valores promedios (cálculo de la media) sobre el nivel de dificultad que se les presentó a los estudiantes (GC y GE) en la resolución de problemas. El puntaje total asignado estuvo comprendido entre 0 y 4 puntos; con cinco niveles de dificultad: Ninguna importancia: puntaje de 0 puntos; Menor importancia: puntaje de 1 punto, Mediana importancia: puntaje de 2 puntos, Alta importancia: puntaje de 3 puntos, y Muy alta importancia: puntaje de 4 puntos.

Seguidamente, se aplicó un análisis descriptivo porcentual y se empleó un análisis estadístico, mediante la distribución muestral de diferencia de medias de una prueba t (“t” de Student). Para ello:

- Se tabularon los resultados obtenidos del cuestionario, de los pretest y posttest de los grupos control y experimental seleccionados.
- Se calculó las sumatorias de las puntuaciones obtenidas y sus cuadrados, las medias, los errores estándar de la diferencia entre dos medias, variaciones y las varianzas.
- Se efectuó el cálculo de los valores de la prueba t de diferencia entre dos medias poblacionales, de acuerdo con la fórmula propuesta por Ritchey (2002):

$$t_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}}$$

En total, el valor “t” se calculó con base en cuatro (4) confrontaciones de resultados:

1. Entre los pretest de ambos grupos, para comprobar sus equivalencias iniciales.
2. Entre los pretest y posttest aplicados al grupo control.
3. Entre los pretest y posttest aplicados al grupo experimental.
4. Entre los posttest de ambos grupos.

Para establecer el nivel de significancia, producto de tales confrontaciones, se efectuó, para cada una, el cálculo de los grados de libertad, basándose en la fórmula: $GL = n_1 + n_2 - 2$, propuesta por Ritchey (2002), con un nivel de confianza del 95% y un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$).

Mediante este procedimiento se pudo establecer la efectividad de los tratamientos aplicados a los dos grupos: grupo control y grupo experimental,

posteriormente, se hicieron las inferencias pertinentes que generaron las conclusiones y recomendaciones de esta investigación.

CAPÍTULO IV:
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En este capítulo se presentan los datos y el análisis de los resultados obtenidos; esta etapa comprendió varias partes, debido a la cantidad de variables y lo que se pretendió medir con las mismas, tenemos así:

4.1. Pruebas estadísticas aplicadas

4.1.1. Prueba t (*t de Student*)

Para efectos de esta investigación se utilizó la prueba estadística t para comparar medias de grupos distintos, con la cual se busca determinar si existe diferencia de opiniones entre dos medias poblacionales; para ello se establecieron las siguientes hipótesis en el capítulo II (p. 41).

El estadístico de la prueba t se calculó como sigue a continuación por medio de la fórmula propuesta por Ritchey (2002):

$$t_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}}$$

$t_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}$ = número de errores estándar que la diferencia entre dos medias muestrales se desvía de la diferencia hipotetizada de cero.

\bar{x}_1 = media muestral del grupo 1.

\bar{x}_2 = media muestral del grupo 2.

$S_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}$ = error estándar de las diferencias entre dos medias.

La fórmula utilizada para calcular el error estándar de las diferencias entre dos medias fue la siguiente:

$$S_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = \left[\frac{(n_1 - 1) * S_{x_1}^2 + (n_2 - 1) * S_{x_2}^2}{n_1 + n_2 - 2} \right]^{1/2} \left[\frac{n_1 + n_2}{n_1 * n_2} \right]^{1/2}$$

Donde

$S_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}$ = error estándar de las diferencias entre dos medias.

n_1 = tamaño de la muestra del grupo 1.

n_2 = tamaño de la muestra del grupo 2.

$S_{x_1}^2$ = varianza del grupo del grupo 1.

$S_{x_2}^2$ = varianza del grupo del grupo 2.

$n_1 + n_2 - 2$ = grados de libertad (GL).

Para calcular la varianza se emplearon las siguientes fórmulas:

$$S_{x_1}^2 = \frac{\sum(x_1 - \bar{x}_1)^2}{n_1} \quad S_{x_2}^2 = \frac{\sum(x_2 - \bar{x}_2)^2}{n_2}$$

x_1 = valores para la variable x del grupo 1.

\bar{x}_1 = media del grupo 1.

$S_{x_1}^2$ = varianza del grupo 1.

n_1 = tamaño de la muestra del grupo 1.

x_2 = valores para la variable x del grupo 2.

\bar{x}_2 = media del grupo 2.

$S_{x_2}^2$ = varianza del grupo 2.

n_2 = tamaño de la muestra del grupo 2.

Fórmula para calcular los Grados de libertad (GL): **GL = $n_1 + n_2 - 2$**

Para concluir, fórmula para calcular las medias del grupo experimental y del grupo control:

$$\bar{X}_1 = \sum x_1 / n_1$$

$$\bar{X}_2 = \sum x_2 / n_2$$

Donde:

\bar{x}_1 = media muestral del grupo experimental.

x_1 = valores para la variable x del grupo experimental.

n_1 = tamaño de la muestra del grupo experimental.

\bar{x}_2 = media muestral del grupo control.

x_2 = valores para la variable x del grupo.

n_2 = tamaño de la muestra del grupo control.

La confirmación de la hipótesis estadística (nula) en este estudio se tiene cuando el resultado del estadístico “t” se encuentra dentro de un intervalo de confianza del 95% con un nivel de significancia de: $\alpha = 0.05$ (es decir, el 5% del error del muestreo esperado) tanto para una prueba de dos colas como para una prueba de una cola; ambas se utilizaron para determinar el rechazo o la aceptación de la hipótesis estadística (nula) o de la hipótesis alternativa.

El procedimiento para aceptar o rechazar la hipótesis estadística (nula) o alternativa para la prueba de 2 colas fue el siguiente:

1) Decisión de aceptación:

$|t_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}| < |t_{\alpha}|$; así $p > \alpha$ ($p > 0.05$) no rechace la Hipótesis estadística (nula) con un nivel de confianza del 95%.

2) Decisión de rechazo:

$|t_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}| > |t_{\alpha}|$; así $p < \alpha$ ($p < 0.05$) rechaza la Hipótesis estadística, y acepte la hipótesis alternativa con un nivel de confianza del 95%.

Donde

$t_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}$ = valores obtenidos de la prueba t calculados en este estudio.

t_{α} = valores críticos de t para los niveles de significancia ($\alpha = 0,05$) y los grados de libertad especificados en la Tabla Ritchey (2002), Apéndice B: Tabla Estadística C; para una prueba de una o dos colas.

Tal como se indicó en el desarrollo del Marco Metodológico, a los estudiantes que conformaron el grupo control (GC) y el grupo experimental (GE) de este estudio se les suministró un cuestionario para identificar las dificultades que se les presentan en la Resolución de Problemas de Física. Además de aplicárseles un diseño de pretest y postest, ambos grupos, para compararlos antes y después de utilizar la estrategia metodológica propuesta (POLANBAS), y así contrastarla con los métodos tradicionales de enseñanza de la física.

A continuación se presentan las tablas de los resultados obtenidos por los diferentes instrumentos aplicados en esta investigación:

TABLA N° 1

Valores Promedio de Indicadores de Dificultades de Aprendizaje que se les presenta a los Estudiantes (GE) en la Resolución de Problemas de Física.

INDICADORES	x_1	\bar{x}_1
Falta de motivación para el estudio de la Física.	66	2,444
Falta de iniciativa y esfuerzo personal.	63	2,333
Falta de hábitos de estudio.	63	2,333
Tendencia a la memorización más que a la comprensión de conceptos Físicos.	57	2,111
Dificultad asociada al pensamiento y la capacidad de razonamiento lógico.	57	2,111
Falta de confianza en su propia capacidad.	56	2,074
Deficiencia en el manejo de estrategias de resolución de problemas.	52	1,926
Dificultad en la capacidad de análisis para enfrentar situaciones complejas.	50	1,852
Dificultad intrínseca de la asignatura	49	1,815
Problemas mal formulados y complejos.	49	1,815
Deficiencia en conocimientos previos referente a la asignatura.	49	1,815
Falta de preparación del docente en la enseñanza de estrategias de resolución de Problemas.	48	1,778
Dificultad en la aplicación de los conceptos de la Física.	48	1,778
Deficiencia en cálculos y operaciones básicas.	47	1,741
Dificultad en la comprensión del enunciado del problema.	42	1,556

Fuente: Datos derivados de la investigación.

X_1 = valor obtenido por el grupo experimental en el cuestionario.

\bar{x}_1 = media del grupo experimental.

- Falta de motivación para el estudio de la Física (2,444), debido a que los alumnos no entienden que la física forma parte de su cotidianidad, no saben cómo adaptarla y usarla en su vida diaria o en el aula de clases, aunado además, a que su notoria deficiencia en matemáticas repercute en la parte algorítmica de la resolución de los problemas de física.

- Falta de iniciativa y esfuerzo personal (2,333), los alumnos carecen de iniciativa propia al resolver los problemas de física (como por ejemplo para pasar a la pizarra), no ponen de su parte para usar los conocimientos adquiridos de forma significativa como una herramienta que los ayude en su vida personal; lo que realmente les interesa es obtener una nota aprobatoria.
- Falta de hábitos de estudio (2,333) está claro que muy pocos son los alumnos que poseen buenos hábitos de estudio, la mayoría estudia por su cuenta un día antes del examen (con sus excepciones), hay algunos que a veces estudian en grupo o buscan a alguien que les explique. No están acostumbrados a estudiar o a practicar diariamente los objetivos dados en el aula de clases, no sólo para física sino para cualquier asignatura.
- Tendencia a la memorización más que a la comprensión de conceptos Físicos (2,111), el alumno tiende a memorizar los conceptos y los problemas “tipo” explicados en clase sólo para resolver el examen y aprobarlo.
- Dificultad asociada al pensamiento y la capacidad de razonamiento lógico (2,111), los alumnos tienden a limitarse sólo a lo que se les ha sido explicado en clase, y su capacidad para razonar y resolver un problema que varíe tan solo un poco, los lleva a desorientarse porque no encuentran cómo darle solución al mismo.
- Falta de confianza en su propia capacidad (2,074), la inseguridad de los alumnos para expresarse a sí mismos autoconvicción o certeza en las acciones que deben desarrollar los expone a fallar y a no creer que son capaces de resolver los problemas que se les presentan.

- Deficiencia en el manejo de estrategias de resolución de problemas (1,926), los alumnos no tienen estrategias claras, efectivas y prácticas que los ayuden a resolver los problemas, no son consistentes en el uso de las estrategias que utilizan, puede que hoy lean primero los datos y luego resuelvan y puede ser que mañana se les presente el mismo problema o uno similar y comiencen escribiendo todas las fórmulas que aprendieron memorísticamente y luego se den cuenta de los datos.
- Dificultad en la capacidad de análisis para enfrentar situaciones complejas (1,852).
- Dificultad intrínseca (propia) de la asignatura (1,815), en la mayoría de los casos se debe a que muchos docentes aún enseñan a los alumnos sólo algoritmos en forma mecánica al memorizar las fórmulas y conceptos sin mostrarles su aplicabilidad y su relación con el mundo real. Dejando siempre la incógnita en el alumno, “¿para qué me sirve la física?”
- Problemas mal formulados y complejos (1,815), puede ser probablemente por error del docente al momento de la transcripción o por falta de habilidades cognitivas y procedimentales en los estudiantes para seguir un procedimiento adecuado para resolver los problemas.
- Deficiencia en conocimientos previos referente a la asignatura (1,815), los alumnos vienen con muchas deficiencias de grados anteriores en lectura, escritura y operaciones básicas, y esto repercute directamente en su proceso de aprendizaje; para la comprensión de un problema se requiere del conocimiento previo de las fórmulas, los conceptos y el procedimiento para su resolución, y es evidente que, los alumnos muestran limitaciones al respecto.

