

Universidad Nacional de Concepción

Creada por Ley N° 3201/07

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnológicas



Maestría en Didáctica de las Ciencias Mención: Matemática Física y Química CONACYT

Programa de Apoyo a la Formación de Docentes Investigadores – PROCIENCIA



EL MÉTODO “RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS COMO INVESTIGACIÓN”, PARA
DESARROLLAR CAPACIDADES DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE MECÁNICA
CLÁSICA

THE METHOD "RESOLUTION OF PROBLEMS AS RESEARCH", TO DEVELOP
CLASSICAL MECHANICAL RESOLUTION CAPACITIES

AUTOR: NELSON ANDRÉS VALDEZ VELÁZQUEZ

DIRECTOR DE TESIS: DR. RAMÓN ANÍBAL IRIARTE CASCO

Resumen: Este estudio se ha realizado con un grupo de estudiantes del cuarto año de la carrera Licenciatura en Matemáticas y Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnológicas de la Universidad Nacional de Concepción. El objetivo principal ha sido estudiar los efectos en los resultados de aprendizaje al aplicar el método “Resolución de Problemas como Investigación” como estrategia para conducir los procesos de enseñanza-aprendizaje de manera más eficiente. La metodología consistió en estudiar, observar y analizar los procesos de resolución de problemas de los estudiantes en casos seleccionados. Los resultados de la medición de la motivación de los alumnos señalan una elevada utilidad y una baja expectativa hacia la resolución de problemas de Mecánica Clásica. Además, se observó que los alumnos invierten un menor tiempo con el método tradicional lo cual implica una mayor facilidad en la realización de la tarea. Por último, los alumnos han obtenido buenos resultados de aprendizaje con la aplicación del método aquí propuesto para resolver problemas de Mecánica Clásica, lo cual representa una mejora en comparación a los resultados de años anteriores.

Palabras Clave: Resolución de Problemas, Mecánica Clásica, Resolución de Problemas como Investigación, Didáctica de la Física

Abstract: This study has been carried out with a group of students of the fourth year of the degree in Mathematics and Physics of the Faculty of Exact and Technological Sciences of the

National University of Concepción. The main objective has been to study the effects on learning outcomes by applying the "Problem Resolution as a Research" method as a strategy to conduct teaching-learning processes more efficiently. The methodology consisted in studying, observing and analyzing students' problem-solving processes in selected cases. The results of the measurement of students' motivation indicate a high utility and a low expectation towards the resolution of problems of Classical Mechanics. In addition, it was observed that students invest less time with the traditional method which implies greater ease in carrying out the task. Finally, the students have obtained good learning results with the application of the method proposed here to solve problems of Classical Mechanics, which represents an improvement compared to the results of previous years.

Keywords: Problem Resolution, Classical Mechanics, Problem Resolution as Research, Didactics of Physics

Introducción

La resolución de problemas es una de las estrategias de enseñanza más utilizadas por los profesores de Física y paradójicamente es, también una de las mayores dificultades que con frecuencia se encuentra el alumnado durante su proceso de aprendizaje en los cursos de Física, que se traduce en el fracaso generalizado al momento de la evaluación. Esto se debe principalmente a la incapacidad y hasta un miedo colectivo a la hora de resolver problemas de Física.

A fin de profundizar en esta problemática para desde allí proponer acciones que permitan contribuir con la calidad del sistema educativo, se llevó adelante este trabajo con el objetivo de estudiar los efectos en los resultados de aprendizaje de la aplicación del método "Resolución de Problemas como Investigación", para desarrollar capacidades de resolución de problemas de Mecánica Clásica, en alumnos del 4º año de la carrera Licenciatura en Matemáticas y Física, de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnológicas (FACET) de la Universidad Nacional de Concepción (UNC).

