

Revista Latinoamericana de Difusión Científica



Resolución de problemas en cuatro pasos como proyección didáctica en el contexto de la enseñanza de la Física

DOI: <https://doi.org/10.38186/difcie.23.05>

Alfonso Cabrera Zurita *

Carlos Alberto Ríos Campos **

Freddy Camacho Delgado ***

Germán Sánchez Medina ****

Pilar Ríos Campos *****

Ronald Omar Estela Urbina *****

Karina Gutiérrez Valverde *****

RESUMEN

En el contexto de la Escuela de Ingeniería Informática y de Sistemas de la Universidad Privada San Pedro, se analizó la dependencia del procedimiento para resolver problemas de Física I por medio de 4 pasos con respecto al rendimiento académico y actitudes de los estudiantes. Se estableció un grupo experimental y otro de control, se utilizó la enseñanza tradicional al grupo control y al grupo experimental se aplicó la solución de problemas de Física usando 4 pasos. Se concluyó, que el rendimiento académico en los estudiantes del grupo experimental había obtenido mejores puntajes que el grupo control.

PALABRAS CLAVE: Resolución de problemas; rendimiento académico; enseñanza de la Física.

* Docente Principal. Decano de Ingeniería. Universidad Politécnica Amazónica. gcabrera@upa.edu.pe

** Docente investigador. Universidad César Vallejo. <https://orcid.org/0000-0001-8003-5577>, carlosrioscampos@gmail.com

*** Docente Principal. Universidad Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía de Bagua. fcamacho@unibagua.edu.pe

**** Docente Principal. Vicerrector de Investigación. Universidad Nacional de Piura. germansanchezm@yahoo.es

***** Docente Principal. Directora del Departamento Académico de Ingeniería de Sistemas. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. <https://orcid.org/0000-0002-9281-6423>, prios@unprg.edu.pe

***** Docente asociado. Jefe de Laboratorio de Física. Universidad Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía de Bagua. <https://orcid.org/0000-0001-5240-1242>, restela@unibagua.edu.pe

***** Docente universitaria. Jefe del Laboratorio de Física y Termodinámica. Universidad Nacional de Frontera. Licenciada en Física. kgutierrez@unfs.edu.pe

Recibido: 21/05/2020

Aceptado: 16/07/2020

Solving problems in four steps as a didactic projection in the context of Physics teaching

ABSTRACT

In the context of the School of Computer and Systems Engineering of the Private University San Pedro, the dependence of the procedure to solve Physics I problems was analyzed by means of 4 steps regarding the academic performance and attitudes of the students. An experimental group and a control group were established, traditional teaching was used for the control group and the solution of Physics problems was applied to the experimental group using 4 steps. It was concluded that the academic performance in the students of the experimental group had obtained better scores than the control group.

KEYWORDS: Problem solving; academic performance; Physics teaching

Introducción

Elevar la calidad de la enseñanza constituye una creciente preocupación en las universidades peruanas y del resto del mundo que se relaciona, de un lado, con la competencia nacional e internacional entre instituciones de formación superior y por otro, con una preocupación respecto de su papel en el desarrollo de la ciencia y la tecnología (Figallo, s.f.).

Diversos autores consideran que la actividad humana fundamental es el planteamiento y resolución de problemas y que por lo tanto dicha actividad debería convertirse en el objeto directo de la enseñanza (Asociación Española de Científicos, s.f.).

La mayoría de los autores consultados coinciden, con los cuales nos sentimos identificados, que los estudiantes consideran a la física como una asignatura difícil, mostrando bajo nivel de preocupación hacia su estudio, sobre todo en los estudiantes de los primeros cursos (Guisasola, Furió, Ceberios & Zubimendi, 2006; Ferreyra & González, 2006 & Becerra, 2004). Rugarcía (1993) señala la presencia de una serie de dificultades presentadas por los alumnos en la solución de problemas.

Se plantea la cuestión del fracaso de los estudiantes en el primer curso universitario, como un problema que tiene que ser investigado y no como la búsqueda rápida de una justificación de las dificultades planteadas por los docentes sobre la falta de base de sus conocimientos previos o por la poca motivación de los estudiantes

por considerarla una asignatura difícil (Guisasola, Grass-Martí, Martínez-Torregosa, Almudi, & Becerra, s.f.).

Las dificultades que se presentan en menor o mayor medida, en la resolución de problemas de física, han sido objeto de diferentes trabajos de investigación, los que consideran que los problemas de física deben resolverse no como un todo, sino deben ser vistos en sus partes, a efecto de lograr resultados confiables que permitirán mejorar el rendimiento académico (Rugarcía, 1993; Guisásola, 2005 & Montanero, 2005).

Teniendo en cuenta lo anterior y valorando distintos modelos pedagógicos, se decidió por un modelo de enseñanza - aprendizaje que haga mayor énfasis en el proceso de aprendizaje y no sólo en los resultados.

En este contexto señalamos una estrategia didáctica que permitiría que los alumnos lleguen a la solución de los problemas de física aplicando un procedimiento de cuatro pasos que son: identificación de los datos del problema, diagrama del cuerpo libre, expresiones matemáticas y desarrollo. Esta propuesta tiene su fundamento teórico en la propuesta de Polya (1999) de como plantear y resolver problemas, y que ha sido acondicionada para el caso de resolución de problemas de física.

En el ciclo básico de la ingeniería, la física cumple papeles especiales en los aspectos cognitivo y formativo y si bien el ingeniero desarrolla su actividad en forma científica, no es un científico ni tampoco un técnico, ya que su función es trabajar sobre base científicas, pero sin caer en la abundancia de la teoría y cuanto mayor se correlacionan ambas acciones, mejor y más interesante será la respuesta que se dé a la situación (Concari, s.f.).

La física en las facultades de ingeniería surge como una respuesta a la tendencia mundial de promover esta ciencia como parte en el desarrollo de las tecnologías competitivas, como, por ejemplo, la de inducir al estudiante actitudes y habilidades que le permitan cursar satisfactoriamente su asignatura, crear hábitos de trabajo individual y de equipo para la búsqueda de conocimiento científico y su aplicación en la solución de problemas, entre otras (Nieto, 2004).

En relación a la definición de problema, existen muchas y variadas, sin embargo participamos de las propuestas de los autores Krulik & Rudnick (1980), citados por Becerra, Gras-Martí, Martínez-Torregrosa (s.f.), que dicen que un problema es una

situación cuantitativa o no, de la que se pide una solución, para lo cual los individuos implicados no conocen medios o caminos evidentes para obtenerlas.

Así mismo, Hudgins, 1996; Hayes, 1981; Gil Pérez & Martínez y Torregrosa, 1983; Bodner & MacMillen, 1986, citados por Becerra, Gras-Martí, Martínez-Torregrosa (s.f.), consideran que un problema es una situación que presenta dificultades para los cuales no hay soluciones evidentes.

En lo referente a resolución de problema, es definida como una actividad por medio de la cual se determina el mejor valor para una incógnita, bajo un grupo de condiciones determinadas, es decir, una resolución de problema implica una situación de transferencia de conocimientos ocupando un lugar relevante en el proceso educativo universitario como estrategia de enseñanza y como instrumento de evaluación (Rueda & García, 2002).

Sin embargo, referidos a las asignaturas de física en las carreras de ingeniería, consideran que la resolución de problemas de esta asignatura ayuda a pensar en forma lógica, haciendo uso de leyes y principios y que además no sólo involucra el entendimiento de dichas leyes sino el desarrollo de una estrategia básica (Lipowicz, 1983; Goulter, 1983; mencionados por Rugarcia, 2002).

Así mismo, otros autores consideran que en la resolución de problemas adquiere mayor significado cuando estos están referidos a los problemas de física como elementos para establecer juicios acerca de los conocimientos conceptuales, conocimientos en los aspectos de procedimientos, articulados mediante técnicas y estrategias para dar respuesta a situaciones planteadas por el profesor (Alzugaray & Oviedo, s.f.).

Sin embargo, una propuesta un poco más amplia, considera que es necesario que se proponga a los estudiantes tres componentes esenciales para que expresen, en forma cualitativa, las partes principales necesarias para resolver problemas, tales como:

- a) Principios o conceptos que se han de aplicar para resolver el problema.
- b) Determinar por qué se aplican, que equivale a dar una justificación y
- c) Cómo se aplican (Leonard, 1996).

Investigadores correspondientes a la temática de resolución de problemas, señalan que para resolver problemas no sólo es necesario ciertas habilidades, ya que

se tiene que atender, recordar y relacionar entre sí ciertos elementos o partes que consta el problema, sino que también en la mayoría de los problemas tiene que establecerse un determinado orden para que nos lleven a la meta. En tal sentido, es necesario que la comprensión y la planificación sean etapas fundamentales en la resolución de cualquier tipo de problema (Pozo & Pino, s.f.).

Efectivamente, la solución de problemas lleva una estrategia, la cual demanda el uso de conocimientos proporcionando en cierta manera estímulo a la creatividad e innovación, así como la aplicación del ingenio para resolver problemas por parte del operador (Nieves, s.f.); Curso interactivo, (2005); (Nicles, 1981; citado por Guisasola, s.f.; Furio, s.f.; Ceberio, s.f. & Zubimendi).

Neto y Valente (1988) consideran que de acuerdo a lo señalado por Vygotsky (1996) las orientaciones de los objetivos educativos para el desarrollo de las tareas mecánicas y rutinarias, los números predominan sobre las palabras, en las que al final todas las atenciones se centralizan en la fórmula, o sea aquello que el alumno ya sabe realizar, dará lugar a una educación conservadora, poco capaz de servir de motor a ese desarrollo.

Rueda & García (2002), en cuanto se refiere al proceso de la resolución de problemas, proponen como una actividad en la cual la interpretación del enunciado y la verificación de la solución, resultan tan importantes como la selección de la estrategia y su aplicación.

Referente a la resolución de problemas dada por Concari, (s.f.), manifiesta que es una actividad que requiere tiempo y esfuerzo, pero que al mismo tiempo puede resultar una actividad placentera y motivadora, ya que implica tanto descubrimiento como mejorar nuestro conocimiento, aportar nuevos puntos de vista y mejorar la capacidad para resolver otros problemas. También implica aplicar y vincular conocimientos previos, probablemente de áreas diferentes del conocimiento, buscando nuevas relaciones.

De la misma manera, Polya (1999) considera que resolver un problema es una cuestión de habilidad práctica y que, al tratar de resolver problemas, hay que observar e imitar lo que otras personas hacen en casos semejantes, es decir, que cuando un maestro ante la clase debe dramatizar un poco sus ideas y hacerse las mismas preguntas que emplea para ayudar a sus alumnos.