- Falta de preparación del docente en la enseñanza de estrategias de Resolución de Problemas (1,778), muchas veces el mismo docente se resiste a los cambios de metodología a utilizar en sus clases, es muy común encontrar profesores que enseñen de la misma forma como les enseñaron a ellos o que sigan los métodos que aprendieron para el momento en que se estaban formando como profesores y nunca volvieron a hacer un curso de actualización en donde puedan especializarse en otro tipo de estrategias innovadoras, especialmente en el área de la resolución de problemas de física.
- Dificultad en la aplicación de los conceptos de la Física (1,778), como se ha señalado anteriormente los alumnos no relacionan los conceptos de la física con su entorno y su utilización en el mundo real porque los consideran intangibles y ajenos a ellos.
- Deficiencia en cálculos y operaciones básicas (1,741), cada día son más notorias las deficiencias y fallas operacionales que llevan consigo los alumnos año tras año para realizar las operaciones básicas matemáticas, el despeje de fórmulas, cálculo de raíz cuadrada o cúbica, entre otras.
- Dificultad en la comprensión del enunciado del problema (1,556), como se expuso anteriormente, los alumnos muestran dificultades en lectura y escritura, lo que conlleva a que tengan problemas para entender el enunciado. Sin embargo, también hay que señalar que la forma en la que se presenta el enunciado, el tipo de lenguaje que se utiliza y la extensión del mismo, repercuten directamente en la comprensión del problema.

TABLA N° 2

Valores Promedios de Indicadores de Dificultades de Aprendizaje que se les presenta a los Estudiantes (GC) en la Resolución de Problemas de Física.

INDICADORES	x_2	\bar{x}_2
Falta de motivación para el estudio de la Física.	67	2,481
Problemas mal formulados y complejos.	59	2,185
Tendencia a la memorización más que a la comprensión de conceptos Físicos.	58	2,148
Dificultad en la capacidad de análisis para enfrentar situaciones complejas.	56	2,074
Dificultad en la comprensión del enunciado del problema.	55	2,037
Falta de iniciativa y esfuerzo personal.	53	1,963
Deficiencia en el manejo de estrategias de resolución de problemas.	50	1,852
Dificultad asociada al pensamiento y la capacidad de razonamiento lógico.	48	1,778
Deficiencia en cálculos y operaciones básicas.	48	1,778
Deficiencia en conocimientos previos referente a la asignatura.	47	1,741
Falta de hábitos de estudio.	46	1,704
Dificultad intrínseca de la asignatura.	45	1,667
Dificultad en la aplicación de los conceptos de la Física.	43	1,593
Falta de confianza en su propia capacidad.	42	1,556
Falta de preparación del docente en la enseñanza de estrategias de resolución de Problemas.	38	1,407

Fuente: Datos derivados de la investigación.

x_2 = valor obtenido por el grupo control en el cuestionario.

\bar{x}_2 = media del grupo control.

Esta tabla comprende los mismos elementos de la Tabla N° 1, con respecto a los valores promedio de los indicadores de dificultades de aprendizaje. En ese sentido es importante destacar que las expresiones que obtuvieron los valores numéricos más altos en el grupo control correspondieron a la falta de motivación para el estudio de la física (2,481) y el más bajo fue la falta de preparación del docente en la enseñanza de estrategia de resolución de problemas (1,407).

El resto de los indicadores permite observar ciertas variaciones entre las percepciones de los alumnos del grupo experimental y del grupo control, que están reflejadas específicamente en la Tabla N° 3.

TABLA N° 3

Valores Promedio de Indicadores de Dificultades de Aprendizaje que se les presenta a los Estudiantes (GE) y (GC) en la Resolución de Problemas de Física.

INDICADORES	X ₁	X ₂	\bar{X}_1	\bar{X}_2	$t_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}$
Falta de motivación para el estudio de la Física.	66	67	2,444	2,481	-0,011
Tendencia a la memorización más que a la comprensión de conceptos físicos.	57	58	2,111	2,148	-0,013
Falta de iniciativa y esfuerzo personal.	63	53	2,333	1,963	0,129
Falta de hábitos de estudio.	63	46	2,333	1,704	0,232
Deficiencia en el manejo de estrategias de resolución de problemas.	52	50	1,926	1,852	0,030
Dificultad en la capacidad de análisis para enfrentar situaciones complejas.	50	56	1,852	2,074	-0,085
Dificultad asociada al pensamiento y la capacidad de razonamiento lógico.	57	48	2,111	1,778	0,129
Falta de preparación del docente en la enseñanza de estrategias de resolución de Problemas.	48	38	1,778	1,407	0,175
Dificultad intrínseca de la asignatura	49	45	1,815	1,667	0,064
Dificultad en la comprensión del enunciado del problema.	42	55	1,556	2,037	-0,200
Problemas mal formulados y complejos.	49	59	1,815	2,185	-0,139
Falta de confianza en su propia capacidad.	56	42	2,074	1,556	0,213
Dificultad en la aplicación de los conceptos de la Física.	48	43	1,778	1,593	0,075
Deficiencia en conocimientos previos referente a la asignatura.	49	47	1,815	1,741	0,031
Deficiencia en cálculos y operaciones básicas.	47	48	1,741	1,778	-0,016

Fuente: Datos derivados de la investigación.

X₁ = valor obtenido por el (GE) en el cuestionario.

X₂ = valor obtenido por el (GC) en el cuestionario.

\bar{X}_1 = media del (GE).

\bar{X}_2 = media del (GC).

$t_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}$ = valor de la Prueba “t” calculada para ambos (GE y GC) en el cuestionario.

El procedimiento para obtener los resultados de la confrontación del cuestionario entre el grupo experimental y el grupo control fue el siguiente: primero, se registraron los valores de las muestras de cada uno de los grupos. Luego, mediante las aplicaciones de las siguientes fórmulas (ver, pp. 60-62), se obtuvieron los resultados de las medias, de las varianzas y de las pruebas $t_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}$ con la ayuda de la hoja de cálculo Microsoft® Excel.

Las hipótesis planteadas en la confrontación del cuestionario entre el grupo experimental y el grupo control fueron:

Hipótesis estadística (nula): No existen diferencias significativas entre los dos grupos (grupo experimental y grupo control) en relación con las dificultades específicas que se les presenta a los estudiantes en la resolución de problemas de física antes de aplicarse el modelo propuesto.

$$H_1: \mu_1 = \mu_2 \quad (\text{prueba t, 2 colas})$$

Hipótesis alternativa: Existen diferencias significativas entre los dos grupos (grupo experimental y grupo control) en relación con las dificultades específicas que se les presenta a los estudiantes en la resolución de problemas de física antes de aplicarse el modelo propuesto.

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \quad (\text{prueba t, 2 colas})$$

Nota:

μ_1 = grupo experimental.

μ_2 = grupo control.

Cálculo de los Grados de libertad (GL):

Para: n_1 y $n_2 = 27$

$$GL = n_1 + n_2 - 2 =$$

$$GL = 27 + 27 - 2 = 52$$

Consultando los valores de la Tabla de Distribución “t” de Student para la puntuación crítica (t_α) de los $GL = 52$. Nivel de significancia ($\alpha = 0,05$), para una prueba de dos colas. Como se muestra en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 2

GL	0,05	Prueba “t”
52	$t_\alpha = 2,000$	Dos colas

Fuente: Ritchey (2002).

Decisión de aceptación o rechazo de la hipótesis estadística:

Si $|t_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}| < |t_\alpha|$; así $p > \alpha$ ($p > 0,05$) se acepta la Hipótesis estadística (nula) con un nivel de confianza del 95%.

Si $|t_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}| > |t_\alpha|$; así $p < \alpha$ ($p < 0,05$) se rechaza la Hipótesis estadística, y se acepta la hipótesis alternativa con un nivel de confianza del 95%.

Los cálculos de todos los valores obtenidos de la prueba $t_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}$ del cuestionario (Tabla N° 3), en donde se muestra la comparación de las opiniones de los alumnos del grupo experimental y de los alumnos del grupo control en cuanto a las dificultades de aprendizaje en la resolución de problemas de física, son menores que el valor de la puntuación crítica ($t_\alpha = 2,000$) para los grados de libertad ($GL = 52$); por lo tanto para esta confrontación se cumple que: $|t_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}| < |t_\alpha|$; así $p > \alpha$ ($p > 0,05$) aceptándose así

la Hipótesis estadística (nula) con un nivel de confianza del 95%, es decir que no existen diferencias significativas entre las opiniones de ambos grupos.

De los resultados obtenidos entre la comparación de las opiniones de los alumnos de ambos grupos (control y experimental) en función de los valores promedio de las dificultades que se les presentan en la en la resolución de problemas de física se concluye:

Que las mayores dificultades se encuentran en la falta de motivación para el estudio de la física, como se explicó anteriormente. Ambos grupos (experimental y control) obtuvieron los valores numéricos más altos en este indicador, no encontrándose, en este sentido, diferencias significativas en relación con las opiniones emitidas por los mismos.

Con relación al resto de los indicadores, estadísticamente las diferencias tampoco fueron significativas (prueba t Student), aunque, los alumnos del grupo experimental hicieron más énfasis en los indicadores: Falta de hábitos de estudio, Falta de confianza en su propia capacidad y Falta de preparación del docente en la enseñanza de las estrategias de resolución de Problemas; Por su parte, los alumnos del grupo control se enfocaron más hacia los indicadores: Problemas mal formulados y complejos, Tendencia a la memorización más que a la comprensión de los conceptos físicos, Dificultad en la capacidad de análisis para enfrentar situaciones complejas y Dificultad en el enunciado del problema.

En conclusión los resultados obtenidos evidencian que el proceso de resolución de problemas podría estar siendo influenciado por una serie de variables e indicadores (mencionadas en el párrafo anterior) que pueden estar afectando negativamente el aprendizaje de los alumnos del 4to año del Liceo Bolivariano “José Silverio González”.

TABLA N° 4
VALORES OBTENIDOS DEL PRE TEST EN EL RENDIMIENTO
PROMEDIO DE LOS ALUMNOS (GE) Y (GC) EN LA RESOLUCIÓN
DE PROBLEMAS.

N° ALUMNO	X ₁ (PRE TEST)	X ₂ (PRE TEST)
1	5	6
2	6	8
3	8	5
4	12	10
5	13	9
6	12	9
7	5	12
8	10	10
9	6	5
10	5	8
11	8	6
12	14	3
13	15	10
14	4	17
15	9	12
16	6	6
17	10	15
18	18	6
19	5	9
20	9	8
21	5	5
22	13	6
23	12	12
24	15	5
25	9	18
26	8	4
27	13	6
n = 27	$\bar{x}_1 = 9,44$	$\bar{x}_2 = 8,52$

Fuente: Datos derivados de la investigación.

x₁ = valor obtenido por el (GE) en el pre test.

x₂ = valor obtenido por el (GC) en el pre test.

\bar{x}_1 = media del (GE) en el pre test.

\bar{x}_2 = media del (GC) en el pre test.

Para el resultado de la confrontación del pre test entre el grupo experimental y el grupo control se registraron los valores de las muestras de cada uno de los grupos. Mediante las aplicaciones de las siguientes fórmulas (ver, pp. 61- 62), se obtuvieron los resultados las medias y de las varianzas con la ayuda de la hoja de cálculo Microsoft® Excel, dando como resultado lo siguiente:

Grupo Experimental

$$\bar{X}_1 = 9,44$$

$$S_{x_1}^2 = 14,795$$

$$n_1 = 27$$

Grupo control

$$\bar{X}_2 = 8,52$$

$$S_{x_2}^2 = 14,875$$

$$n_2 = 27$$

Las hipótesis planteadas en la confrontación del pre test entre el grupo experimental y el grupo control fueron las siguientes:

Hipótesis estadística: No existen diferencias significativas entre ambos grupos en el pre test, en el rendimiento promedio en la resolución de problemas.

$$H_2: \mu_1 \text{ (pre test)} = \mu_2 \text{ (pre test)} \quad (\text{prueba t, 2 colas})$$

Hipótesis alternativa: Existen diferencias significativas entre ambos grupos en el pre test, en el rendimiento promedio en la resolución de problemas.

$$H_2: \mu_1 \text{ (pre test)} \neq \mu_2 \text{ (pre test)} \quad (\text{prueba t, 2 colas})$$

Cálculo de los Grados de libertad (GL):

$$GL = n_1 + n_2 - 2 = 27 + 27 - 2$$

$$GL = 52$$

La puntuación crítica (t_α) en la Tabla de Distribución “t” de Student para una prueba de dos colas con un Nivel de significancia ($\alpha = 0,05$) y $GL = 52$, es: $t_\alpha = 2,000$. (ver Cuadro N° 2, p. 72).