El motivo principal por el cual se ha elegido este tema radica en las elevadas tasas de fracaso de los alumnos en los procesos de resolución de problemas de Física, lo cual implica bajos rendimientos académicos con resultados de aprendizaje por debajo del 50% que se evidencian en las evaluaciones dentro del aula y en las pruebas escritas, los cuales motivaron a la realización del trabajo para detectar las causas de los malos resultados previos e idear nuevas estrategias de solución para mejorar los resultados académicos y por sobre todo cambiar ciertos vicios metodológicos que evidentemente están causando un grave daño a futuros profesionales

que van a dedicarse a impartir la enseñanza de la Física con una base no muy sólida y carente de razonamiento físico.

La investigación, que tiene un enfoque cualitativo-descriptivo, con un diseño fenomenológico, ha pretendido describir y comprender las condiciones generales del docente y de los alumnos durante el proceso de resolución de problemas con el método mencionado arriba, se ha desarrollado con los estudiantes de 4º año de la carrera Licenciatura en Matemáticas y Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnológicas de la Universidad Nacional de Concepción, durante el primer periodo lectivo del año 2017.

Metodología

Considerando la reducida cantidad de estudiantes que han participado de este estudio, se ha considerado conveniente adoptar un enfoque cualitativo, de tipo descriptivo, y diseño fenomenológico. Si bien se utilizan algunos procedimientos cuantitativos de medición de variables, los resultados obtenidos se valoran desde un punto de vista esencialmente cualitativo, buscando ante todo describir las características de los fenómenos observados.

Se analizan las condiciones generales de un grupo de alumnos que cursan la materia Mecánica Clásica durante el proceso de resolución de problemas, aplicando el método de “Resolución de Problemas como Investigación”, para indagar sobre el comportamiento tanto del docente encargado de la asignatura así como el de los alumnos, con el fin de promover mejoras en los resultados de aprendizaje y comparar tales resultados con los obtenidos en años anteriores aplicando los métodos tradicionales.

El estudio se desarrolló con los ocho (8) alumnos que cursan la asignatura Mecánica Analítica (que aborda los contenidos de Mecánica Clásica) del cuarto año de la Carrera Licenciatura en Física y Matemática de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnológicas de la Universidad Nacional de Concepción, con sede en el Campus Universitario en la Ciudad de Concepción (Paraguay) y con el docente de Física de dicho curso.

Para la recolección de datos referente al estudio de antecedentes y registros de los individuos seleccionados en la etapa previa al experimento, se tuvieron en cuenta los resultados obtenidos en un estudio previo realizado por uno de los profesores, en el cual se analizaron sus actividades en el aula y los resultados de las evaluaciones escritas. Estos datos, que no están publicados, fueron gentilmente proveídos por la Dirección Académica de la FACET puesto que los documentos solicitados, actas de exámenes finales, planilla de evaluaciones parciales y registro de actividades de proceso, se encuentran en los archivos de la mencionada dependencia de la institución.

La técnica utilizada para la recolección de datos referentes a las dificultades de los alumnos durante el proceso de resolución de un problema de Mecánica Clásica fue la observación participante, a base de preguntas en la interpretación Física del enunciado de un problema, las ecuaciones que el alumno suponía serían útiles para llegar al resultado, la identificación de las magnitudes conocidas y las variables (incógnitas). Para registrar estos datos se utilizó una tabla de criterios que fueron construidos con el fin de observar las capacidades en los alumnos al resolver problemas de Mecánica Clásica. Para poder apreciar las diferencias en los grupos y cuantificar los logros obtenidos, se ubicó a cada alumno dentro de una escala del 1 al 5, donde el 1 significa “insuficiente” y el 5 “excelente”, puntuación que corresponde al desempeño individual durante el desarrollo de esta actividad.

Para esta actividad se conformaron en total cuatro parejas, y se asignó un problema para cada grupo. Cada alumno resolvió el problema en forma individual y luego discutió los resultados obtenidos con su par asignado. Contaron con un tiempo máximo de una hora para el análisis y posteriormente presentaron sus resultados en forma oral en la pizarra.