Algunos autores, refieren que la solución de problemas de física mediante el uso de problemas abiertos de lápiz y papel, los alumnos en el desarrollo de problemas, deben considerar el uso de tres fases de carácter estratégicos como son: tener conocimientos, saber extraer información importante y relacionar conocimientos a medida que va progresando en la resolución de problemas (Gil & Martínez, 1987; Montanero, 1994; Gil, 1999; citados por Montanero & León, s.f.).

Ante esta situación los docentes están ofreciendo oportunidades adecuadas para que aprendan a resolver problemas y para responder es este interrogante es necesario la elaboración, con carácter tentativo, de posibles estrategias que muestren coherencias con el cuerpo de conocimientos que se dispone, verbalizando lo que se hace y evitando operaciones carentes de significación física (Becerra, 2004).

Además, debe tenerse presente que, para resolver un problema de forma creativa, debe existir conocimientos y la técnica o estrategia para enfrentarlos (Rugarcía, 1993).

En estas condiciones, Montanero & León (s.f.), respecto a la características para aplicar la estrategia en la resolución de problemas, consideran que la estrategia no sólo debe ser un conjunto de operaciones ordenadas con un carácter más o menos flexible, ni tampoco considerarla como un truco o receta que marca una secuencia de acciones que conducen mecánicamente a un fin o que se reduzca a una enseñanza de contenidos procedimentales, sino como una serie de orientaciones metodológicas concretas para favorecer la práctica educativa.

Continuando respecto a las estrategias para resolver problemas, Solaz-Portolés & López (s.f.), consideran que las estrategias que utilizan las personas en los distintos procesos y actividades de aprendizaje, han resultado decisivas en el logro de acciones importantes en los resultados. Así mismo, Meyer (1984), Carpenter (1987) y Hegarty-Hazel & Prosser (1991), mencionados por ambos autores, manifiestan, que los sujetos con mejores estrategias de estudio recuerdan más información y de manera más organizada, mejorando sus conocimientos para resolver problemas.

Actitud es una forma de respuesta a alguien y relativamente permanente y se la define como una reacción positiva o negativa hacia un objeto o proposición abstracto o concreto denotado. Bajo estas circunstancias las actitudes son aprendidas y tienden a permanecer bastantes estables con el tiempo y son dirigidas siempre hacia un objeto o idea particular.

En estas condiciones dadas, las actitudes se componen de 3 elementos: cognitivo (lo que piensa), emocional (lo que siente) y el conductual (tendencia a manifestar pensamientos y emociones) que, en conjunto, las actitudes, son tendencias, disposiciones o inclinaciones. para actuar en determinada manera. Una vez formada es difícil que se modifique, la cual depende según sea su procedencia: familiar (desde muy temprana edad y reforzadas después), otras aprendidas de la sociedad y otras dependen del individuo mismo, pero sin embargo hay veces que pueden modificarse, a cuál obedece a diferentes motivos como por ejemplo una persona puede cambiar de grupo social y asimilar las actitudes de ésta (Papalia, Whittaker, Cerda, Edir, s.f.).

Siempre que se tiene dos ideas, actitudes u opiniones que se contradicen estamos en un estado de disonancia cognitiva o desacuerdo, lo que hace que nos sintamos incómodos psicológicamente y por eso debemos de hacer algo para disminuir esa disonancia. En este sentido, la disonancia se pone de manifiesto en forma más marcada, en los jóvenes de la primera asignatura de física en lo que se refiere a la forma de resolver problemas, dado que existen diferentes formas de propuestas para hacerlos sin análisis y comprensión del mismo (Festinger, s.f., citado por Papalia, Whittaker, Cerda, Edir, s.f.).

En estas condiciones, la actitud es un producto final que son aprendidas en el contexto social y condicionan respuestas hacia grupos, objetos, hechos y situaciones, por lo que las actitudes se van construyendo en cada relación interpersonal, incorporando valores y atribuciones (Muchnik & Siederman, 1983).

Otros autores estiman que cuando la persona se enfrenta al examen, aparecen pensamientos como: no voy aprobar, ¿lo haré bien?, se me va a olvidar todo, ¿sacaré una mala nota?, no me salen los problemas, entre otros. Dichos pensamientos provocan una disminución de la autoestima (imagen que se tiene de él frente a si mismo) que lo lleva de una forma irrevocable a una actitud negativa (Fuentes & Fuentes, s.f.).

Referida a la calidad universitaria, Trillo (s.f.), considera que la actitud de los estudiantes es un indicador de la calidad de enseñanza en la universidad.

Muller (s.f.), mencionado por Trillo (s.f.), considera que aunque durante siglos se ha asumidos que para aprender se requería de esfuerzo y talento y que el fracaso estudiantil se basaba en estos dos aspectos, hoy en día el estudiante considera que

la deficiencia en su aprendizaje no son solo los factores antes mencionados, sino que se debe más bien al resultado de una formación inadecuada y que por lo tanto “la calidad de las instituciones de enseñanza está directamente relacionada con la calidad de los procesos de aprendizaje que promueven en los estudiantes”.

Rueda & García (2002), manifiestan que los aspectos cognitivos son sólo uno de los problemas que enfrentan los alumnos que acceden al nivel superior y dentro de ellos la resolución de problemas es una de las dificultades.

Russel & Plants, mencionados por Rugarcía (1993) definen la taxonomía como clasificación con el propósito de estudio, es decir, una taxonomía se crea para permitir el estudio de las partes de un tema de conocimiento, que es muy amplio o confuso para abarcarlo como un todo y la resolución de problemas es un tema de esta naturaleza, ya que, al hacerlo, se puede demorar tiempos imprevisibles desde segundos hasta días o más, dependiendo del operador y su técnica.

Clocciatti (1998), manifiesta que al enfrentar un problema de Física es importante recordar lo siguiente: Lee el problema, haz un dibujo del problema, definir las fórmulas apropiadas, calcula la solución haciendo todos los pasos posibles sin reemplazar las variables y parámetros por sus valores numéricos, repite el cálculo usando los valores numéricos desde el principio, de manera que los diferentes pasos proporcionarán valores numéricos intermedios.

Por lo tanto, la solución debería incluir una descripción de los pasos, los objetivos buscados con cada uno de ellos y los principios que se aplicaron. Estas notas y explicaciones, que podrían ser incluso substancialmente más extensas que las propias ecuaciones y derivaciones estrictamente necesarias para la resolución del problema, serán de mucha utilidad en el momento de repasar el material para un examen. Más importante todavía, el proceso de elaboración de las explicaciones al problema dará al estudiante la seguridad de que no ha pasado por alto ninguna información esencial para comprender el problema.

Se observa a través de la enseñanza docente, que la mayoría de los estudiantes de Ciencia e Ingeniería, mantienen muchos modos de abordar la resolución de problemas, debido en parte, a que el profesorado de esta asignatura en su enseñanza no considera la utilización de guías para resolver problemas, sino más bien lo hace desde una manera muy general, interesándose más en el resultado que

en la comprensión de los contenidos, mostrando así la no existencia de una lógica en su procedimiento.

Así mismo, se ha podido constatar que los estudiantes del primer curso de física, en muy pocas oportunidades hacen uso de una lectura apropiada del enunciado del problema, ya sea porque de alguna manera tratan de obtener el resultado numérico sin comprender que los datos son una fuente importante para llegar a un resultado razonable en el tiempo apropiado.

El primer paso o primera etapa está mayormente dirigido a recolectar los datos tanto conocidos como desconocidos necesarios, que se dan en el enunciado del problema, dándoles un símbolo que identifique lo que representa dentro del problema.

En un segundo paso, los símbolos usados en la etapa anterior son escritos en un esquema o diagrama, llamado diagrama del cuerpo libre, teniendo cuidado de no escribir símbolos que no aparecen en los datos o en todo caso dejar de escribir los que aparecen en dichos datos. En tales casos se escribirán los datos que no han sido tomados en cuenta con su respectiva simbología o si los datos tomados inicialmente no se utilizan, borrarlos. Lo más importante es que exista una secuencia lógica que dé continuidad a lo que se quiere resolver.

Una tercera etapa o paso se hace necesario dentro de lógica del procedimiento, en el sentido de realizar una cuantificación previa por medio de las fórmulas necesarias para ese determinado problema. La simbología usada en las ecuaciones, guardarán correspondencia con los pasos anteriores, de tal manera que se muestre armonía tanto en procedimiento formal como en el de fondo.

Finalmente, en un cuarto paso se concluirá reemplazando en las fórmulas los valores numéricos conocidos y despejando aquellos valores que son parte de la pregunta para obtener la respuesta.

Así mismo, se desprende de esta propuesta que los dos primeros pasos son casi de carácter cualitativa y que sólo nos da el aspecto formal de la solución del problema, mientras que los dos últimos pasos son más de carácter cuantitativo, en donde se decidirá el grado de acercamiento a la solución del problema.

- Aporte Metodológico

Resolver problemas en forma planificada y coherente, por encima de la rapidez de la respuesta, que permitiría a sus profesores centrar su calificación en el proceso.

- **Aporte Práctico**

Dar Inicio en los estudiantes, el espíritu de investigación, dado que la estrategia didáctica permite descubrir las relaciones básicas de los fenómenos naturales dado en el enunciado del problema y cuyo resultado sea sancionado por la experiencia y la realidad concreta mediante el uso de cuatro pasos debidamente sistematizados.

- **Novedad Científica**

Propensión conceptual, procedimental y algorítmica de la propuesta didáctica, orientada a la contextualización educativa con la Estrategia de Cuatro Pasos en el ámbito de la solución de problemas de la física.

- **Aporte Teórico**

Establecer juicios acerca de conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales, haciendo uso de leyes y principios de la física.

- **Actitudes**

En esta propuesta, referente a actitudes, se tiene que considerar que, para efectos de resolver problemas de física, se han tomado en cuenta tres aspectos fundamentales y que están referidas a los siguientes aspectos: Hacia la asignatura de física, hacia la resolución de problemas de física y hacia el profesor de física.

1. Metodología

1.1. Objeto de estudio

Estrategia de resolución de problemas en cuatro pasos.

1.2. Métodos y Técnicas

Proponer la estrategia de cuatro pasos de la resolución de problemas como proyección didáctica en el contexto de la enseñanza de la física I, que permitan mejorar el rendimiento académico y las actitudes hacia la física, hacia la resolución de

problemas de física y hacia el profesor de física, de los alumnos de la Escuela de Ingeniería Informática y de Sistemas de la Universidad Privada San Pedro.