Al aplicar la fórmula (ver p. 60) de t de Student ($t_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}$) con ayuda de la hoja de cálculo *Microsoft® Excel*, se obtuvo el siguiente valor:

$$t_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = 0,918$$

Decisión de aceptación o rechazo de la hipótesis estadística (ver, p. 72):

Para esta confrontación se cumple: $|t_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}| < |t_\alpha|$ (es decir, $0,918 < 2,000$); así $p > \alpha$ ($p > 0,05$) se acepta la Hipótesis estadística (nula) con un nivel de confianza del 95%. Es decir que no existen diferencias significativas entre ambos grupos en el pre test, en el rendimiento promedio en la resolución de problemas.

De los resultados obtenidos se concluye:

Que no hay diferencia estadísticamente significativa entre los resultados del pre test aplicado a los grupos experimental y control. Y a su vez se infiere que ambos grupos son lo suficientemente homogéneos académicamente hablando para presumir la validez interna y externa de los resultados.

TABLA N° 5
VALORES OBTENIDOS EN EL PRE TEST Y POST TEST EN EL
RENDIMIENTO PROMEDIO DE LOS ALUMNOS (GC) EN LA
RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS.

N° ALUMNO	x ₂ PRE TEST	x ₂ ' POST TEST
1	6	13
2	8	6
3	5	5
4	10	10
5	9	9
6	9	19
7	12	12
8	10	9
9	5	7
10	8	17
11	6	5
12	3	16
13	10	7
14	17	16
15	12	13
16	6	11
17	15	4
18	6	18
19	9	13
20	8	8
21	5	8
22	6	11
23	12	6
24	5	4
25	18	6
26	4	5
27	6	5
n = 27	$\bar{x}_2 = 8,52$	$\bar{x}_2' = 9,74$

Fuente: Datos derivados de la investigación
x₂ = valor obtenido por el (GC) en el pre test.
x₂' = valor obtenido por el (GC) en el post test.
 \bar{x}_2 = media del (GC) en el pre test.
 \bar{x}_2' = media del (GC) en el post test

Para el resultado de la confrontación del pre test y del post test del grupo control se registraron los valores de las muestras de cada uno de los grupos. Mediante las aplicaciones de las siguientes fórmulas (ver, pp. 61-62), se obtuvieron los resultados las medias y de las varianzas con la ayuda de la hoja de cálculo Microsoft® Excel, dando como resultado lo siguiente:

Grupo control (pre test)

$$\bar{X}_2 = 8,52$$

$$S_{x_2}^2 = 14,875$$

$$n_2 = 27$$

Grupo control (post test)

$$\bar{X}_{2'} = 9,74$$

$$S_{x_{2'}}^2 = 20,969$$

$$n_2 = 27$$

Las hipótesis planteadas en la confrontación del pre test y del post test del grupo control fueron las siguientes:

Hipótesis estadística: No existen diferencias significativas en el rendimiento promedio en la resolución de problemas de los alumnos del grupo control, tanto el pre test como el post test.

$$H_3: \mu_2 (\text{pre test}) = \mu_2 (\text{post test}) \quad (\text{prueba t, 2 colas})$$

Hipótesis alternativa: Existen diferencias significativas en el rendimiento promedio en la resolución de problemas de los alumnos del grupo control, tanto el pre test como el post test.

$$H_3: \mu_{2 \text{ (pre test)}} \neq \mu_{2 \text{ (post test)}} \quad (\text{prueba t, 2 colas})$$

Cálculo de los Grados de libertad (GL):

$$GL = n_1 + n_2 - 2$$

$$GL = 27 + 27 - 2$$

$$GL = 52$$

La puntuación crítica (t_α) en la Tabla de Distribución “t” de Student para una prueba de dos colas con un Nivel de significancia ($\alpha = 0,05$) y $GL = 52$, es: $t_\alpha = 2,000$. (ver Cuadro N° 2, p. 72).

Al aplicar la fórmula (ver p. 60) de t de Student ($t_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}$) con ayuda de la hoja de cálculo *Microsoft® Excel*, se obtuvo el siguiente valor:

$$t_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = - 1,108$$

Decisión de aceptación o rechazo de la hipótesis estadística (ver, p. 72):

Para esta confrontación se cumple: $|t_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}| < |t_\alpha|$ (es decir, $1,108 < 2,000$); así $p > \alpha$ ($p > 0,05$) se acepta la Hipótesis estadística (nula) con un nivel de confianza del 95%; Es decir que No existen diferencias significativas en el rendimiento promedio en la resolución de problemas de los alumnos del grupo control, tanto en el pre test como en el post test.

De los resultados obtenidos se concluye:

Que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los resultados del pre test y post test aplicados al grupo control sometido al tratamiento con la metodología tradicional fue ineficaz, por lo que podría deducirse que el aprendizaje de los estudiantes del grupo control no fue significativo.

TABLA N° 6
VALORES OBTENIDOS EN EL PRE TEST Y POST TEST EN EL
RENDIMIENTO PROMEDIO DE LOS ALUMNOS (GE) EN LA
RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS.

N° ALUMNO	X ₁ PRE TEST	X ₁ ' POST TEST
1	5	8
2	6	12
3	8	13
4	12	17
5	13	6
6	12	18
7	5	15
8	10	12
9	6	10
10	5	16
11	8	14
12	14	9
13	15	9
14	4	8
15	9	17
16	6	7
17	10	9
18	18	8
19	5	6
20	9	19
21	5	12
22	13	16
23	12	11
24	15	13
25	9	15
26	8	16
27	13	17
n = 27	$\bar{x}_1 = 9,44$	$\bar{x}_{1'} = 12,33$

Fuente: Datos derivados de la investigación
 x_1 = valor obtenido por el (GE) en el pre test.
 $x_{1'}$ = valor obtenido por el (GE) en el post test.
 \bar{x}_1 = media del (GE) en el pre test.
 $\bar{x}_{1'}$ = media del (GE) en el post test.

Para el resultado de la confrontación del pre test y del post test del grupo experimental se registraron los valores de las muestras de cada uno de los grupos. Mediante las aplicaciones de las siguientes fórmulas (ver, pp. 61-62), se obtuvieron los resultados las medias y de las varianzas con la ayuda de la hoja de cálculo Microsoft® Excel, dando como resultado lo siguiente:

Grupo experimental (pre test)

$$\bar{x}_1 = 9,44$$

$$S_{x_1}^2 = 14,795$$

$$n_1 = 27$$

Grupo experimental (post test)

$$\bar{x}_1 = 12,33$$

$$S_{x_1}^2 = 15,615$$

$$n_1 = 27$$

Las hipótesis planteadas en la confrontación del pre test y del post test del grupo experimental fueron las siguientes:

Hipótesis estadística: No existen diferencias significativas en el rendimiento promedio en la resolución de problemas de los alumnos del grupo experimental tanto el pre test como el post test.

$$H_4: \mu_1 (\text{pre test}) = \mu_1 (\text{post test}) \quad (\text{prueba t, 2 colas})$$

Hipótesis alternativa: Existen diferencias significativas en el rendimiento promedio en la resolución de problemas de los alumnos del grupo experimental tanto el pre test como el post test.

$$H_4: \mu_1 (\text{post test}) \neq \mu_1 (\text{pre test}) \quad (\text{prueba t, 2 colas})$$

Cálculo de los Grados de libertad (GL):

$$GL = n_1 + n_2 - 2$$

$$GL = 27 + 27 - 2$$

$$GL = 52$$

La puntuación crítica (t_α) en la Tabla de Distribución “t” de Student para una prueba de dos colas con un Nivel de significancia ($\alpha = 0,05$) y $GL = 52$, es: $t_\alpha = 2,000$. (ver Cuadro N° 2, p. 72).

Al aplicar la fórmula (ver p. 60) de t de Student ($t_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}$) con ayuda de la hoja de cálculo *Microsoft® Excel*, se obtuvo el siguiente valor:

$$t_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = - 2,850$$

Decisión de aceptación o rechazo de la hipótesis estadística (ver, p. 72).

Para esta confrontación se cumple: $|t_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}| > |t_\alpha|$ (es decir, $2,850 > 2,000$); así $p < \alpha$ ($p < 0,05$) se rechaza la Hipótesis estadística (nula) y se acepta la hipótesis alternativa con un nivel de confianza del 95%; es decir que sí existen diferencias significativas en el rendimiento promedio en la resolución de problemas de los alumnos del grupo experimental, tanto en el pre test como en el post test.

De los resultados obtenidos se concluye:

Que sí existen diferencias estadísticamente significativas (prueba t de Student) entre los resultados del pre test y post test aplicados al grupo experimental sometido al tratamiento con la metodología “POLANBAS” por lo que puede deducirse que el aprendizaje de los estudiantes del grupo experimental fue significativo cumpliéndose con el objetivo planteado en esta investigación.

TABLA N° 7

**VALORES OBTENIDOS DEL POST TEST EN EL RENDIMIENTO
PROMEDIO DE LOS ALUMNOS (GE) Y (GC) EN LA RESOLUCIÓN
DE PROBLEMAS.**

N° ALUMNO	X₁ POST TEST	X₂ POST TEST
1	8	13
2	12	6
3	13	5
4	17	10
5	6	9
6	18	19
7	15	12
8	12	9
9	10	7
10	16	17
11	14	5
12	9	16
13	9	7
14	8	16
15	17	13
16	7	11
17	9	4
18	8	18
19	6	13
20	19	8
21	12	8
22	16	11
23	11	6
24	13	4
25	15	6
26	16	5
27	17	5
n = 27	$\bar{x}_1 = 12,33$	$\bar{x}_2 = 9,74$

Fuente: Datos derivados de la investigación
 x_1 = valor obtenido por el (GE) en el post test.
 x_2 = valor obtenido por el (GC) en el post test.
 \bar{x}_1 = media del (GE) en el post test.
 \bar{x}_2 = media del (GC) en el post test.

Para el resultado de la confrontación del post test entre el grupo experimental y el grupo control se registraron los valores de las muestras de cada uno de los grupos. Mediante las aplicaciones de las siguientes fórmulas (ver, pp. 61-62), se obtuvieron los resultados las medias y de las varianzas con la ayuda de la hoja de cálculo Microsoft® Excel, dando como resultado lo siguiente:

Grupo experimental

$$\bar{X}_1 = 12,33$$

$$S_{x_1}^2 = 15,615$$

$$n_1 = 27$$

Grupo control

$$\bar{X}_2 = 9,74$$

$$S_{x_2}^2 = 20,969$$

$$n_2 = 27$$

Las hipótesis planteadas en la confrontación del pre test y del post test del grupo experimental fueron las siguientes:

Hipótesis estadística: No existen diferencias significativas entre ambos grupos en el post test, en el rendimiento promedio en la resolución de problemas.

$$H_0: \mu_1 (\text{post test}) = \mu_2 (\text{post test}) \quad (\text{prueba t, 2 colas})$$

Hipótesis alternativa: El rendimiento promedio en la resolución de problemas de los alumnos del grupo experimental en el post test, una vez aplicada la metodología propuesta, es mayor que la de los estudiantes del grupo control en el mismo post test.

$$H_1: \mu_1 (\text{post test}) \neq \mu_2 (\text{post test}) \quad (\text{prueba t, 2 colas})$$

Cálculo de los Grados de libertad (GL):

$$GL = n_1 + n_2 - 2 = 27 + 27 - 2 = 52$$

La puntuación crítica (t_α) en la Tabla de Distribución “t” de Student para una prueba de dos colas con un Nivel de significancia ($\alpha = 0,05$) y $GL = 52$, es: $t_\alpha = 2,000$. (ver Cuadro N° 2, p. 72).

Al aplicar la fórmula (ver p. 60) de t de Student ($t_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}$) con ayuda de la hoja de cálculo *Microsoft® Excel*, se obtuvo el siguiente valor:

$$t_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = 2,329$$

Decisión de aceptación o rechazo de la hipótesis estadística (ver, p. 72):

Para esta confrontación se cumple: $|t_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}| > |t_\alpha|$ (es decir, $2,329 > 2,000$); así $p < \alpha$ ($p < 0,05$) se rechaza la Hipótesis estadística (nula) y se acepta la hipótesis alternativa con un nivel de confianza del 95%; es decir que sí existen diferencias significativas en el rendimiento promedio en la resolución de problemas de los alumnos del grupo experimental y del grupo control en el post test.

De los resultados obtenidos se concluye

Que sí existen diferencias estadísticamente significativas (prueba t de Student) entre los resultados del mismo post test aplicado simultáneamente al grupo experimental (sometido al tratamiento con la metodología “POLANBAS”) y al grupo control (utilizando el tratamiento tradicional), por lo que puede deducirse que el aprendizaje en la resolución de problemas de Física de los estudiantes del grupo experimental fue más significativo que el del grupo control cumpliéndose con el objetivo planteado en esta investigación.