Los problemas asignados fueron de movimiento de partículas en dos dimensiones, movimiento de proyectiles en el vacío, por lo que el alumno debía poseer los conocimientos necesarios para resolver los problemas, razón por la cual la clase se inició directamente con los problemas sin ninguna introducción teórica previa por parte del profesor. El alumno debía generar sus propias herramientas y técnicas de resolución, para ello contaron con libros impresos de Física General y Dinámica Clásica de las partículas y sistemas de partículas.

La actividad propuesta para describir las técnicas que utilizan habitualmente los docentes para enseñar a resolver problemas de Mecánica Clásica consistió en recabar toda la información referente a las metodologías dentro del aula a base de un cuestionario tipo entrevista en forma presencial que se realizó a cuatro docentes de la asignatura en cuestión. El cuestionario se aplicó a cuatro profesores, dos de ellos son docentes de la Licenciatura en Ciencias Mención Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FACEN) de la Universidad Nacional de Asunción (UNA) y los otros dos docentes de la carrera Licenciatura en Matemáticas y Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnológicas de la Universidad Nacional de Concepción. Es importante aclarar que dos de los profesores se encuentran actualmente enseñando la asignatura de interés, los otros dos lo hicieron anteriormente.

Para obtener los datos referentes a la motivación de los alumnos para resolver problemas de Mecánica Clásica se aplicó la Escala Motivacional de Resolución de Problemas (EMRP) que se ha construido con el fin de medir de manera fiable y válida la motivación basado en el modelo de valor/expectativa EyV de Eccles y Wigfield (2002). Se considera la escala como una

herramienta fundamental de investigación debido a que contiene 30 ítems que hacen un acercamiento a la caracterización de cada uno de los componentes de la motivación hacia la resolución de problemas de manera válida y confiable.

Se aplicó una versión papel del EMRP en forma de un formulario de respuestas que se entregó a cada alumno para su llenado en forma individual. En la aplicación se entregó un ejemplar del EMRP a cada alumno, luego se leyó y explicó el protocolo de la encuesta, insistiendo en el carácter voluntario y confidencial de su participación y sobre la necesidad de responder de forma completa el instrumento.

La aplicación del instrumento estuvo a cargo del encargado de la cátedra Mecánica Clásica, y se realizó durante el horario de clases. La aplicación del EMRP no se extendió por más de 20 minutos. A medida que los alumnos entregaban sus formularios de respuesta, el docente verificaba que los datos de identificación y todas las preguntas estuviesen contestados. Luego de la recolección de datos se realizó la tabulación y verificación de los mismos.

Una de las actividades realizadas al final del periodo lectivo, antes de la aplicación de los exámenes finales fue la medición del tiempo de resolución, utilizando los métodos tradicionales y con el método de resolución de problemas como investigación aquí propuesto. Esta actividad tuvo como fin comparar cuanto tiempo invierten los alumnos en resolver un problema de Mecánica Clásica, cuales son las ventajas y desventajas de utilizar un método u otro sea cual sea el tiempo que conlleva su solución y a partir de ello determinar la facilidad con la que se realiza dicha tarea.

Para esta actividad, que se realizó en una única clase y con los problemas de los capítulos cuya resolución pueda realizarse con ambos métodos, se conformaron parejas y se procedió a entregar a cada grupo un instrumento que contiene dos problemas propuestos diferentes y con las indicaciones respectivas de resolución (en la hoja indica que ambos problemas se pueden resolver por los dos métodos en estudio). A medida que cada pareja iba terminando los problemas ya sea por el método tradicional o por el método propuesto, el docente se encargaba de registrar el tiempo que le tomó llegar al resultado. Además de esto, los alumnos debían indicar en la hoja de prueba, cuál de los métodos resultó ser más fácil para la resolución de los problemas.

Es importante aclarar que se optó por la unidad “Dinámica de una partícula” cuyo desarrollo completo se realizó al principio del curso, debido a que los problemas de esta unidad tienen la particularidad de tener dos métodos de resolución diferentes, la primera implica resolver con procesos tradicionales la que se utiliza en los cursos de Física Básica, y la segunda que permite resolver por el método de resolución aquí propuesto, “como investigación”. Ambos métodos

conducen a un mismo resultado de una forma práctica pero la diferencia está en el proceso de resolución.