Objetivos específicos: Diagnosticar el nivel de conocimientos previos de la asignatura de Física I; conocer el nivel inicial de las actitudes hacia la física, hacia la resolución de problemas y hacia el profesor de física; determinar el nivel de avance de aplicación de la estrategia durante el proceso; evaluar el efecto de la aplicación de la estrategia por pasos.

Para dar respuesta al problema planteado, la estrategia propuesta en 4 pasos representa una alternativa para ayudar a los jóvenes del área de ingeniería y de esa manera tengan un marco explicativo más o menos completo de cómo se aprende a resolver problemas.

1.3. Procedimiento

Selección del Grupo Control y Experimental: Los estudiantes están divididos en dos secciones, A y B, de acuerdo a lo establecido por la Escuela de Ingeniería Informática y de Sistemas, basado en el orden en que los estudiantes registraban sus matrículas.

A efecto de analizar la experiencia didáctica propuesta, el grupo control y el grupo experimental, se seleccionaron estableciendo una única prueba de conocimientos para ambos grupos, que se hizo en forma simultánea en un tiempo de 25 minutos y que consiste en la aplicación de un problema con dos preguntas del tema de movimiento rectilíneo uniformemente variado (con aceleración constante) cuyo contenido sea muy parecido a los estudiados en educación secundaria. La base del problema propuesto se ha seleccionado del libro de Bennet (1996) y no de otro libro de uso de texto en los colegios ya que la mayoría de ellos tienen que solucionar los problemas propuestos.

Terminada la prueba de conocimientos, se aplica la prueba de actitud al grupo A y al grupo B en forma simultánea, con tiempo abierto, es decir, hasta que el alumno considere conveniente entregar la prueba.

La calificación de la prueba de conocimientos, para ambas secciones, se hace en forma tradicional, y la de actitud se hace de acuerdo a la norma establecida en la técnica de Likert. Aquel grupo cuyo promedio de notas sea el más bajo, comparado

con el otro grupo, es el que se selecciona como grupo experimental y el otro grupo será considerado como grupo control.

Determinados los grupos control y experimental, se aplica primero la prueba de conocimientos que fue elaborada por los autores teniendo como base los problemas propuestos por el libro texto de Nivel Universitario propuestos en libro de Serway, tomo 1 (1996) considerando dos problemas: una del capítulo de cinemática de la partícula con dos preguntas, y el otro del capítulo de Dinámica de la partícula con dos preguntas para ser resueltos en 50 minutos, con una calificación de 5 puntos como máximo por pregunta (cuatro en total) y por lo tanto con un calificativo total de 20 (calificación vigesimal). La mencionada calificación se realizó considerando la forma tradicional, es decir como conjunto.

Exámenes en el proceso: Después del examen del pretest, se aplicó la experiencia al grupo experimental y al grupo control se desarrolló en forma tradicional, es decir la resolución de problemas se considerándolo como un todo, es decir sin una identificación de datos que permitan ubicar las variables, con un ligero bosquejo de alguna u otra figura, independiente de los datos, con una gran cantidad de fórmulas aplicables o no aplicables y con un procedimiento basado en tratar de colocar los valores numéricos.

A efecto de analizar la evolución de la aplicación de la propuesta didáctica para comprobar los efectos experimentales en el proceso de aplicación, se toman dos exámenes parciales, de acuerdo a lo establecido por el reglamento de Estudios de la Universidad, los cuales deben ser desarrollados con la estrategia propuesta de resolver el problema por partes o etapas.

De acuerdo a las normas de evaluación establecidas en el Reglamento de Estudios de La Universidad Privada San Pedro, se toman dos evaluaciones parciales, uno cada dos meses de estudio: una a fines del mes de octubre y otra a mediados del mes de diciembre.