TABLA N° 8

**ETAPAS CONSIDERADAS POR LOS ALUMNOS DEL GRUPO
EXPERIMENTAL (GE) EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE FÍSICA
(PRE TEST) (n=27)**

Etapas	f	%
Aplicación del procedimiento enseñado en clase (resolver el problema).	15	55,56
Búsqueda y aplicación de Fórmulas.	12	44,44
Identificación de datos e incógnitas.	11	40,74
Lectura del enunciado del problema.	8	29,63
Anotación de magnitudes y unidades físicas.	3	11,1
Verificación de relaciones entre datos y respuestas en función magnitudes y unidades físicas.	2	7,41
Comprensión de términos.	1	3,70
Elaboración de gráficas, diagramas, dibujos o figuras.	1	3,70

Fuente: Datos derivados de la investigación.

En la tabla N° 8, se muestra que los mayores porcentajes de los alumnos del grupo experimental consultados aplican el procedimiento enseñado en clase (resolver el problema), aplicando las fórmulas de una manera mecánica tratando de llegar a la solución cuantitativamente sin analizar el problema de manera cualitativamente, es decir, no toman en cuenta los diferentes fenómenos, principios o leyes físicas que pudieran estar incidiendo sobre el problema. Por el contrario los menores porcentajes corresponden a que ellos no utilizan, o muy poco usan, la elaboración de gráficas y no comprenden los términos planteados en el problema. Por lo que se puede inferir que básicamente las herramientas cognitivas y procedimentales son muy limitadas al resolver los problemas; además se refleja que no conocen exactamente cual es la secuencia lógica en la que un problema deben ser resuelto.

TABLA N° 9
ETAPAS CONSIDERADAS POR LOS ALUMNOS DEL GRUPO CONTROL (GC)
EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE FISICA (PRE TEST) (n=27)

Etapas	f	%
Búsqueda y aplicación de Fórmulas.	16	59,26
Lectura del enunciado del problema.	12	44,44
Aplicación del procedimiento enseñado en clase (resolver el problema).	10	37,04
Identificación de datos e incógnitas.	5	18,52
Verificación de relaciones entre datos y respuestas en función magnitudes y unidades físicas.	3	11,11
Elaboración de gráficas, diagramas, dibujos o figuras.	2	7,41
Anotación de magnitudes y unidades físicas.	1	3,70
Comprensión de términos.	0	0

Fuente: Datos derivados de la investigación.

En la tabla N° 9, se muestra que el mayor porcentaje de los alumnos del grupo control consultados aplican directamente las fórmulas para resolver el problema, por el contrario el menor porcentaje de ellos no utiliza la comprensión de términos para la resolución de los mismos. Lo que podría indicar que abordan el problema muy rápidamente sin analizar lo que se les pide realizar, prácticamente, de forma “robotizada” colocan primero las fórmulas buscando la solución matemática.

TABLA N° 10
RESULTADOS OBTENIDOS DE LA COMPARACIÓN ENTRE EL GRUPO
EXPERIMENTAL (GE) Y EL GRUPO CONTROL (GC) RESPECTO A LAS
ETAPAS CONSIDERADAS POR ELLOS EN LA RESOLUCIÓN DE
PROBLEMAS (PRE TEST) (n=27)

Etapas	(GE) %	(GC) %	Valor de la prueba t ($t_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}$)
Lectura del enunciado del problema.	29,63	44,44	-0,295
Identificación de datos e incógnitas.	40,74	18,52	0,529
Comprensión de términos.	3,70	0	1,057
Elaboración de gráficas, diagramas, dibujos o figuras.	3,70	7,41	-0,474
Búsqueda y aplicación de Fórmulas.	44,44	59,26	-0,215
Aplicación del procedimiento enseñado en clase (resolver el problema).	55,56	37,04	0,297
Anotación de magnitudes y unidades físicas.	11,11	3,70	0,673
Verificación de relaciones entre datos y respuestas en función magnitudes y unidades físicas.	7,41	11,11	-0,296

Fuente: Datos derivados de la investigación.

Para realizar la confrontación entre los resultados correspondientes entre el grupo experimental (GE) y el grupo control (GC) respecto a las etapas consideradas

por ellos en la resolución de problemas en el pre test, se utilizó la “t de student” y para su cálculo se procedió de la siguiente manera:

Primero, mediante las aplicaciones de las siguientes fórmulas (ver, pp. 60-62), se obtuvieron los resultados las medias, las varianzas y de las pruebas $t_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}$ con la ayuda de la hoja de cálculo Microsoft® Excel.

Luego, se utilizaron las hipótesis planteadas que fueron las siguientes:

Hipótesis estadística: No existen diferencias significativas entre ambos grupos en el pre test, en las habilidades cognitivas y procedimentales en la resolución de problemas.

$$H_0: \mu_{1(\text{pre test})} = \mu_{2(\text{pre test})} \quad (\text{prueba t, 2 colas})$$

Hipótesis alternativa: Existen diferencias significativas entre ambos grupos en el pre test, en las habilidades cognitivas y procedimentales en la resolución de problemas.

$$H_1: \mu_{1(\text{pre test})} \neq \mu_{2(\text{pre test})} \quad (\text{prueba t, 2 colas})$$

Nota:

μ_1 = grupo experimental.

μ_2 = grupo control.

Cálculo de los Grados de libertad (GL):

Para: n_1 y $n_2= 27$

$$GL = n_1 + n_2 - 2 =$$

$$GL = 27 + 27 - 2 =$$

$$GL = 52$$

La puntuación crítica (t_{α}) en la Tabla de Distribución “t” de Student para una prueba de dos colas con un Nivel de significancia ($\alpha = 0,05$) y $GL = 52$, es: $t_{\alpha} = 2,000$. (ver cuadro N° 2, p. 72).

Decisión de aceptación o rechazo de la hipótesis estadística (ver, p. 72):

Los cálculos de todos los valores obtenidos de la prueba $t_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}$ (ver Tabla N° 10), en donde se muestran los resultados de las comparaciones entre el grupo experimental (GE) y el grupo control (GC) respecto a las etapas consideradas por ellos en la resolución de problemas, todos los valores son menores que el valor de la puntuación crítica ($t_{\alpha} = 2,000$) para los grados de libertad ($GL = 52$), por lo tanto para esta confrontación se cumple: $|t_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}| < |t_{\alpha}|$; así $p > \alpha$ ($p > 0,05$) aceptándose así la Hipótesis estadística (nula) con un nivel de confianza del 95%, es decir que no existen diferencias significativas entre ambos grupos en el pre test, en las habilidades cognitivas y procedimentales en la resolución de problemas.

De los resultados obtenidos se concluye:

Que no existen diferencias significativas estadísticamente (prueba t de Student) entre ambos grupos en el pre test. Puede observarse que no existen diferencias significativas entre los grupos experimental y control, como se aprecia en las tablas 8 y 9, con respecto a las etapas consideradas por los alumnos que deberían seguirse para resolver un problema. En ambos grupos también se puede apreciar que son muy pocos los alumnos que muestran “conocer” una estrategia formal de resolver los problemas, porque la mayoría posee un nivel de estrategias de resolución muy limitado. De la misma forma, se aprecia un arraigado enfoque hacia resolver los problemas mecanicistamente se basándose sólo en la búsqueda y aplicación de las fórmulas para conseguir un resultado cuantitativo.

TABLA N° 11
ETAPAS CONSIDERADAS POR LOS ALUMNOS DEL GRUPO
EXPERIMENTAL (GE) EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE FISICA
(POST TEST) (n=27)

Etapas	f	%
Elaboración de gráficas, diagramas, dibujos o figuras.	23	85,19
Búsqueda y aplicación de Fórmulas.	22	81,48
Anotación de magnitudes y unidades físicas.	20	74,07
Lectura del enunciado del problema.	20	74,07
Identificación de datos e incógnitas.	19	70,37
Aplicación del procedimiento enseñado en clase (resolver el problema).	18	66,67
Verificación de relaciones entre datos y respuestas en función magnitudes y unidades físicas.	16	59,25
Comprensión de términos.	5	18,52

Fuente: Datos derivados de la investigación.

En la tabla N° 11, se muestra que los mayores porcentajes se enfocan hacia la elaboración de gráficas y diagramas, y que el menor de los porcentajes se inclina hacia la comprensión de términos. De lo que se puede decir que hubo “cierta mejoría” en cuanto a las habilidades adquiridas por los alumnos del grupo experimental después de haberseles aplicado la metodología POLANBAS, encontrándose diferencias entre etapas como: elaboración de gráficas, búsqueda y aplicación de fórmulas, anotación de magnitudes y unidades físicas, entre otras.

TABLA N° 12
ETAPAS CONSIDERADAS POR LOS ALUMNOS DEL GRUPO CONTROL (GC)
EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE FISICA (POST TEST) (n=27)

Etapas	f	%
Lectura del enunciado del problema.	23	85,19
Identificación de datos e incógnitas.	23	85,19
Elaboración de gráficas, diagramas, dibujos o figuras.	22	81,48
Búsqueda y aplicación de Fórmulas.	17	81,48
Aplicación del procedimiento enseñado en clase (resolver el problema).	14	51,85
Anotación de magnitudes y unidades físicas.	14	51,85
Verificación de relaciones entre datos y respuestas en función magnitudes y unidades físicas.	12	44,44
Comprensión de términos.	3	11,11

Fuente: Datos derivados de la investigación.

En esta tabla se puede constatar que los alumnos del grupo control siguen utilizando un limitado número de herramientas para resolver los problemas, continuando adheridos a la idea de que siempre deben utilizar la forma mecánica y memorística para aplicar las fórmulas haciendo un gran énfasis en encontrar un resultado cuantitativo.

TABLA N° 13
COMPARACIÓN ENTRE LOS RESULTADOS CORRESPONDIENTES AL
GRUPO CONTROL (GC) RESPECTO A LAS ETAPAS CONSIDERADAS EN LA
RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS ENTRE EL PRE TEST Y EL POSTEST
(n=27)

Etapas	(GC) PRE TEST %	(GC) POST TEST %	Valor de la prueba t ($t_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}$)
Lectura del enunciado del problema.	44,44	85,19	-0,453
Identificación de datos e incógnitas.	18,52	85,19	-0,816
Comprensión de términos.	0	11,11	-1,067
Elaboración de gráficas, diagramas, dibujos o figuras.	7,41	81,48	-0,966
Búsqueda y aplicación de Fórmulas.	59,26	81,48	-0,046
Aplicación del procedimiento enseñado en clase (resolver el problema).	37,04	51,85	-0,250
Anotación de magnitudes y unidades físicas.	3,70	51,85	-0,990
Verificación de relaciones entre datos y respuestas en función magnitudes y unidades físicas.	11,11	44,44	-0,774

Fuente: Datos derivados de la investigación.

Para realizar la confrontación entre los resultados correspondientes entre el pre test y post test del grupo control (GC) respecto a las etapas consideradas por ellos en la resolución de problemas, se utilizó la “t de student” y para su cálculo se procedió de la siguiente manera:

Primero, mediante las aplicaciones de las siguientes fórmulas (ver, pp. 60-62), se obtuvieron los resultados las medias, las varianzas y de las pruebas $t_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}$ con la ayuda de la hoja de cálculo Microsoft® Excel.

Luego, se utilizaron las hipótesis planteadas que fueron las siguientes:

Hipótesis estadística: No existen diferencias significativas en las habilidades cognitivas y procedimentales en la resolución de problemas de los alumnos del grupo control tanto el pre test como el post test.

$$H_7: \mu_2 (\text{pre test}) = \mu_2 (\text{post test}) \quad (\text{prueba t, 2 colas})$$

Hipótesis alternativa: Existen diferencias significativas en las habilidades cognitivas y procedimentales en la resolución de problemas de los alumnos del grupo control tanto el pre test como el post test.

$$H_7: \mu_2 (\text{pre test}) \neq \mu_2 (\text{post test}) \quad (\text{prueba t, 2 colas})$$

Nota:

μ_1 = grupo experimental.

μ_2 = grupo control.

Cálculo de los Grados de libertad (GL):

Para: n_1 y $n_2 = 27$

$$GL = n_1 + n_2 - 2 = 27 + 27 - 2 =$$

$$GL = 52$$

La puntuación crítica (t_{α}) en la Tabla de Distribución “t” de Student para una prueba de dos colas con un Nivel de significancia ($\alpha = 0,05$) y $GL = 52$, es: $t_{\alpha} = 2,000$. (ver cuadro N° 2, p. 72).

Decisión de aceptación o rechazo de la hipótesis estadística (ver, p. 72):

Los cálculos de todos los valores obtenidos de la prueba $t_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}$ (ver Tabla N° 13), en donde se muestran los resultados correspondientes al grupo control (GC) respecto a las etapas consideradas en la resolución de problemas entre el pre test y el postest, todos los valores son menores que el valor de la puntuación crítica ($t_{\alpha} = 2,000$) para los grados de libertad ($GL = 52$), por lo tanto para esta confrontación se cumple: $|t_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}| < |t_{\alpha}|$; así $p > \alpha$ ($p > 0,05$) aceptándose así la Hipótesis estadística (nula) con un nivel de confianza del 95%, es decir que no existen diferencias significativas en las habilidades cognitivas y procedimentales en la resolución de problemas de los alumnos del grupo control tanto el pre test como el post test.

De los resultados obtenidos se concluye:

Que no existen diferencias significativas estadísticamente (prueba t de Student) entre el pre test y post test del grupo control. Pero es importante destacar que se presentaron algunos cambios en lo referente a la elaboración de gráficas, identificación de datos e incógnitas y lectura del enunciado del problema; pero se mantuvieron en lo que tuvo que ver con la comprensión de términos, la magnitud de anotaciones de unidades físicas y la verificación entre datos y respuestas; es decir que mejoraron leyendo el problema, identificando los datos, elaborando gráficos pero se mantuvieron limitados en el aprendizaje en lo que se refiere a las etapas que tienen que ver con verificación y análisis, reflejando siempre la conducta operativista mecanicista de resolver los problemas.

TABLA N° 14
COMPARACIÓN ENTRE LOS RESULTADOS CORRESPONDIENTES AL
GRUPO EXPERIMENTAL (GE) RESPECTO A LAS ETAPAS CONSIDERADAS
EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS ENTRE EL PRE TEST Y EL POSTEST
(n=27)

Etapas	(GE) PRE TEST %	(GE) POST TEST %	Valor de la prueba t ($t_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}$)
Lectura del enunciado del problema.	29,63	74,07	-0,595
Identificación de datos e incógnitas.	40,74	70,37	-0,390
Comprensión de términos.	3,70	18,52	-0,836
Elaboración de gráficas, diagramas, dibujos o figuras.	3,70	85,19	-1,020
Búsqueda y aplicación de Fórmulas.	44,44	81,48	-0,426
Aplicación del procedimiento enseñado en clase (resolver el problema).	55,56	66,67	-0,136
Anotación de magnitudes y unidades físicas.	11,1	74,07	-0,897
Verificación de relaciones entre datos y respuestas en función magnitudes y unidades físicas.	7,41	59,25	-0,927

Fuente: Datos derivados de la investigación.

Para realizar la confrontación entre los resultados correspondientes entre el pre test y post test del grupo experimental (GE) respecto a las etapas consideradas por

ellos en la resolución de problemas, se utilizó la “t de student” y para su cálculo se procedió de la siguiente manera:

Primero, mediante las aplicaciones de las siguientes fórmulas (ver, pp. 60-62), se obtuvieron los resultados las medias, las varianzas y de las pruebas $t_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}$ con la ayuda de la hoja de cálculo Microsoft® Excel.

Luego, se utilizaron las hipótesis planteadas que fueron las siguientes:

Hipótesis estadística: No existen diferencias significativas en las habilidades cognitivas y procedimentales en la resolución de problemas de los alumnos del grupo experimental tanto el pre test como el post test.

$$H_0: \mu_1 (\text{pre test}) = \mu_1 (\text{post test}) \quad (\text{prueba t, 2 colas})$$

Hipótesis alternativa: Existen diferencias significativas en las habilidades cognitivas y procedimentales en la resolución de problemas de los alumnos del grupo experimental tanto el pre test como el post test.

$$H_1: \mu_1 (\text{pre test}) \neq \mu_1 (\text{post test}) \quad (\text{prueba t, 2 colas})$$

Nota:

μ_1 = grupo experimental.

μ_2 = grupo control.

Cálculo de los Grados de libertad (GL):

Para: n_1 y $n_2 = 27$ $GL = n_1 + n_2 - 2 = 27 + 27 - 2 =$

$$GL = 52$$

La puntuación crítica (t_α) en la Tabla de Distribución “t” de Student para una prueba de dos colas con un Nivel de significancia ($\alpha = 0,05$) y $GL = 52$, es: $t_\alpha = 2,000$. (ver Cuadro N° 2, p. 72).

Decisión de aceptación o rechazo de la hipótesis estadística (ver, p. 72):

Los cálculos de todos los valores obtenidos de la prueba $t_{\bar{x}_1-\bar{x}_2}$ (ver Tabla N° 14), en donde se muestran los resultados correspondientes al grupo experimental (GE) respecto a las etapas consideradas en la resolución de problemas entre el pre test y el postest, todos los valores son menores que el valor de la puntuación crítica ($t_{\alpha} = 2,000$) para los grados de libertad ($GL.=52$), por lo tanto para esta confrontación se cumple: $|t_{\bar{x}_1-\bar{x}_2}| < |t_{\alpha}|$; así $p > \alpha$ ($p > 0,05$) aceptándose así la Hipótesis estadística (nula) con un nivel de confianza del 95%, es decir que no existen diferencias significativas en las habilidades cognitivas y procedimentales en la resolución de problemas de los alumnos del grupo experimental tanto el pre test como el post test.

De los resultados obtenidos se concluye:

Que no existen diferencias significativas estadísticamente (prueba t de Student) entre el pre test y el post test del grupo experimental. De la tabla anterior se refleja que es difícil pretender cambiar en un corto lapso de tiempo, los malos hábitos de aprendizaje que los alumnos han venido adquiriendo paulatinamente con el paso de los años de forma tradicional (mecanicista) con respecto a la resolución de problemas. Sin embargo, los resultados serían más efectivos si los alumnos recibieran constantemente, de forma gradual y consistente, una formación que además de ser sistemática sea innovadora y que los motive en cuanto a la aplicación y el uso de las estrategias cognitivas y procedimentales de resolución de problemas en la enseñanza de la física.

TABLA N° 15
COMPARACIÓN ENTRE LOS RESULTADOS CORRESPONDIENTES A LOS
GRUPOS EXPERIMENTAL (GE) Y CONTROL (GC) RESPECTO A LAS
ETAPAS CONSIDERADAS EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS
(POST TEST) (n=27)

Etapas	(GE) %	(GC) %	Valor de la prueba t
Lectura del enunciado del problema.	74,07	85,19	-0,105
Identificación de datos e incógnitas.	70,37	85,19	-0,143
Comprensión de términos.	18,52	11,11	0,365
Elaboración de gráficas, diagramas, dibujos o figuras.	85,19	81,48	0,033
Búsqueda y aplicación de Fórmulas.	81,48	81,48	0,192
Aplicación del procedimiento enseñado en clase (resolver el problema).	66,67	51,85	0,187
Anotación de magnitudes y unidades físicas.	74,07	51,85	0,262
Verificación de relaciones entre datos y respuestas en función magnitudes y unidades físicas.	59,25	44,44	0,215

Fuente: Datos derivados de la investigación.

Para realizar la confrontación entre los resultados correspondientes entre el grupo experimental (GE) y el grupo control (GC) respecto a las etapas consideradas

por ellos en la resolución de problemas en el post test, se utilizó la “t de student” y para su cálculo se procedió de la siguiente manera:

Primero, mediante las aplicaciones de las siguientes fórmulas (ver, pp. 60-62), se obtuvieron los resultados las medias, las varianzas y de las pruebas $t_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}$ con la ayuda de la hoja de cálculo Microsoft® Excel.

Luego, se utilizaron las hipótesis planteadas que fueron las siguientes:

Hipótesis estadística: No existen diferencias significativas entre ambos grupos en el post test, en las habilidades cognitivas y procedimentales en la resolución de problemas.

$$H_0: \mu_1 (\text{post test}) = \mu_2 (\text{post test}) \quad (\text{prueba t, 2 colas})$$

Hipótesis alternativa: existen diferencias significativas entre ambos grupos en el post test, en las habilidades cognitivas y procedimentales en la resolución de problemas.

$$H_1: \mu_1 (\text{post test}) \neq \mu_2 (\text{post test}) \quad (\text{prueba t, 2 colas})$$

Nota:

μ_1 = grupo experimental.

μ_2 = grupo control.

Cálculo de los Grados de libertad (GL):

Para: n_1 y $n_2 = 27$

$$GL = n_1 + n_2 - 2 =$$

$$GL = 27 + 27 - 2 =$$

$$GL = 52$$

La puntuación crítica (t_{α}) en la Tabla de Distribución “t” de Student para una prueba de dos colas con un Nivel de significancia ($\alpha = 0,05$) y $GL = 52$, es: $t_{\alpha} = 2,000$. (ver Cuadro N° 2, p. 72).

Decisión de aceptación o rechazo de la hipótesis estadística (ver, p. 72):

Los cálculos de todos los valores obtenidos de la prueba $t_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}$ (ver Tabla N° 15), en donde se muestran los resultados de las comparaciones entre el grupo experimental (GE) y el grupo control (GC) respecto a las etapas consideradas por ellos en la resolución de problemas, todos los valores son menores que el valor de la puntuación crítica ($t_{\alpha} = 2,000$) para los grados de libertad ($GL = 52$), por lo tanto para esta confrontación se cumple: $|t_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}| < |t_{\alpha}|$; así $p > \alpha$ ($p > 0,05$) aceptándose así la Hipótesis estadística (nula) con un nivel de confianza del 95%, es decir que no existen diferencias significativas entre ambos grupos en el post test, en las habilidades cognitivas y procedimentales en la resolución de problemas.

De los resultados obtenidos se concluye:

Que no existen diferencias significativas estadísticamente (prueba t de Student) entre ambos grupos. Sin embargo, en esta tabla es posible destacar algunas diferencias significativas al confrontar los dos grupos en forma porcentual en relación a las habilidades desarrolladas para resolver los problemas luego de la aplicación del post test. Ambos convergen en la búsqueda y aplicación de fórmulas; y las etapas en las que más divergen sus opiniones son: Anotación de magnitudes y unidades físicas, Identificación de incógnitas, Aplicación del procedimiento enseñado en clase, y Verificación de relaciones entre datos y respuestas en función magnitudes y unidades físicas.

**CAPÍTULO V:
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES**

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

Partiendo de los objetivos planteados en este estudio y con base en los resultados obtenidos se plantean las siguientes conclusiones:

En la investigación, al hacerse la comparación entre la metodología propuesta del Modelo “POLANBAS” de resolución de problemas y la metodología tradicional en la enseñanza de la Física del 4^{to} Año de Ciencias del II Nivel, en el Liceo Bolivariano “José Silverio González”, se demuestra la aceptación de la hipótesis general, referida a que el Modelo propuesto influye positivamente en el rendimiento y en la adquisición de habilidades cognitivas y procedimentales de los alumnos de dicha institución.

De acuerdo con los resultados obtenidos por medio del cuestionario, entre la comparación de las opiniones del grupo experimental (GE) y del grupo control (GC) en función de los valores promedio de las dificultades que se les presentan en la resolución de problemas de Física, se pudo observar que ambos grupos coinciden en que la falta de motivación para el estudio es uno de los indicadores más importantes que incide desfavorablemente al resolver problemas. No obstante, en relación con otros indicadores el grupo experimental hace más énfasis en: la falta de hábitos de estudio, la falta en su propia capacidad y la falta de preparación del docente en la enseñanza de las estrategias de resolución de problemas, mientras que los alumnos del grupo control se enfocaron más hacia: los problemas mal formulados y complejos, la tendencia a la memorización más que a la comprensión de los conceptos físicos, la dificultad en la capacidad de análisis para enfrentar situaciones complejas y la

dificultad en el enunciado del problema. Por lo tanto se evidencia que el proceso de resolución de problemas esta siendo influenciado por los indicadores anteriores y podrían estar afectando negativamente en el aprendizaje de los alumnos del 4^{to} Año de Ciencias de dicha Institución.