2. Resultados

2.1. Resultados de la aplicación de la didáctica propuesta – Rendimiento Académico

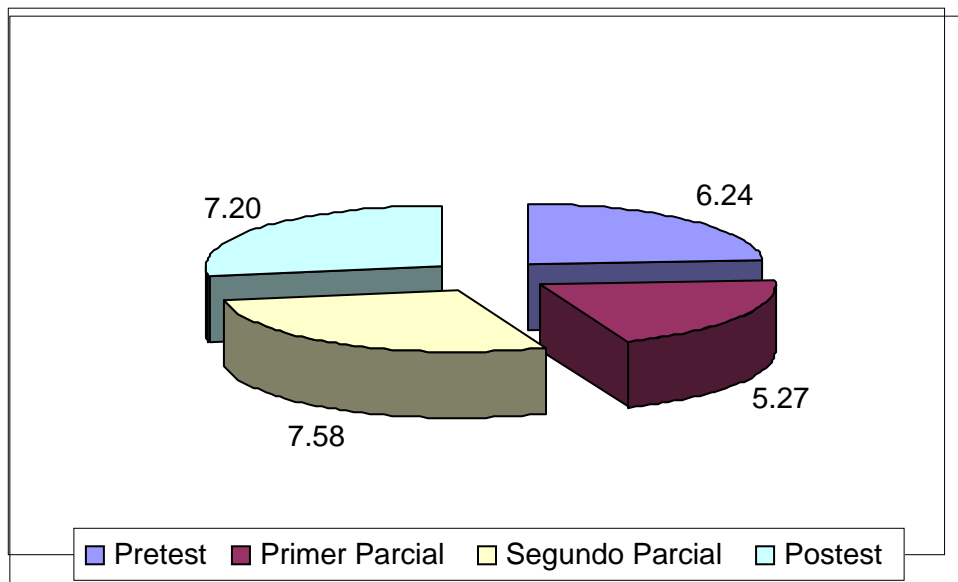


Figura 1. Rendimiento Académico - Grupo Control

Fuente: Elaboración propia

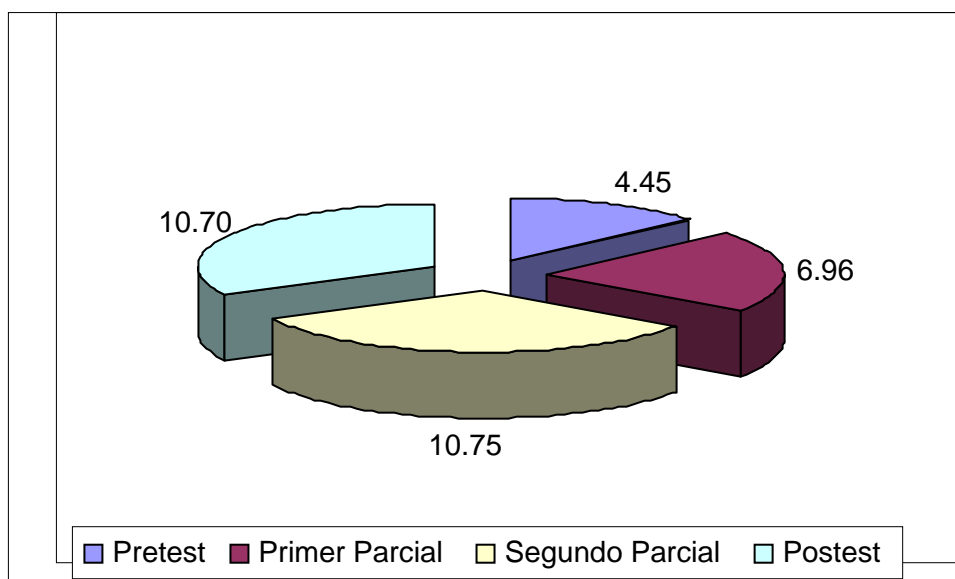


Figura 2. Rendimiento Académico - Grupo Experimental

Fuente: Elaboración propia

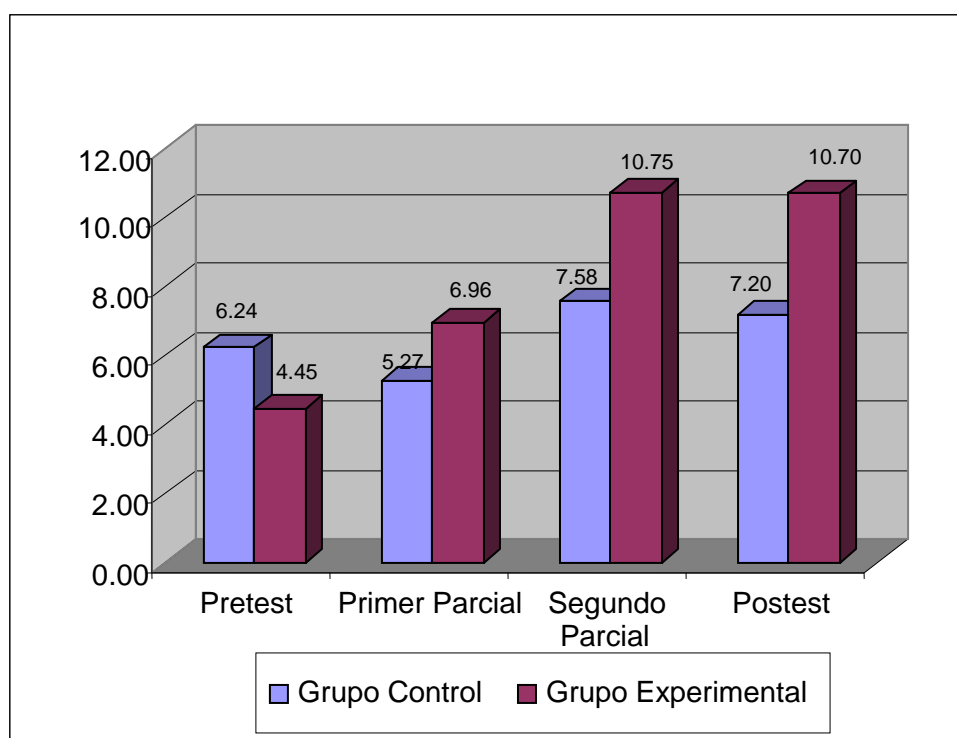


Figura 3. Rendimiento Académico

Fuente: Elaboración propia

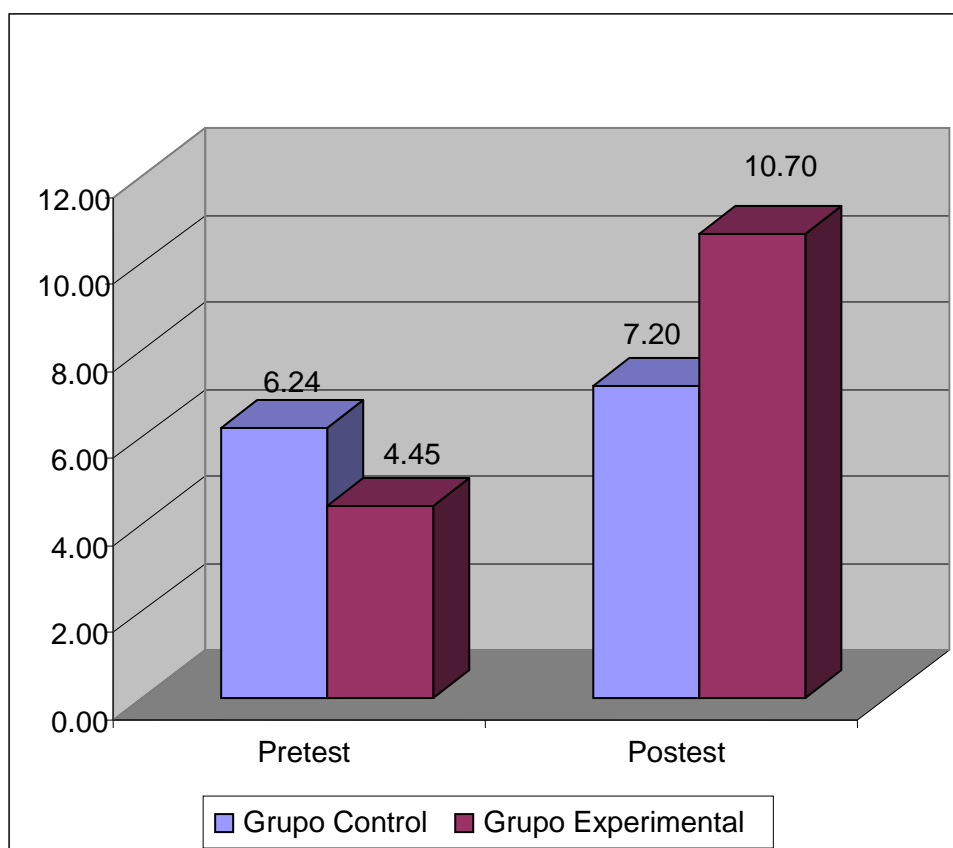


Figura 4. Rendimiento Académico - Pretest – Posttest

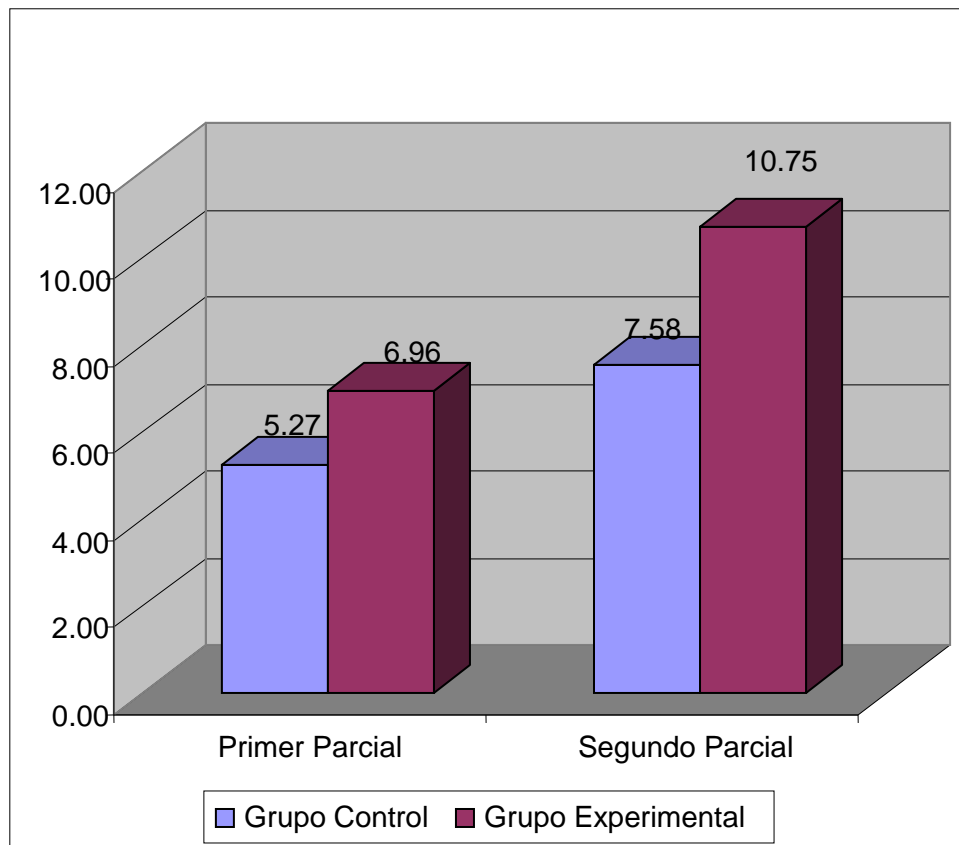


Figura 5. Rendimiento Académico en Proceso

Fuente: Elaboración propia

2.2. Resultados de la aplicación de la didáctica propuesta – Actitudes

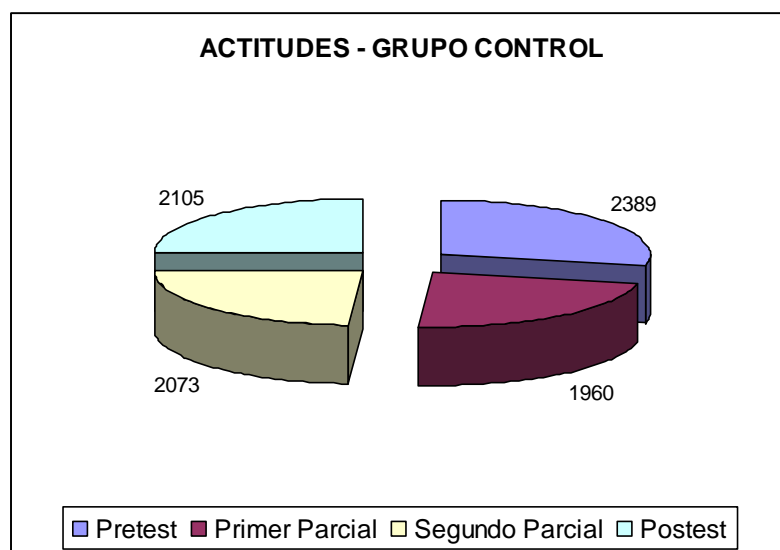


Figura 6. Actitudes – Grupo Control

Fuente: Elaboración propia

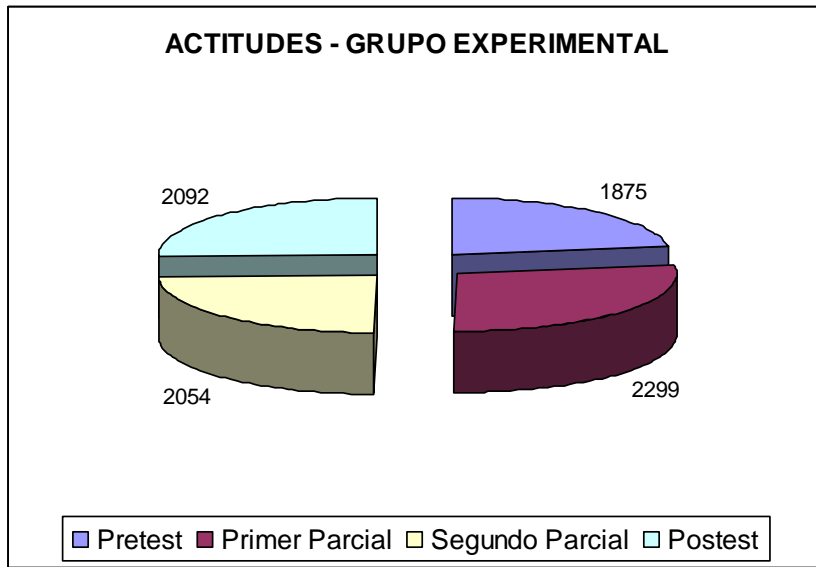


Figura 7. Actitudes – Grupo Experimental

Fuente: Elaboración propia

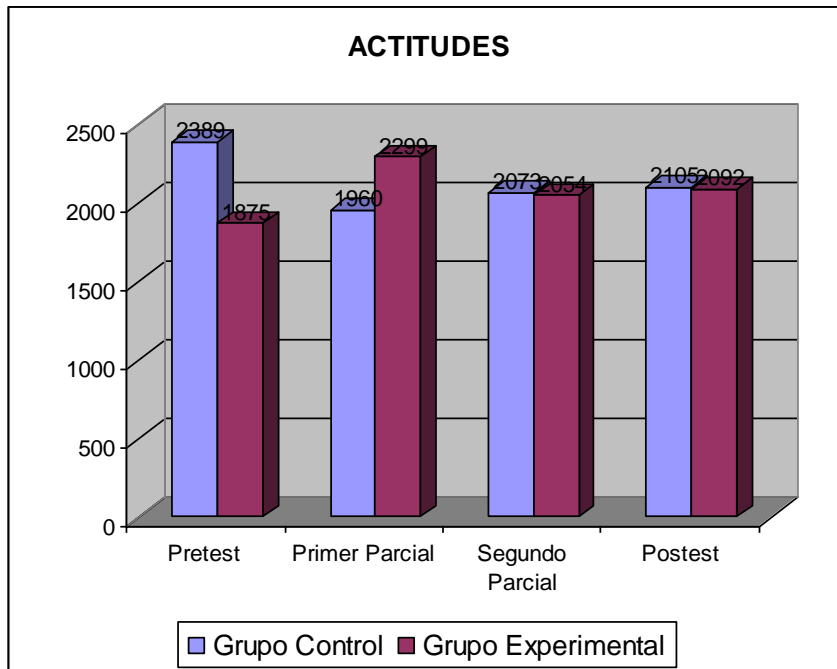


Figura 8. Actitudes

Fuente: Elaboración propia

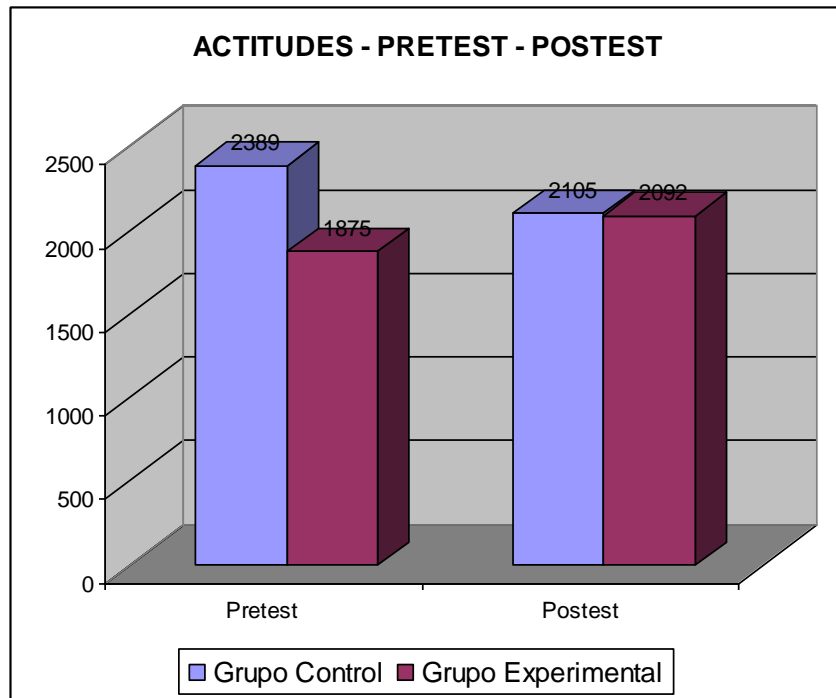


Figura 9. Actitudes – Pretest - Postest

Fuente: Elaboración propia

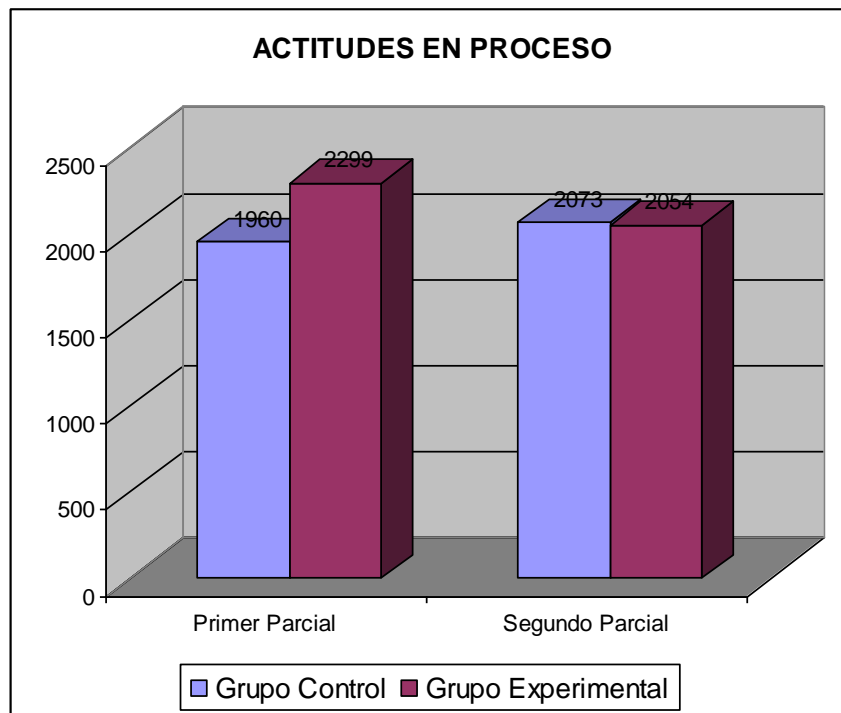


Figura 10. Actitudes en Proceso

Fuente: Elaboración propia

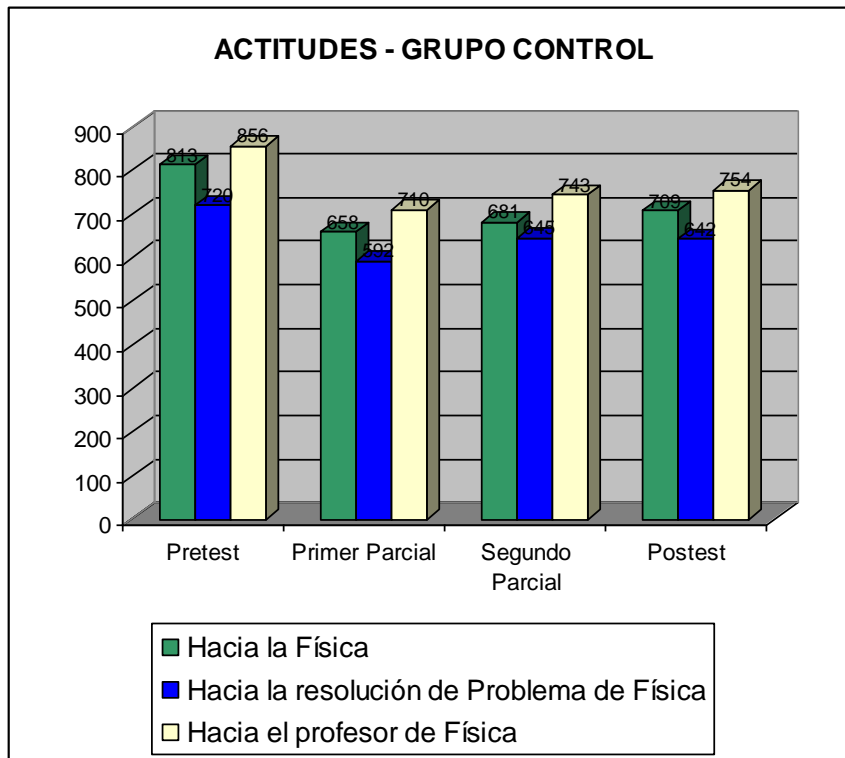


Figura 11. Actitudes – Grupo Control

Fuente: Elaboración propia

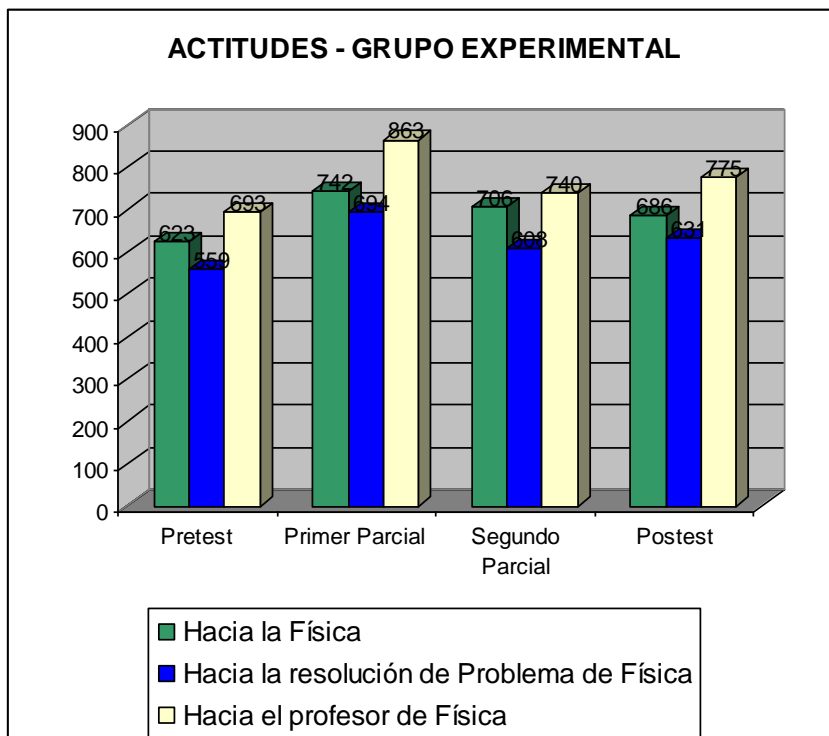


Figura 12. Actitudes – Grupo Experimental

Fuente: Elaboración propia

2.3. Observaciones durante la aplicación de la metodología: Movimiento Unidimensional de la Partícula

Se observó en los estudiantes la resistencia de la aplicación de la nueva estrategia, ya que gran parte de ellos en el momento de la solución del problema en forma personal o grupal, tratan de resolverlo utilizando la mayor cantidad de fórmulas como si se tratara de un ejercicio y en algunos casos no han planteado solución alguna. Por esta razón, se tuvo que aconsejar continuamente al estudiante que utilice la estrategia por partes según la propuesta desarrollada en clase, demorando un tiempo adicional a lo previsto para el tiempo establecido para la clase.