En cuanto a los resultados del pretest aplicado a los grupos experimental y control, se obtuvo que no hay diferencias estadísticamente significativas (prueba t de Student), es decir, ambos grupos son lo suficientemente homogéneos académicamente hablando para presumir la validez interna y externa de los resultados.

Del grupo control sometido al tratamiento con la metodología tradicional, se concluye que no existen diferencias estadísticamente significativas (prueba t de Student) entre los resultados del pre test y post test aplicado a dicho grupo, deduciéndose que la metodología utilizada fue ineficaz y por lo tanto el aprendizaje no fue significativo. Por el contrario el grupo experimental sometido al tratamiento con la metodología del Modelo “POLANBAS” de resolución de problemas al aplicársele los mismos instrumentos se dedujo que el aprendizaje sí fue significativo, cumpliéndose así una diferencia estadísticamente significativa (prueba t de Student) entre los resultados del pre test y post test aplicado a dicho grupo, aceptándose la hipótesis alternativa de que si existen diferencias significativas en el rendimiento promedio en la resolución de problemas de los alumnos del grupo experimental entre el pre test y el post test.

En el pre test no hubo diferencias estadísticas significativas (prueba t de Student) entre ambos grupos con respecto a las etapas consideradas por los alumnos que deberían seguirse para resolver un problema, porque la mayoría posee un nivel estrategias de resolución muy limitado. Apreciándose, de la misma forma un

arraigado enfoque hacia resolver los problemas mecanicistamente basándose sólo en la búsqueda y aplicación de las fórmulas para conseguir resultados cuantitativos.

En el post test tampoco hubo diferencias estadísticamente significativas (prueba t de Student), sin embargo porcentualmente al comparar los dos grupos en relación a las habilidades desarrolladas para resolver los problemas ambos convergieron en la búsqueda y aplicación de fórmulas y divergieron en la anotación de magnitudes y unidades, identificación de incógnitas, aplicación del procedimiento enseñado en clase y verificación de relaciones entre datos y repuestas en función magnitudes y unidades físicas. De los resultados obtenidos en el estudio, se pudo inferir que hubo “cierta mejoría” en las habilidades adquiridas por los alumnos del grupo experimental después de habersele aplicado la metodología del Modelo “POLANBAS” de resolución de problemas y los alumnos del grupo control se mantuvieron aferrados a la idea de que siempre deben utilizar la forma mecánica y memorística para aplicar las fórmulas y resolver los problemas.

Por último es importante destacar que aunque no hubo diferencias estadísticamente significativas (prueba t de Student) en el pretest y post test del grupo control, los alumnos mejoraron en el tiempo desde que presentaron el pre test hasta que realizaron el post test en las siguientes etapas como: leyendo el problema, identificando los datos y elaborando gráficos; sin embargo, siempre mostraron limitaciones en el aprendizaje de las etapas que tienen que ver con verificación y análisis, reflejando el paradigma operativista mecanicista de resolver el problema.

Así mismo los alumnos del grupo experimental reflejaron, después de aplicárseles la metodología del Modelo “POLANBAS” de resolución de problemas, que tampoco existen diferencias estadísticamente significativas (prueba t de Student) entre el pre test y el post test, lo que refleja que es difícil pretender cambiar los malos hábitos de aprendizaje en un corto lapso de tiempo y que serían más efectivos los resultados si los alumnos recibieran constantemente de forma gradual y consistente

una formación que además de ser sistemática e innovadora los motive en cuanto a la aplicación y el uso de las estrategias cognitivas y procedimentales en la resolución de problemas en la enseñanza de la Física.

Los resultados permiten establecer que este tipo de instrucción les enseñaría a los alumnos a tener estrategias claras, sencillas y prácticas para abordar los problemas de física en busca de solucionarlos satisfactoriamente, además de tener a la mano una herramienta adicional que les oriente y les facilite el camino hacia una educación más crítica, participativa y reflexiva.

RECOMENDACIONES:

De acuerdo con las conclusiones derivadas de esta investigación se ha considerado realizar las siguientes recomendaciones:

La aplicación de la propuesta es factible, aunque se necesita un cambio en el enfoque del proceso de enseñanza de la física., existiendo la posibilidad de mejorar la enseñanza y el aprendizaje en esta asignatura. Algunas sugerencias que podrían servir de apoyo a la propuesta son:

- Antes de desarrollar e implementar cualquier técnica o estrategia de aprendizaje debe existir un ambiente armónico en el cual los alumnos y el docente se comuniquen libremente para exponer sus experiencias, sus dudas e ideas, sin inhibirse para expresar sus errores.
- Iniciar las clases con una discusión didáctica del tema explicando la teoría (cualitativamente). Aclarar cualquier duda que pueda surgir referente al conocimiento u otros aspectos como fallas en la interpretación o comprensión conceptual del tema tratado, como los principios, las leyes entre otras que intervienen en la física.
- Introducir gradualmente y sistemáticamente durante todo el año escolar las estrategias del Modelo “POLANBAS” acompañada ésta a su vez con una actividad retroalimentativa “la Técnica de Parejas de Estudiantes” propuesta por Andrés (1991), consistiendo ésta en que: dos alumnos cumplan simultáneamente actividades diferentes, mientras uno resuelve el ejercicio, el otro le formula las preguntas o le

hace las respectivas observaciones acerca de lo que está diciendo, a través de la técnica de protocolo de pensamiento en voz alta, y luego se intercambian de roles mientras resuelven los problemas de física propuestos.

- Las estrategias del Modelo “POLANBAS” más la actividad retroalimentativa propuesta, deben ser aplicadas por parte del docente de forma constante durante todo el año escolar. Repetir las estrategias y la actividad retroalimentativa cada vez que un grupo de estudiantes lo requiera o cuando se observe un uso inadecuado de las mismas.
- Se deben categorizar los problemas seleccionados según su nivel de dificultad, comenzando con los más sencillos y, posteriormente, en la medida que los estudiantes internalicen las técnicas y las estrategias desarrolladas puedan llegar a resolver los más complejos.
- Las actividades de evaluación de los estudiantes deben estar alineadas y deben ser consistentes con la propuesta. Se deben elaborar instrumentos de evaluación donde los alumnos manifiesten sus ideas y representen todo su proceso de pensamiento en la resolución de problemas.
- Conformar, en lo posible, un equipo de Docentes que permita implementar durante el proceso enseñanza-aprendizaje de varios cursos en la asignatura de Física (todo un año escolar) la propuesta del Modelo “POLANBAS”, de manera tal que se puedan evaluar sus resultados y a su vez pueda perfeccionarse y mejorarse la propuesta implementada.

Por eso se propone como actividad retroalimentativa “la Técnica de Parejas de Estudiantes” (Andrés, 1991) y el Modelo “POLANBAS” para que no sólo los profesores de Física en el Liceo Bolivariano “José Silverio González” sino los de todos los liceos a nivel Municipal, Estatal y Nacional tengan a la mano estas herramientas adicionales y que a su vez les suministren a los alumnos una serie de estrategias que les oriente y les facilite el camino hacia una educación más crítica, participativa y reflexiva, y a su vez tengan una formación adecuada en estrategias de resolución de problemas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alecha, J. (2002). *Evaluación de la aplicación de la resolución de problemas como estrategias de enseñanza de las matemáticas en el 6to grado de Educación Básica en colegios privados en la ciudad de Cumaná*. Trabajo de Grado de Maestría no publicado. U.D.O. Núcleo Sucre, Cumaná.
- Andre, T. (1986). *Problem solving and education*. New York: Academic Press.
- Andrés, M. (1991). Resolver problemas de física: ¿Cómo enseñar? *Boletín Multidisciplinario CENAMEC*, 4, 89-104.
- Andrés, M. (1997). Taxonomía para problemas de física: una herramienta para la enseñanza. *Revista de Investigación y Postgrado*, 12 (2), 145-165.
- Andrés, M. y Bascones, J. (2000). El profesor de física: un estudio diagnóstico en Venezuela. *Attas VII Conferencia Inter-Americana sobre Educación en Física* [Documento en CD-ROM]. Porto Alegre: Brasil.
- Andrés, M. y Peña, E (2001). Resolución de problemas de física y comprensión lectora: diseño y evaluación de una propuesta instruccional para Educación Media. *Revista de Investigación*, (49), 79-98.
- Arias, F. (2006). *El proyecto de investigación: Introducción a la Metodología Científica*. (5^{ta} ed.). Caracas: Episteme.
- Ary, D.; Jacobs, L. y Razavieh, A. (1989). *Introducción a la Investigación Pedagógica* (2^a ed.). México: McGraw-Hill.
- Ashman, A. y Conway, R. (1990). *Estrategia Cognitivas en Educación Especial*. Madrid: Santillana Aula XXI.
- Ausubel, D.P (1978). *Educational Psychology: A cognitive view*. Holt, Rinehart y Winston.

- Bascones, J. (1987). Adquisición de destrezas cognoscitivas para la solución de problemas de Física. Trabajo presentado en la XXXII Convención Anual de la ASOVAC.
- Bascones, J. (2002). Resolución de problemas de papel y lápiz en física. En M. Andrés (Comp.), *Investigación de la enseñanza de la física: Memorias de la IV Escuela Latinoamericana* (pp. 325-348). Caracas: UPEL-IPC.
- Beltrán, J. (1993). *Procesos, estrategias y técnicas de aprendizaje*. Madrid: Síntesis.
- Bravo, R. (2005). Método de los ocho pasos para solucionar los problemas de física en secundaria y preparatoria. [Página web en línea]. Consultada el 12 de Diciembre 2006 en:
<http://www.tuobra.unam.mx/publicadas/050906172518.pdf>
- Escudero, C. y Moreira, M. (1999). La V epistemológica aplicada a algunos enfoques en resolución de problemas. *Enseñanza de las Ciencias* [Revista en línea], 17 (1). Consultada el 17 de Marzo 2006 en:
<http://www2.uah.es/jmc/webens/refs.htm>
- Ferreira, C. (1997). Una metodología para la enseñanza de resolución de problemas de química dirigida a los alumnos de 9no grado de Educación Básica. *Paradigma* [Revista en línea], 18 (1). Consultada el 14 de diciembre 2005 en: <http://www.revistaparadigma.org.ve/volumenes/articulo2p.html>
- Gagné, R. (1987). *Las condiciones de aprendizaje*. México: Interamericana.
- Garret, R. (1998). Resolución de problemas y creatividad: Implicaciones para el currículo de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (3), 224-230.
- Gil, M. (2001). *Propuesta didáctica en una estrategia de resolución de problemas aplicada a la asignatura de Química II de la Unidad de Estudio Básicos U.D.O, Anzoátegui*. Trabajo de Grado de Maestría no publicado. Universidad Gran Mariscal de Ayacucho, Barcelona.
- Gowin, D (1981). *Educating* Ithaca, Nueva York. Cornell University Press. Trad. Cast, 1985. *Hacia una Teoría de la Educación*. Argentina: Aragón.
- Hayes, J.R. (1981). The complete problem solver. En L. Poggioli (Ed.), *Estrategias de resolución de problemas*. (1ª ed.). Caracas: Fundación Polar.
- Kirby, J. (1984). *Cognitive strategies and educational performance*. New York: Academic Press.

- Krulik, S. y Rudnik, J. (1982). Teaching problem solving to preservice teachers. *Arithmetic Teacher*.
- Mayer, R. (1988). Learning strategies: an overview. En Poggioli, L. (ed.). *Estrategias de cognoscitivas: una perspectiva teórica*. (1ª ed.). Caracas: Fundación Polar.
- Mayor, J. Suengas, A., y González, M. (1993). *Estrategias metacognitivas. Aprender a aprender y aprender a pensar*. Madrid: Síntesis.
- Medina, O. (1990). *Resolución de problemas: efecto del programa de acciones y métodos sobre el rendimiento. Estudio realizado en un curso universitario básico de física*. Trabajo de Ascenso no publicado, Universidad de Oriente, Núcleo Monagas, Maturín.
- M.E. (2005). Coordinación de Estadística de la División de Planificación y Presupuesto (2004-2005). *Informe de matrícula y repitencia por Entidad Federal y Municipios geográficos* [Documento en disquete]. Disponible en: Zona Educativa del Estado Sucre.
- Monereo, C. (1990). Las estrategias de aprendizaje en la educación formal: enseñar a pensar y sobre el pensar. *Infancia y Aprendizaje*, (50), 3-25.
- Monereo, C.; Castelló, M.; Clariana, M.; Palma, M.; Pérez, M. L. (1998). *Estrategias de enseñanza y aprendizaje. Formación del profesorado y aplicación en el aula*. Barcelona: Grao.
- Morales, A. (1991). El desarrollo de las habilidades para comprender la lectura y la acción docente. En A. Puente (Comp.), *Comprensión de la lectura y acción docente* (261-262). Madrid: Pirámide.
- Parra, B. (1990). Dos concepciones de resolución de problemas de matemáticas. *Revista Educación Matemática*, 2 (3), 22-31.
- Parra, H. (1994). La enseñanza de las matemáticas en la Escuela Básica. *Colección "Proceso Educativos"*, (8), 1-48. Fe y Alegría, Caracas.
- Perales, F. (1993). La resolución de problemas: una revisión estructurada. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencia Didáctica*, 11 (2), 170-178.
- Pino, M. (1999). *La comprensión y la planificación en la resolución de los problemas físicos docentes*. ISP "Juan Marinello" [Tesis en línea].