Al elegir al alumno en el grupo correspondiente para hacer la exposición del problema, en primer lugar, se propuso que se presente en forma voluntaria, acción en la que no hubo participación, por lo que se tuvo que elegir al sorteo. En la exposición se nota la poca facilidad para trabajar la nueva metodología, pero aun así se consideró un cambio en su actitud y al final, después de los comentarios sobre la propuesta, la mayoría de los estudiantes manifestaban que la nueva metodología le da nuevos alcances para resolver los problemas, pero recomendaban darles más tiempo para ordenar mejor los pasos sugeridos en la propuesta.

Se estimó que los tres problemas desarrollados y entregados para su observación, análisis y solución, son bastante largos en la construcción de la metodología, ya que no se logra obtener verdaderamente los lineamientos básicos de los pasos o etapas.

Los estudiantes manifestaron así mismo que prefieren hacer las conclusiones y desarrollo del problema en la misma hoja en que se le entrega sólo el enunciado del problema, y no en otra hoja aparte, ya que se pierde continuidad, por tal motivo la propuesta dada se valora interesante y que se considerará en las siguientes clases, para lo cual se entregará a cada alumno el enunciado del problema y no uno por pareja como se había hecho para este caso.

2.4. Observaciones durante la aplicación de la metodología: Movimiento Bidimensional de la Partícula

Se siguió insistiendo en la clase, que la estrategia de resolver problemas por pasos, constituye una alternativa académica para resolver problemas e inclusive se les informa que el libro texto de Física I, de Serway, presenta en algunos capítulos,

la aplicación de estrategias, aunque variadas según corresponda a cada capítulo. Se insistió en que ellos también tienen que estudiar las lecciones teóricas para que la estrategia funcione, por tal motivo se hace lecturas de temas especiales que motiven para que las clases sean más efectivas.