Universidad Pedagógica de Matanzas, Cuba. Consultada el 14 de diciembre 2005 en:

<http://www.ucbcba.edu.bo/didacfisudocumentos/Didacfisuaetes/LaComprensionYLaPlanificacion.htm>

Poggioli, L. (1997). *Estrategias cognoscitivas: una perspectiva teórica*. (1ª ed.). Caracas: Fundación Polar.

Poggioli, L. (1999). *Estrategias de Resolución de Problemas*. (1ª ed.). Caracas: Fundación Polar.

Polya, G. (1965). Mathematical discovery: on understanding, learning and teaching problem solving. En L. Poggioli (Ed.), *Estrategias de resolución de problemas*. (1ª ed.). Caracas: Fundación Polar.

Polya, J. (1945). How to solve it. Princenton University Press. (2da ed. 1975)(Trad. Cast de la 2da ed.: *Cómo Planear y Resolver Problemas*. México: Trillas, 1981).

Polya, J. (1984). *¿Cómo Planear y Resolver Problemas?* México: Trillas.

Programa de computación Microsoft®. (2003). *Office Excel* [Programa de Computación]. USA:Windows X^P uE

Ritchey, F. (2002). *Estadística para las Ciencias Sociales*. México: McGraw-Hill.

Santos, L. (1996). *Principios y métodos de la resolución de problemas en el aprendizaje de las matemáticas*. México: Iberoamérica.

Sosa, C. (2001). *Efecto de las estrategias de resolución de problemas en los estudiantes de matemáticas del 8vo grado E.B de la U.E Nacional "Alirio Arreaza Arreaza"*. Trabajo de Ascenso no publicado. Universidad de Oriente, Núcleo de Anzoátegui, Barcelona.

Watts, M. (1991). *The Science of problem solving. A Practical Guide for Science Teachers*. Great Britain: Cassel Educational Limited.

ANEXOS

ANEXO N° 1

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE SUCRE
POSTGRADO MODULAR EN EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN CON MENCIONES

Estimado alumno(a):

El presente cuestionario se ha diseñado con la finalidad de obtener información útil y pertinente que permita la realización del estudio <<EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA “POLANBAS” PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA DEL 4^{to} AÑO DE CIENCIAS DEL LICEO BOLIVARIANO “**JOSÉ SILVERIO GONZÁLEZ**”, (2006-2007)>>, el cual representa un requisito parcial exigido por la Universidad de Oriente (U.D.O) para optar al grado de Magíster Scientiarum en Educación, Mención Física.

En tal sentido, se hace necesaria su mayor colaboración y objetividad en el momento de dar respuesta a este instrumento. Esta investigación es absolutamente académica, por lo tanto la información que usted suministre será tratada confidencialmente.

Sin otro particular y agradeciendo de antemano su colaboración, le saluda,

Atentamente;

Lic. Oswaldo J. Bruzual F.

INSTRUCCIONES:

- 1.- Lea cuidadosamente cada pregunta antes de responder.
- 2.- Por favor, responda a todas y cada una de las preguntas formuladas, no deje ningún ítem sin responder.
- 3.- Indique con un valor numérico en una escala del 0 al 4 las dificultades específicas que a usted se le presentan cuando resuelve problemas de la asignatura de Física, considerando la siguiente escala:
 - a) Para “ninguna importancia”, le corresponde un puntaje de **0 puntos**.
 - b) Para “menor importancia”, le corresponde un puntaje de **1 punto**.
 - c) Para “mediana importancia”, le corresponde un puntaje de **2 puntos**.
 - d) Para “alta importancia”, le corresponde un puntaje de **3 puntos**.
 - e) Para “muy alta importancia”, le corresponde un puntaje de **4 puntos**.
- 4.- En caso de alguna duda, se le agradece consultar con el profesor.

CUESTIONARIO

Dificultades Específicas que se le presentan a los Estudiantes del 4^{to} Año del Liceo Bolivariano “José Silverio González” en la Resolución de Problemas de Física

Recuerde calificar del 0 al 4 (1 para las de **menor importancia**; ver instrucciones) las posibles dificultades que se le presentan al estudiante en el proceso de aprendizaje de resolución de problemas y que podrían conllevarlo a fracasar al resolver problemas de la asignatura de Física.

- 1.- Deficiencia en el manejo de estrategias de resolución de problemas.....[]
- 2.- Deficiencia en conocimientos previos referente a la asignatura.....[]
- 3.- Deficiencia en cálculos y operaciones básicas.....[]
- 4.- Tendencia a la memorización más que a la comprensión de conceptos Físicos[]
- 5.- Dificultad en la aplicación de los conceptos de la Física.....[]
- 6.- Dificultad intrínseca (propia) de la asignatura.....[]
- 7.- Dificultad en la comprensión del enunciado del problema.....[]
- 8.- Dificultad asociadas al pensamiento y la capacidad de razonamiento lógico....[]
- 9.- Dificultad en la capacidad de análisis para enfrentar situaciones complejas.....[]
- 10.- Problemas mal formulados y complejos.....[]
- 11.- Falta de hábitos de estudio.....[]
- 12.- Falta de motivación para el estudio de la Física.....[]
- 13.- Falta de iniciativa y esfuerzo personal.....[]
- 14.- Falta de confianza en su propia capacidad.....[]
- 15.- Falta de preparación del docente en la enseñanza de estrategias de resolución de Problemas.....[]

ANEXO N° 2

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE SUCRE
POSTGRADO MODULAR EN EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN CON MENCIONES

Estimado alumno(a):

El presente pre-test se ha diseñado con la finalidad de obtener información útil y pertinente para la realización del estudio <<EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA “POLANBAS” PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA DEL 4^{to} AÑO DE CIENCIAS DEL LICEO BOLIVARIANO “**JOSÉ SILVERIO GONZÁLEZ**”, (2006-2007)>>, el cual representa un requisito parcial exigido por la Universidad de Oriente (U.D.O) para optar al grado de Magíster Scientiarum en Educación, Mención Enseñanza de la Física.

Este pre-test consta de dos partes: la primera, se fundamenta en los conocimientos teóricos previos sobre las Interacciones y las leyes de Newton; y la segunda, se basa sobre el desempeño de los estudiantes en la resolución de problemas.

En tal sentido, se hace necesaria su mayor colaboración y objetividad en el momento de responder las preguntas del instrumento. Esta investigación es absolutamente académica, por lo tanto la información que usted suministre será tratada confidencialmente.

Sin otro particular y agradeciendo de antemano su colaboración, le saluda,

Atentamente;

Lic. Oswaldo J. Bruzual F.

PRE-TEST DE FÍSICA DE 4^{to} AÑO

NOMBRE: _____ SECCIÓN: _____ LISTA: _____

I PARTE. VERDADERO O FALSO.

(Valor 20 puntos)

Instrucciones: En las siguientes proposiciones marque con una equis (X) en la letra (F) si es falso, o en la letra (V) si es verdadero. **En caso de presentar alguna duda, se le agradece consultar con el profesor. .** (Valor 1,25 puntos c/u)

- | | F | V |
|---|-----|-----|
| 1.- La Fuerza Normal es perpendicular a la superficie..... | () | () |
| 2.- La 1 ^{era} Ley de Newton es la de acción y reacción..... | () | () |
| 3.- El Peso es la fuerza con que el cuerpo es atraído por la gravedad..... | () | () |
| 4.- La Tensión es la fuerza ejercida por una cuerda..... | () | () |
| 5.- El Sistema de referencia inercial en reposo cumple las leyes de Newton | () | () |
| 6.- La Fuerza de Roce siempre es contraria al movimiento | () | () |
| 7.- La Masa Gravitacional es la que se mide en un movimiento..... | () | () |
| 8.- La Dinámica estudia el movimiento y todas las causas que lo producen... | () | () |
| 9.- La Fuerza es capaz de producir los efectos: dinámico y deformador | () | () |
| 10.-La 3 ^{era} Ley de Newton relaciona la aceleración con la masa..... | () | () |
| 11.- Fuerza cohesión, mantiene unidas a las moléculas de un mismo cuerpo.. | () | () |
| 12.- El Efecto Dinámico produce o modifica el movimiento de un cuerpo..... | () | () |
| 13.- La Fuerza es una magnitud vectorial..... | () | () |
| 14.- Las Interacciones Gravitacionales están en función de sus masas..... | () | () |
| 15.- La Fuerza Elástica mantiene unidas a las moléculas de dos cuerpos..... | () | () |
| 16.- La Masa Inercial es la que se mide en una balanza..... | () | () |

ANEXO N° 3

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE SUCRE
POSTGRADO MODULAR EN EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN CON MENCIONES

Estimado alumno(a):

El presente post-test se ha diseñado con la finalidad de obtener información útil y pertinente que permita la realización del estudio <<EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA “POLANBAS” PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA DEL 4^{to} AÑO DE CIENCIAS DEL LICEO BOLIVARIANO “**JOSÉ SILVERIO GONZÁLEZ**”, (2006-2007)>>, el cual representa un requisito parcial exigido por la Universidad de Oriente (U.D.O) para optar al grado de Magíster Scientiarum en Educación, Mención Enseñanza de la Física.

Este post-test consta de dos partes: la primera, se fundamenta en los conocimientos teóricos sobre las Interacciones y las leyes de Newton; y la segunda, se basa sobre el desempeño de los estudiantes en la resolución en los problemas asignados.

En tal sentido, se hace necesaria su mayor colaboración y objetividad en el momento de responder las preguntas del instrumento. Es importante resaltarle que la información suministrada por usted será tratada confidencialmente.

Sin otro particular y agradeciendo de antemano su colaboración, le saluda,

Atentamente;

Lic. Oswaldo J. Bruzual F.

POST-TEST DE FÍSICA DE 4^{to} AÑO

NOMBRE: _____ SECCIÓN: _____ LISTA: _____ FECHA: _____

I PARTE. VERDADERO O FALSO.

(Valor 8 puntos)

Instrucciones: En las siguientes proposiciones marque con una equis (X) en la letra (F) si es falso, o en la letra (V) si es verdadero. **En caso de presentar alguna duda, se le agradece consultar con el profesor.** (Valor 0,5 puntos c/u)

F V

- 1.- La Fuerza de cohesión mantiene unidas a las moléculas del mismo cuerpo() ()
- 2.- El Efecto Deformador produce o modifica movimiento de un cuerpo.....() ()
- 3.- La 3^{era} Ley de Newton es la de acción y reacción.....() ()
- 4.- Las Interacciones Fuertes son las que producen inestabilidad en el núcleo.() ()
- 5.- En las Interacciones gravitacionales, la fuerza puede ser de repulsión.....() ()
- 6.- La Masa Gravitacional es la que se mide en una balanza.....() ()
- 7.- La Tensión es la fuerza ejercida por un bloque sobre una superficie.....() ()
- 8.- La Dinámica estudia el movimiento y las causas que la producen.....() ()
- 9.- La Fuerza de Roce se origina en la superficie de contacto entre 2 cuerpos.() ()
- 10.- Las Interacciones eléctricas están en función de sus masas.....() ()
- 11.- La 2^{da} Ley de newton relaciona la aceleración con la masa.....() ()
- 12.- Las Interacciones son las acciones e influencias mutuas entre los cuerpos() ()
- 13.- La Masa Inercial es la que se mide en una balanza.....() ()
- 14.- La Fuerza es capaz de producir dos efectos el dinámico y el deformador.() ()
- 15.- El sentido de la fuerza restauradora es opuesta al desplazamiento.....() ()
- 16.- Interacciones gravitacionales actúan en función de sus masas.....() ()

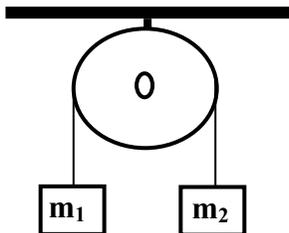
II PARTE. EJERCICIOS.