Se han considerado solo dos problemas desarrollados con la estrategia por pasos para su análisis y aplicación de la metodología. Se observa que los estudiantes preguntan en forma más interesada sobre el desarrollo de cada etapa, para lo cual se orienta y se motiva al alumno para que continúe en su aplicación. También, manifiestan que necesitan más tiempo para poder aplicar todas las etapas ya que se hace necesario un mayor análisis por que no están acostumbrados.

A todo esto, se tuvo que añadir que, en alguno de ellos, se pone de manifiesto la resistencia de la aplicación de la nueva estrategia, sobre todo en identificar los datos y darle la nomenclatura apropiada, en donde tendrán que utilizar su propia iniciativa para estructurar la simbología correspondiente o en todo caso usar la ya estudiada en clase. Este hecho se pone de manifiesto tanto en forma personal, por parejas y en la plenaria por lo dadas estas circunstancias, se tuvo que aconsejar continuamente al estudiante las características más importantes de cada etapa.

Respecto a los dos problemas propuestos para su resolución, se observó que todavía algunos alumnos no manejan bien la aplicación de las etapas, ya que tienen que todavía seguir preguntando sobre lo mismo, ocasionando la demora correspondiente. Así mismo se les dice que el tiempo dado en la solución de los problemas, corresponde al de un examen, por lo que tendrán que hacer el esfuerzo necesario para acomodarse a ello.

Para hacer la exposición de los problemas en la plenaria se consideró que en los grupos que contienen 5 o 6 parejas hagan sus propios resúmenes en una hoja aparte en donde estaba sólo el enunciado del problema. Lo mismo se procedió con el otro grupo que contenía igual o casi el mismo número de parejas, para después finalmente intercambiar resúmenes, según lo aconsejado por la estrategia grupal entre dos. Los alumnos propuestos para la exposición no presentaron resistencia, ya que mostraron seguridad en sus actitudes.

2.5. Observaciones durante la aplicación de la metodología: Dinámica de la Partícula

Así mismo se observó en los estudiantes que la resistencia de la aplicación de la nueva estrategia se ha reducido, ya que algunos de ellos manifiestan que el desarrollo del problema resulta muy explicativo, pero que sin embargo sostienen que los datos y el diagrama del cuerpo libre son relevante en la solución del problema. En varios de los casos todavía se nota la falta de la justificación de los pasos en la etapa correspondiente al procedimiento.

Es necesario recalcar que la comunicación alumno docente ha mejorado notablemente y se nota un cierto grado de confianza traducido por el incremento de las preguntas sobre el desarrollo del problema. Sin embargo, todavía se nota un poco la existencia de la poca seguridad al salir a la exposición, situación que se explica, según comentarios de los propios estudiantes, que, en la enseñanza de las otras asignaturas, los docentes casi nunca los hacen participar.

En la presentación de los problemas desarrollados mostrando la estrategia por pasos, se hace para que el alumno aprenda analizar y aplicar la metodología. Se tiene principal preocupación el por qué algunos alumnos demuestran demasiada indiferencia en el cumplimiento de lo aconsejado para resolver problemas, por lo que se conversa con ellos y se les pide explicaciones, a lo cual manifiestan que si están de acuerdo con la metodología, pero todavía tiene dificultades en la identificación de los datos y en el uso de los diagramas y que el tiempo dado para cumplir con dichas etapas es muy corto.

Respecto a los dos problemas propuestos en la parte correspondiente a que busquen la solución de dichos problemas haciendo uso de la propuesta por pasos, se observa que todavía algunos alumnos no manejan bien la aplicación de los pasos, ya que tienen que todavía seguir preguntando sobre lo mismo ocasionando la demora correspondiente. A todo esto, se les dice que el tiempo dado en la solución de los problemas, corresponde al de un examen por lo que tendrán que hacer el esfuerzo necesario para acodarse a ello.

Para hacer la exposición de los problemas en la plenaria se consideró que en los grupos que contienen 5 o 6 parejas hagan sus propios resúmenes en una hoja aparte en donde estaba sólo el enunciado del problema. Lo mismo se procedió con el otro grupo que contenía igual o casi igual número de parejas, para después finalmente intercambiar resúmenes. Los alumnos propuestos para la exposición no presentaron resistencia, ya que mostraron seguridad en sus actitudes.

2.6. Observaciones durante la aplicación de la metodología: Trabajo Mecánico y Energía

Primero se entrega uno de los dos problemas desarrollados, a la pareja conformada previamente, para que juntos observaran la metodología y hagan sus comentarios y análisis. Después de 10 minutos el profesor desarrollaba el mismo problema en la pizarra haciendo uso de los pasos, con las explicaciones correspondientes, mientras los alumnos estaban en libertad de formular sus dudas. Después de 20 minutos de exposición, se hacía lo mismo con el segundo problema desarrollado, es decir, con respecto al tiempo, esta metodología nos lleva alrededor de una hora, que es el mismo tiempo utilizado cuando no había explicación del profesor.

De acuerdo a los resultados preliminares, en forma cualitativa, consideramos que están en mejores condiciones de desarrollarse las explicaciones de la metodología, ya que mayormente se observa una mejor interrelación entre los mismos alumnos, apertura de diálogo con el profesor, aclaración de dudas, entre otras ventajas.

Respecto al momento de la entrega de los problemas para ser resueltos, se aplica la propuesta de grupo por parejas, es decir, de acuerdo a lo aplicado en los tres primeros capítulos. Si bien la mayoría presenta buena disposición en la aplicación de las etapas, todavía existen algunos alumnos que están esperando que su compañero de pareja intervenga más en el desarrollo del problema, pero consideramos que no hay que esperar un cien por ciento de efectividad, porque la presentación de la metodología es una alternativa para superar el rendimiento de las notas.

Sin embargo, es conveniente dejar en claro, que, en esta época, la asistencia a clases no es del todo muy homogénea, dado que hay retrasos en el pago de sus pensiones, lo cual los imposibilita a ingresar al claustro universitario. Así mismo, los estudiantes manifiestan que la presencia de otros exámenes en diferentes asignaturas, hace que se dediquen más tiempo a ellos y faltan a clase como una medida alterna. Naturalmente que, mayormente la presencia de estos dos aspectos, las consecuencias son bastante incidentes en forma negativa, en cuanto se refiere a la aplicación de la metodología.

2.7. Observaciones durante la aplicación de la metodología: Cantidad de Movimiento y Choques

Respecto al desarrollo de las clases en aula, se nota que el estudiante ya se encuentra en mejores condiciones para identificar las etapas y lo que es fundamental considerar en cada etapa, así por ejemplo, anteriormente el estudiante colocaba sea m la masa de una de las partículas, pero ahora entiende que tiene que identificar mejor a la masa, como por ejemplo escribir: sea m_1 la masa de la partícula que se mueve hacia la izquierda. Detalles que son importantes para el desarrollo del problema, tanto en el diagrama del cuerpo libre y en el procedimiento, así como para corregir rápidamente en caso que hubiere alguna dificultad.

Así mismo se les reforzó la práctica en el sentido analizar que lo que se escribió en cada paso es susceptible de cambio, a medida que se avanzaba con el desarrollo del problema, como por ejemplo: si inicialmente no había considerado algún dato, pero una nueva variable aparecía, tanto en el diagrama del cuerpo libre o en cualquiera de los pasos siguientes, se podía completar en los datos o por el contrario si se colocaba algún dato que no utilizaría posteriormente, este dato puede ser eliminado.

Teniendo en cuenta estas aclaraciones, se utilizó la técnica del capítulo de Trabajo y Energía, es decir, que, conformada la pareja, ésta recibía inicialmente, uno de los dos problemas desarrollados, discutían unos 10 minutos y luego el profesor explicaba los detalles del problema; de igual manera se procedía con el segundo problema. Consideramos que esta variante es muy cómoda para el estudiante ya que su participación se hace más activa, esperando ver los resultados en las siguientes evaluaciones programadas.

Respecto al momento de entregar los problemas para que sean resueltos, se observa que luego de la exposición final, se deja ver que el estudiante ha logrado mejorar su participación en la metodología, ya que utiliza, si bien no del todo lo esperado, lo necesario tanto en los datos como el diagrama del cuerpo libre, mostrando así superación en la aplicación correspondiente. Sin embargo, debido a la gran cantidad de información puesto de manifiesto, el tiempo estuvo muy limitado para una exposición más completa

2.8. Observaciones durante la aplicación de la metodología: Cuerpo Rígido

Se ha mantenido el dictado de las clases considerando la propuesta del capítulo de cantidad de movimiento y choques, es decir, que en la solución de los ejercicios, se debe tener en cuenta la estrategia propuesta, haciendo principal mención la coordinación necesaria de los pasos en el desarrollo del problema y al mismo tiempo haciéndoles la recomendación de que el problema se debe desarrollar en el tiempo previsto.

Se recomendó a los estudiantes para que practiquen la propuesta, en los problemas por desarrollar o en los problemas desarrollados sin estrategias, que se encuentran en los libros de consulta o en los libros de física, pero de nivel universitario y vean las bondades de la estrategia e ir mejorando sus propias iniciativas en la solución.

En esta parte, que es más de naturaleza matemática, la recomendación adicional estuvo centrada en que trabajen más la simbología de los datos, la ubicación apropiada de en el diagrama del cuerpo libre, el uso de fórmulas muy específicas y naturalmente el de procedimiento, que está compuesto más de estructuras algebraicas y trigonométricas que de los correspondientes fundamentos, por lo que se requiere saber manejar bien las ecuaciones y hacerlas en un tiempo apropiado.

La metodología usada en la presentación de dos problemas resueltos, se ha seguido el procedimiento de los dos capítulos de esta segunda unidad, debido principalmente por que ha permitido lograr mayor participación de los alumnos en el uso de la estrategia, quedando por confirmarse en la evaluación del postest y el segundo examen parcial.

En el momento de la presentación de los problemas para ser resueltos, la mayoría de los estudiantes muestran mejora condiciones de aplicación de las etapas en los dos problemas propuestos, los cuales deben ser desarrollados usando la estrategia grupal por parejas. Durante la exposición de los problemas se nota mayor confianza en el uso de la metodología y más participación de los alumnos.

3. Discusión

En la prueba de selección del grupo control y grupo experimental, tanto en el rendimiento académico como en el de actitudes, se observa una diferencia mayor en el rendimiento académico a favor de la sección A con 7.17 puntos con respecto a la sección B con 4.8 puntos, de un total de 20 puntos, mientras que en los resultados de actitudes la relación es un poco similar, es decir para la sección A es 71.82 % y la sección B es 67.25 %, ambos respecto de un total de 3450.