(Valor 12 puntos)

Instrucciones: Apreciado(a) alumno(a), a continuación se te presentan dos problemas para darle respuesta.

Nota: *Por favor, describe de manera clara y precisa cada una de las etapas que Usted sigues para su resolución.*

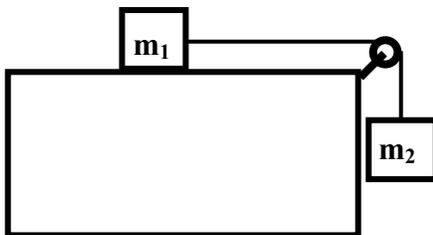
- 1.- Un bloque de masa $m_1 = 1,2 \text{ Kg}$ y otro de masa $m_2 = 3,8 \text{ Kg}$ cuelgan de los extremos de una cuerda que pasa por la garganta de una polea como lo indica la **figura**. Se supone que la polea no tiene masa, ni fricción. **a)** Hacer el diagrama del cuerpo libre de los dos bloques; **b)** Calcular la aceleración del sistema; y **c)** Calcular la tensión de la cuerda. **Nota:** $m_2 > m_1$ (Valor 6 puntos)



- 2.- En la **figura**, se muestra un bloque de masa $m_1 = 12 \text{ Kg}$ que descansa sobre una superficie horizontal que tiene un coeficiente de roce $0,2$, y está unido por una cuerda que pasa por una polea a un bloque suspendido de masa $m_2 = 20 \text{ Kg}$. Si se supone que la polea no tiene masa, ni fricción. Calcular: **a)** Hacer el diagrama del cuerpo libre de los dos bloques; **b)** la aceleración del sistema; y **c)** la tensión de la cuerda.

Nota: $m_2 > m_1$

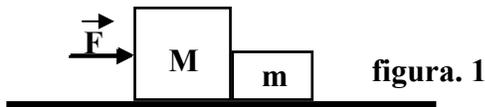
(Valor 6 puntos)



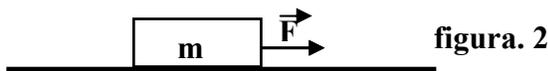
ANEXO N° 4

GUÍA DE PROBLEMAS DE FÍSICA

- 1.- Un automóvil pesa 840 Kp se mueve sobre una carretera plana a una velocidad de 54 Km/h. (a) ¿Cuánto vale la fuerza (suponiéndola constante) que requiere para detenerlo en una distancia de 70 m?; (b) ¿Cuál es el coeficiente mínimo de rozamiento entre los cauchos y la carretera para que esto sea posible?
- 2.- Un hombre que pesa 980 Newton está dentro de un ascensor, parado sobre una balanza de resorte. ¿Qué lectura indica la balanza en los siguientes casos?:
a) Cuando el ascensor está detenido; **b)** Cuando asciende con aceleración de $2,2 \text{ m/s}^2$; **c)** Cuando desciende con aceleración de $2,2 \text{ m/s}^2$; **d)** Cuando se mueve con una velocidad constante; y **e)** Cuando se rompe la guaya que sostiene al ascensor.
- 3.- En la **figura. 1**, se encuentran dos bloques apoyados sobre una superficie horizontal sin rozamiento, y se aplica una fuerza $F = 10 \text{ N}$. Si las masas de los bloques son $M = 4 \text{ Kg}$ y $m = 1 \text{ Kg}$. **a)** Graficar el diagrama del cuerpo libre; **b)** Calcular la aceleración con que se mueven ambos bloques; y **c)** Calcular la fuerza que el bloque menor hace sobre el bloque mayor.



- 4.- Un cuerpo de masa de 20 Kg, esta situado sobre una superficie horizontal (**ver figura. 2**). Se le aplica una fuerza $F = 149 \text{ N}$. Si el coeficiente de roce es de 0,45.
a) Graficar el diagrama del cuerpo libre; **b)** Calcular la fuerza Normal; y **c)** Calcular la aceleración del cuerpo.



- 5.- Se dispone de dos bloques de masa $m_1 = 8 \text{ Kg}$ y de masa $m_2 = 12 \text{ Kg}$, ambos están situados sobre una superficie horizontal y unidos entre sí por una cuerda inextensible y sin peso (como lo indica la **figura. 3**), al bloque de masa m_2 se le aplica hacia la derecha una fuerza horizontal de 50 Newton, siendo la fuerza de roce nula con la superficie. **a)** Graficar el diagrama del cuerpo libre de los dos bloques; y **b)** Calcular la aceleración del sistema.

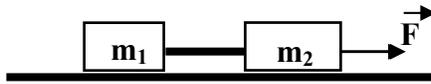


figura. 3

- 6.- Un bloque de masa $m_1 = 1,2 \text{ Kg}$ y otro de masa $m_2 = 3,8 \text{ Kg}$ cuelgan de los extremos de una cuerda que pasa por la garganta de una polea como lo indica la **figura. 4**. Se supone que la polea no tiene masa, ni fricción. **a)** Graficar el diagrama del cuerpo libre de los dos bloques; **b)** Calcular la aceleración del sistema; y **c)** Calcular la tensión de la cuerda.

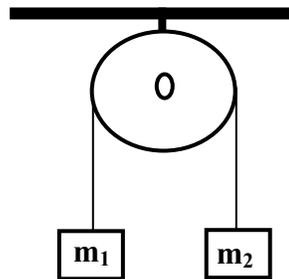


figura. 4

- 7.- En la **figura. 5**, se muestra un bloque de masa $m_1 = 12 \text{ Kg}$ que descansa sobre una superficie horizontal sin rozamiento, y está unido por una cuerda que pasa por una polea a un bloque suspendido de masa $m_2 = 20 \text{ Kg}$. Si se supone que la polea no tiene masa, ni fricción. **a)** Graficar el diagrama del cuerpo libre de los dos bloques; **b)** Calcular la aceleración del sistema; y **c)** Calcular la tensión de la cuerda.

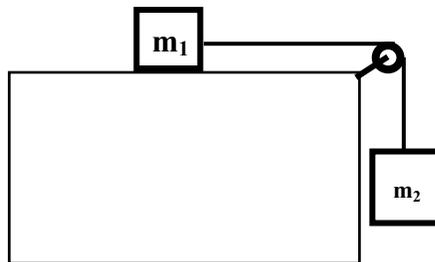


figura. 5

- 8.- Resolver el problema anterior (**figura. 5**), considerando que el bloque m_1 que descansa sobre la superficie tiene un coeficiente de roce dinámico de 0,2.
- 9.- En la **figura. 6**, se muestra un bloque de masa $m_2 = 40 \text{ Kg}$ que descansa sobre una superficie horizontal sin rozamiento, y está unido respectivamente por dos cuerdas que pasan por dos poleas a dos bloques suspendidos de masa $m_1 = 20 \text{ Kg}$ y $m_3 = 30 \text{ Kg}$. Si se supone que las dos poleas no tienen masa, ni fricción.

- a) Graficar el diagrama del cuerpo libre de los tres bloques; b) Calcular la aceleración del sistema; y c) Calcular las tensiones (T_1 y T_2) de las cuerdas.

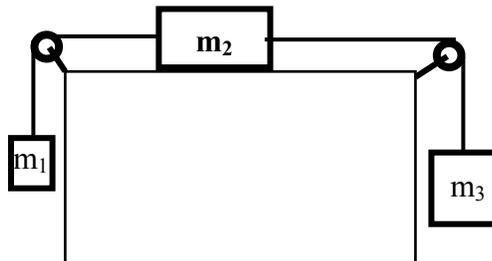


figura. 6

- 10.- Resolver el problema anterior (figura. 6), considerando que el bloque m_2 que descansa sobre la superficie y tiene un coeficiente de roce estático de 0,3

- 11.- Un cuerpo de masa 80 Kg sobre un plano inclinado, formando éste un ángulo de 30° con respecto al plano horizontal como se muestra en la figura. 7. Supóngase que la fuerza de fricción es nula. a) Graficar el diagrama del cuerpo libre; b) Calcular la fuerza Normal; y c) Calcular la fuerza con que el bloque se desliza hacia abajo en el plano inclinado.

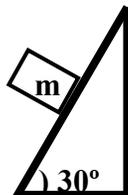


figura.7

- 12.- Resolver el problema anterior (figura. 7), considerando que la fuerza de roce es de 3 Newton.

- 13.- Se muestran dos bloques unidos por una cuerda que pasa por la garganta de una polea de masas $m_1 = 5$ Kg, y $m_2 = 8$ Kg como lo indica la figura. 9, si se supone nulo el roce. Calcular: a) la fuerza normal; b) la aceleración del sistema; y c) la tensión de la cuerda.

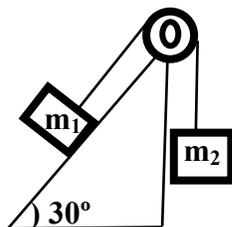


figura. 9

Hoja de Metadatos

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/5

Título	EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA “POLANBAS” PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA DEL 4^{TO} AÑO DE CIENCIAS DEL LICEO BOLIVARIANO “JOSÉ SILVERIO GONZÁLEZ” (2006-2007).
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Bruzual F; Oswaldo J.	CVLAC	9980322
	e-mail	oswaldo_bruzual@cantv.net
	e-mail	oswaldo_bruzual@yahoo.com
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Palabras o frases claves:

Evaluación
Metodología del Modelo “POLANBAS”
Estrategias Cognitivas
Estrategias Procedimentales

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/5

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
<i>Ciencias Básicas</i>	Física

Resumen (abstract):

El objetivo general de este estudio estuvo dirigido a evaluar la eficiencia metodológica del Modelo “POLANBAS” en el aprendizaje de la Física del 4to Año de Ciencias del Liceo Bolivariano “José Silverio González”, tomando en cuenta las deficiencias que muestran los alumnos en cuanto a la poca utilización de estrategias procedimentales y cognitivas adecuadas para realizar las actividades relacionadas con la resolución de problemas y su incidencia sobre el bajo rendimiento académico de los mismos en esta asignatura. Para ello se realizó una investigación de campo que estuvo basada en un estudio cuasi-experimental, se aplicó un cuestionario y un diseño de pretest y post test, simultáneamente, a un grupo experimental (GE) y a un grupo control (GC), y se compararon antes y después de utilizar la metodología propuesta. El procesamiento de los resultados se realizó utilizando una tabulación de los valores, un análisis descriptivo porcentual y un análisis estadístico mediante la distribución muestral de diferencia de medias de una Prueba “t” de Student, que permitieron establecer las diferencias entre las respuestas dadas por los estudiantes en ambos casos. De los resultados se concluyó que las herramientas cognitivas y procedimentales son muy limitadas y que los alumnos necesitan optimizar sus capacidades no sólo para resolver problemas de física sino también de asignaturas afines.

Palabras clave: Evaluación, Metodología del Modelo “POLANBAS”, Estrategias Cognitivas y Estrategias Procedimentales.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/5

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
Tovar; Ensony J.	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
Santo; Simón	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
Perez; Carlos	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2008	06	26

Lenguaje: spa

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/5

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
TESIS-POLANBAS.doc	Microsoft Office Word

Alcance:

Espacial: *Universal*

Temporal: *Intemporal*

Título o Grado asociado con el trabajo:

Magíster Scientiarium en Educación Mención Enseñanza de la Física

Nivel Asociado con el Trabajo:

Magister

Área de Estudio:

Educación

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:

Universidad de Oriente

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso –
5/5

Derechos:

Los autores garantizamos en forma permanente a la Universidad de Oriente el derecho de archivar y difundir, por cualquier medio, el contenido de esta tesis.

Esta difusión será con fines estrictamente científicos y educativos, pudiendo cobrar la Universidad de Oriente una suma destinada a recuperar parcialmente los costos involucrados. Los autores nos reservamos los derechos de propiedad intelectual así como todos los derechos que pudieran derivarse de patentes industriales o comerciales.

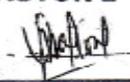


AUTOR 1



TUTOR

AUTOR 2



JURADO 1

AUTOR 3



JURADO 2



POR LA SUBCOMISIÓN DE TESIS:

18433199