El examen del pretest, referidos a las pruebas de rendimiento académico, se observa que el grupo control obtiene 6.24 puntos y en el de actitudes obtiene 2389 puntos, mientras que en el grupo experimental el rendimiento académico es de 4.45 puntos y el de actitudes es de 1875.

En el examen del postest, referidos al rendimiento académico, el grupo experimental logra 10.70 puntos y en las actitudes obtiene 2092 puntos; mientras que el grupo control se observa un rendimiento académico de 7.20 puntos y con respecto al de actitudes, obtiene 2105 puntos.

Comparando los resultados de rendimiento académico entre los dos grupos se observa que el grupo control en el examen postest tiene 7.20 puntos y en el examen pretest obtiene 6.24, es decir una diferencia de 0.96 puntos; mientras que en el grupo experimental obtiene en el postest la nota de 10.70 puntos y en el pretest obtiene 4.45 puntos, es de decir una diferencia de 6.25 puntos.

Comparando los resultados de la evaluación de actitudes entre los dos grupos, se observa que el grupo control en el pretest (2389 puntos) tiene mayor puntaje que en el postest (2105 puntos); mientras que en el grupo experimental sucede lo inverso, es decir el postest (2092 puntos) es mayor que el pretest (1875 puntos).

Conclusiones

En este trabajo se aplicó la estrategia didáctica de resolución de problemas de física en cuatro pasos, como un instrumento para el análisis de mejoramiento del rendimiento académico y del cambio de actitudes, en los estudiantes de física I de la Escuela de Ingeniería Informática y de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada San Pedro. Se espera que sea útil para docentes en beneficio del aprendizaje de la física.

En los cuatro pasos propuestos para resolver problemas de física, los autores muestran los elementos básicos de la estructura que todo problema debe tener para una mejor evaluación del conjunto, dando énfasis también en la interacción que debe existir en entre cada paso, hecho que se explicita con los ejemplos desarrollados en clase.

En el tratamiento que se dio a la variable, se evidencia los cambios surgidos en la aplicación de la metodología al grupo experimental, con respecto al grupo control, con el cual se trabajó la resolución de problemas en base a resultados. Estos cambios están referidos tanto al rendimiento académico como al de actitudes.

Bajo las condiciones expuestas, tenemos:

a) Los problemas resueltos por cuatro pasos, por ser una estrategia que da énfasis en el proceso, permite movilizar los conocimientos adquiridos tendientes a superar el rendimiento académico y el cambio actitudes de los estudiantes en la primera asignatura de física, respecto a la enseñanza que dan énfasis a los contenidos y a los resultados

b) La estrategia de resolución de problemas en cuatro pasos, en cierta manera, orienta a los estudiantes a desarrollar habilidades básicas en la toma de datos, en la representación de gráficas o diagramas del cuerpo libre, el uso apropiado de las fórmulas y el desarrollo del procedimiento, con la correspondiente vinculación entre los pasos y obtener mejores resultados.

c) Enseñar problemas de física, haciendo uso de cuatro pasos, requiere transformar un sistema S (el problema) desde un estado inicial, Si, (lectura del enunciado), seguido de un proceso por pasos, Sp, (diagrama del cuerpo libre y fórmulas) y llegar a un estado final Sf (procedimiento o desarrollo del problema) .

d) El docente tiene la oportunidad de hacer calificaciones en el proceso, lo que le permite darle la valoración apropiada a los problemas, ya que, en cada paso, el estudiante mostraría su participación activa en el desarrollo del problema

e) En el grupo experimental, la resistencia a la propuesta didáctica se va superando con el tiempo a medida que se va aplicando la experiencia, para lo cual el docente tiene que participar más activamente en cuanto a la explicación de los pasos y mostrar continuamente sus correspondientes resultados positivos.

f) Los resultados promedios del rendimiento académico por alumno, varían en márgenes bastante amplios a lo largo de todo el proceso de enseñanza, por lo que debe ser sólo un indicativo de carácter estadístico

g) En el grupo experimental, se nota que la mayor influencia es en el rendimiento académico respecto del cambio de actitudes, mientras que en el grupo control sólo se observa una ligera variante en el rendimiento académico, mientras que en el cambio de actitudes se evidencia un cambio negativo a medida que se desarrolla el curso.

h) Si bien las actitudes en el grupo experimental no muestran un incremento bastante amplio como lo demuestra la prueba estadística correspondiente, si se puede decir que se observa, de alguna manera, su influencia positiva con la metodología planteada, con una confiabilidad del 95%.

i) En cuanto al rendimiento académico la prueba estadística correspondiente al grupo experimental muestra claramente diferencia de puntaje obtenido entre el pretest y el posttest, por la aplicación de la metodología para resolver problemas de física por 4 pasos, con una confiabilidad del 95 por ciento.

j) En general, en los exámenes es conveniente comparar, respecto de las actitudes, que en el grupo control se encuentran bajando mientras que en el grupo experimental se encuentran que están subiendo. En lo que respecta al rendimiento académico el grupo control muestra una tendencia a subir, pero no en forma significativa, mientras que en grupo experimental la tendencia a subir es bastante importante

k) También es conveniente comparar, que en las tres actitudes propuestas: actitud hacia la física, actitud hacia la resolución de problemas y la actitud hacia el profesor de física, el grupo control tiene una tendencia a disminuir, debido en parte a la enseñanza tradicional aplicada, mientras que en grupo control se observa una tendencia a crecer en las tres actitudes propuestas. Esto puede significar, en gran medida, que en el grupo control se puede mantener la idea de que la asignatura de física difícil, bajo muchos aspectos, mientras que en el grupo experimental esas ideas se van superando.

l) Los resultados obtenidos para evaluar el primer objetivo específico permite diagnosticar cuál de las dos secciones tiene condiciones menos favorables en cuanto al rendimiento académico y a las actitudes hacia la asignatura de física, hacia

la resolución de problemas de física y hacia el profesor de física. De esta manera se elige la sección A como grupo control y a la sección B como grupo experimental.

m) Los resultados de la evaluación del segundo objetivo específico, aconsejan que, al inicio de la aplicación de la propuesta, se hace necesario aplicar la prueba de pretest como un estudio exploratorio de entrada tanto de rendimiento académico como de actitudes, a efecto de evidenciar el grado del problema presentado y establecer la planificación correspondiente

n) Para evaluar el tercer objetivo específico, se aplicaron durante el proceso de enseñanza, dos exámenes parciales, coincidentes con las establecidas por la Universidad en forma oficial, cuyos resultados, tanto a nivel de rendimiento académico como el de actitudes, corresponde una diferencia positiva a favor del grupo experimental, cuyas pruebas se calificaron de acuerdo a la tabla establecida con los indicadores por pasos y al grupo control se calificó en base a resultados.

o) Respecto al cuarto objetivo específico, se aplicó la prueba del postest, cuyos resultados en el rendimiento académico, comparados con los del pretest, resulta para el grupo experimental un incremento bastante significativo, mientras que para el grupo control representa un incremento casi nada significativo. Similarmente, los resultados de las actitudes del postest comparadas con el pretest, para el grupo experimental se nota un incremento positivo mientras que para el grupo control se nota un incremento negativo.

p) Los resultados obtenidos llevan la confirmación de la hipótesis, es decir, que la propuesta metodológica de resolver problemas de física en cuatro pasos, permite elevar el rendimiento académico y cambio de actitudes en los estudiantes de Ingeniería Informática y de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada San Pedro.

Referencias

Alzugaray & Oviedo (s.f.). Problemas de física. Recuperado de 170.210.78.2/secretaria_y_departamentos/scyt/nuevo/invest/giedi.htm -25k

Anglois, F. (1995). Influencia de la formulación del enunciado y del control didáctico sobre la actividad intelectual de los alumnos en la resolución de problemas, J. Grea y J. Viard. P. 179-191, Enseñanza de las Ciencias, Vol 13. No. 2, Barcelona.

Aristizabal, (2004). Como leer mejor. Editorial Kimpres, Colombia, Pág. 45-50.

Asociación Española de Científicos (2004). Didáctica de las ciencias en el nuevo milenio. Recuperado de www.aecientificos.es/escaparate/noticias.cgi?noticias=467

Becerra, C. (2004). La enseñanza de mecánica Newtoniana con una estructura problematizada en el primer curso universitario. Recuperado de www.ua.es/es/investigacion/memoria/2004/b112.pdf

Bennet, C. (1996). Problemas de Física y como resolverlos, CECSA, México.

Campistróuss, L. (1996). Aprender a resolver problemas aritméticos, Celia Rizo Cabrera, La Habana: ED. Pueblo y Educación, 103p.

Chi, Glasery & Ress, citados en Butcher, Gangoso, Brincones Calvo y Gonzales Martínez (2da Etapa). (s/f).

Clocchiatti (1998). Como estudiar física: Resolución de problemas de física. Recuperado de www.asto.puc.cl/~aclocchi/como/node2.html - 5k/

Concari S., G. Alzugaray; A. Arese & R. Pozzo (1992). El trabajo de investigación como recurso didáctico en la enseñanza de la física. En memorias del 1er Encuentro Internacional de Educación en física. Montevideo: 45-63.

Concari S., R. Pozzo & S. Giorgi, (1999). Un estudio sobre el razonamiento en libros de física de nivel universitario. Enseñanza de las ciencias, 17(2): 273-280.

Concari, S. (s.f.). El modelado y la resolución de problemas: ejes para la enseñanza de la física para ingenieros. Recuperado de <http://www.unrc.edu.ar/publicar/cde/05/Concari.htm>

Concari, S. B., Pozzo, R. L. & Giorgi, S. M. (1999). Un estudio sobre el razonamiento en libros de física de Nivel Universitario. Revista de Enseñanza de las ciencias, 12(2). PP. 273 - 280.

Curso interactivo de física en Internet (s.f.). Enseñanza Tradicional. Recuperado de www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/Introducción/fisica/fisica2.

Dufresne, R. J., Gerace, W.J. & Leonard, W. J., (1997). Solving Physics Problems with Multiple Representations. The Physics Teacher, 35, PP. 270-275.

Erice, Dubini, Moretti, Senatra, Marelló, Musso (s.f.). Recuperado de www.efis.ucr.ac.cr/cvarios/ponencias/5estrategias%20de%20resolucion.pdf

Escudero, C. (1995). La resolución de problemas en física: Herramientas para reorganizar significados caderno catarinense de ensimi de física, 12(2).

Escudero, C. & Gonzáles, S. (1996). Resolución de problemas en nivel medio: Un cambio cognitivo y social. Investigaciones en Ensino de Ciências, 2(2). Recuperado de www.if.ufrgs.br/ensino/revista.htm.

Fernández, I. (s.f.), Construcción de una escala de actitudes tipo Likerts. Recuperado de www.mtas.es/insht/ntpGPcompor.htm

Ferreira, A. & Gonzáles, F. (2006). Reflexiones sobre la enseñanza de la física universitaria. Recuperado de www.bib.uab.es/pub/ensenanzadelasciencias/02124521v18n2p189.pdf

Ferreira, A. & Gonzáles, E. M. (1997). ¿Cómo se enseña física en la universidad? Consideraciones conducentes a la elaboración de propuestas didácticas transformadoras, en memorias por reunión nacional de educación en física. Mar de Plata: APFA.

Fidman Lev. M. (1993) Metodología para enseñar a los estudiantes del nivel medio superior a resolver problemas de matemática. Sonora: ED. Universitaria. 225p.

Figallo, (s.f.) Nuevos Cambios para la enseñanza universitaria. Recuperado de www.pucp.edu.pe/cmp/docs/calidad_universitaria_figallo.pdf

Fuentes M. & Fuentes D. (s.f.). Charasb técnicas de enfrentamiento ante un examen. Recuperado de www.ucim.es/profsorado/dfuentes/CONSEJOS%EXAMENES/consejos.htm

Garret R. M. (1995). Resolver problemas en la enseñanza de las ciencias 6-15, Alambique. Año II, No 5. Barcelona.

Gil Pérez D. Furio-Mas, C., Valdes P. Salinas J., Martínez-Torregrosa, J. Guisasola J., Gonzáles E., Dumas-Carre, A., Goffard, M. & Pessoa de Carvalho, A. M. (1999). ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de practicas de laboratorio?. Enseñanza de las ciencias, 17(2), PP. 311-320.

Gil Pérez, D. Martínez-Torregrosa, J. & Senent, F. (1988b). El fracaso en la resolución de problemas de física: Una investigación orientada por nuevos supuestos. Enseñanza de las Ciencias. 6(2), PP. 131-146.

Gil Pérez, D. ET. AL. (1988a). El fracaso en la resolución de problemas lápiz y papel como actividades de investigación en la escuela, 6, PP. 3-20.

Gil Pérez, D. & Vilches, A. (1999). Problemas de la Educación científica en la enseñanza secundaria y la universidad: Contra las Evidencias. Revista Española de física, 13(5), PP. 10-15.

Gil Pérez, D. (1996). La resolución de problemas de física: de los ejercicios de aplicación al tratamiento de situaciones problemáticas, P. 37-59. En temas escogidos de la didáctica de la física/Pablo Valdes Castro. La Habana: ED. Pueblo y Educación.

Guisasola J., Furio C., Ceberio M. & Zubimendi T. (2006). ¿Es necesario la enseñanza de contenidos procedimentales en cursos introductorios de física en la universidad? Recuperado de ddd.uab.es/pub/ensenanzadelasciencias/02124521v21nexttrap17.pdf

Guisasola, J., Grass-Martí, A., Martínez-Torregosa, J., Almudi, J. & Becerra, C. (s.f.), La enseñanza universitaria de la física y las aportaciones de las investigaciones en didáctica de la física. Recuperado de ticat.ua.es/agm/recercadivulgacio/DidacticaEnseñanzaUniversitariaRevEspFis-v-final.pdf

Jiménez Sánchez, J. M. (1995). Comprender el enunciado. Primera dificultad en la resolución de problemas. P. 37-45. Alambique. Año II. No 5. Barcelona, julio.

Langlois, F. Grea, J. & Viard, J. (1995). Influencia de la formulación de enunciado y del control didáctico sobre la actividad intelectual de los alumnos en la resolución de problemas. Enseñanza de las ciencias. 13(2), PP. 179-191.

León J. A. (1999). Mejorando la comprensión y el aprendizaje del discurso escrito: Estrategias del lector o estilos de escritura. En Pozo, J. I. y C. Monereo (Coord.). El aprendizaje estratégico. Santillana. Madrid: 153-170.

Leonard et. al. (2002). Resolución de Problemas basada en el análisis. Hacer del análisis y del razonamiento el foco de la enseñanza de la física. Enseñanza de las ciencias, 20(3). PP. 387-400.

López, J. B. (2002a). Desarrollar conceptos de física a través del trabajo experimental: Evaluación de auxiliares didácticos. Enseñanza de las ciencias, 20(1), PP. 115-132.

López, B. (1996). Modelo de enseñanza-aprendizaje centrado en la resolución de problemas: Fundamentación, presentación e implicaciones educativas. P. 45-67. Enseñanza de las ciencias. Vol. 14 MO 1. Barcelona, marzo.

Martí, E. (1999). Metacognición y Estrategias de aprendizaje en Pozo, J. L. y C. Monereo (Coord.). El aprendizaje estratégico. Santillana Madrid :111.122.

Martín, E. (1999). Estrategias de aprendizaje y asesoramiento psicopedagógico. En Pozo, J. L. y C. Monereo (Coord.). El aprendizaje estratégico, Santillana Madrid :339-356.

Martínez Aznar, M. (1996). De la resolución de problemas al cambio conceptual /M. Paloma Varela Nieto, P. 59-68. investigación en la escuela. No 280 Madrid.

Martínez Torregrosa. J., Gil D. & Martínez, B. (2003). La universidad como nivel privilegiado para un aprendizaje como investigación orientada, en Monereo, C. y Pozo, J. I. (eds). La universidad ante la nueva cultura educativa. PP. 231-244. Madrid: Síntesis.

Massa, M., Sánchez, P. & Llonch E. (1997). El problema en un coloquio integrador: Un estudio exploratorio. En memorias ref por Mar de Plata (Argentina): 2B-15.

Meliá, J. (2000), Guía de trabajo práctico de psicometría I. Recuperado de www.uv.es/~meliajl/Docencia/Curs2000iant/GuiaPract1.htm - 25k

Meza, S. y Aguirre, M. & Concari, S., (s.f.). Actitudes de los alumnos en relación a los problemas de física.

Meza, S. & Aguirre, M. (s.f.). Trabajos prácticos de física y aprendizaje significativo. Recuperado de www.unne.edu.ar/web/cyt/cyt/2002/09-Educación/D-026.pdf

Montanero, M. (2000). La instrucción de Estrategias de comprensión en el ámbito sociolingüístico del segundo ciclo de la E.S.O. Tesis doctoral inédita universidad de Extremadura.

Montanero, M. & León, J. (s.f.). El concepto de estrategia: dificultades de definición e implicaciones psicopedagógicas, Recuperado de www.unrc.edu.ar/publicar/cde/05/Montanero_Fernandez_y_Leon.htm

Muchnik, G. & Siederman, S. (1983). La noción de actitud. Recuperado de www.Espaciologopedico.com/recursos/glosariodet.php?id=132

N. Hutting, R. Lavagna, M. (s.f.). Propuesta didáctica integradora facilitada por un mediador instrumental (s.f.). Recuperado de www.c5.cl/einvestiga/actas/ribie2000/demos/76/index.html.

Neto, A. J. (1991). Factores psicológicos de insucesso na resolucao de problemas de física: Una amostra significativa. Enseñanza de las ciencias, 9(3). PP. 275-280.

Neto, A. & Valente, M. (1988). Disonancias pedagógicas en la solución de problemas de física una propuesta para su superación de raíz Vigostkiana. Recuperado de www.educ.fc.ul.pt/docentes/mvalentes/Ensenanza_de_las_Ciendias.pdf

Nieto, L. (2004), El papel de las Ciencias Básicas en la Enseñanza de la Ingeniería. Recuperado de www.campus.oieg.org/solactsi/gallopín.pdf

Novak, J. D. (1991). Ayudar a los alumnos a aprender como aprender. La opinión un profesor-investigador. Enseñanza de las Ciencias, 9, 215-228.

Oñorbe, A. (1995). La resolución de problemas. P. 4-5. Alambique. Año II. No. 5, Barcelona, julio.

Papalia, D. Wittaker, J. Cerda, E. Edir, H. (s.f.). Actitudes, Revista de Psicología. Recuperado de html.rincondelvago.com/actitudes.html -25k

Perales Palacios, F. J. (2000). La resolución de problemas en Perales Palacios, F. y Cañal de León, P. (eds). Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y Práctica de la enseñanza de las ciencias, PP. 289-306. Alcoy: Marfil.

Pino, B. (s.f.). La comprensión y la planificación en la solución de problemas físicos docentes. Recuperado de www.ucbcba.edu.bo/institut/cexactas/didacfisú/documentos/Didacfisúactes/LaComprensionylaPlanificacion.htm -578k

Polya, G. (1999). ¿Como plantear y resolver problemas?, Trillas. México

POSADA, José María de; Memoria, Cambio Conceptual y Aprendizaje de las Ciencias, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 1 N° 2(2002) 1-22.

Pozo, J. L. & C. Monereo (coord.). (1999). El aprendizaje estratégico. Santillana, Madrid.

Pozo, J. I. (1995). Aprendizaje de estrategias para la resolución de problemas en ciencias. Yolanda Postigo, Miguel A. Gómez Crespo, P. 16-26. Alambique. Año II No. 5 Barcelona

Rueda, S. & García, A. (2005). Análisis y comprensión de problemas. Recuperado de cs.uns.edu.ar/jeitics2005/Trabajos/pdf/53.pdf

Rugarcia, A. (1993). El desarrollo de habilidades para la resolución de problemas de la ingeniería química, Reverte Ediciones, México.

Sánchez, P. (s.f.). ¿Qué se lee en el enunciado de un problema? Rosario, Rep. de Argentina. [SN, SA]. 22P.

SBF (1995). Atas XI Simposio Nacional de Ensino de física, 556. Niteroi-Rió de Janeiro: Universidad de Federal Fluminense.

Serway, R. & Faughn, J. (2002). Physics, Edit. Halt, Rinchart Winston, U.S.A.

Solaz-Portoles, J. (s.f.). ¿Podemos predecir el rendimiento de nuestros alumnos en la resolución de problemas?. Recuperado de www.cab.int.co/cab3/downloads/08.pdf

Villani, A. (1995). Estrategias de Ensino-Aprendizagem, Mudanca conceptual. Conceptual. Conclusiones provisorias. En atas do XI Simposio nacional de Ensino de física, P. 37. Niteroi Rió de Janeiro: Universidad Federal Fluminense.

XXIV Conferencia Nacional de Ingeniería (1999). citado por Nieto L. Recuperado de www.campus.oeig.org/solactsi/gallopín.pdf