Para la recolección de datos referente a las capacidades de resolución de problemas de Mecánica Clásica utilizando el método de Resolución de Problemas como Investigación, en un primer momento de la clase se proporcionó a los estudiantes guías de ejercicios de aplicación sencillos, guías de situaciones problemáticas e inmediatamente se presentó el primer problema a resolver con una pequeña exposición del profesor, quedando a cargo de los estudiantes, en primer lugar, seleccionar y generar el material de aprendizaje y en segundo lugar, investigar por cuenta propia, qué contenidos iban a resultar útiles para la resolución del problema debido a la variedad de contextos, por lo que los estudiantes eran vistos como sujetos que pueden aprender por cuenta propia. Aquí, el problema fue el punto de partida del proceso de aprendizaje. Los estudiantes en todo momento realizaron preguntas sobre dudas ya sea en el contenido sobre algunos conceptos y ecuaciones, e interactuaron con el profesor quien les ofrecía retroalimentación, les ayudaba a armar sus preguntas, explorar alternativas y tomar decisiones efectivas. Todos estos pasos se repitieron para todas las unidades programáticas.

Cabe destacar que la guía de ejercicios de aplicación y situaciones problemáticas se resolvieron en parte con la orientación del profesor durante la clase, quedando como una tarea a distancia el resto de los problemas para los alumnos. Cada ejercicio de la guía era de naturaleza distinta. La misma estrategia fue aplicada para las pruebas de proceso.

La aplicación de pruebas evaluativas al término de cada unidad programática por parte de los profesores, exposiciones orales individuales en la pizarra, y las pruebas escritas parciales y finales también formaron parte del método “Resolución de Problemas como Investigación” y fueron las actividades con las que se evaluó la eficacia del método propuesto.

Resultados y Discusión

Los resultados referentes a las dificultades de los alumnos para resolver problemas de Mecánica Clásica se obtuvieron a partir de la observación del ambiente y de recolección enfocada (Sampieri, et al. 2010) basado principalmente en la aplicación de un instrumento que contiene cinco criterios con una escala del 1 al 5, donde el 1 significa insuficiente y el 5 excelente.

Los resultados muestran, en primer lugar que de los 8 alumnos que participaron en esta actividad, el criterio A que describe la capacidad de utilizar herramientas matemáticas tuvo un promedio de 3.6, con el 57% de los puntajes correspondientes al valor 3; 29% al valor 4 y solo el 14% obtuvo el mayor puntaje de 5. Por otro lado, para la comprensión del problema que corresponde al criterio B o capacidad de análisis y síntesis, se obtuvo una media de 2.9, el 57%

de los puntajes con la calificación 3, 29% con nota 2, 14% obtuvieron 4 y no se registró puntajes con la valoración máxima de 5 para este criterio. La evaluación del criterio C o uso del tiempo promedio en la resolución de un problema tipo, arrojó un resultado promedio de 3.1, con el 86% asignado al valor 3 y 14% para la nota 3. No se obtuvo un puntaje ideal para el logro de este criterio. Además, el criterio D “capacidad de investigación o manejo de la información” demuestran resultados con una media de 4, con el 71% de los puntajes pertenecientes al valor 4 y 14.5% para las notas 3 y 5. Por último, el criterio D o la capacidad de comunicar los resultados de la resolución del problema obtuvo un puntaje promedio de 3.3, 71% con nota 3 y 29% de los puntajes con nota 4.

De esta manera, realizando un resumen de los resultados obtenidos en esta actividad, se observa que los alumnos obtuvieron un mejor desempeño a la hora buscar información que ayude a la resolución de un problema, en otras palabras, se torna una tarea relativamente fácil de realizar investigar y encontrar en los libros u otros materiales información certera y precisa previo a la resolución propiamente dicha. Sin embargo, el desempeño más bajo corresponde al criterio que define la capacidad de análisis y síntesis con una media de 2.9 y sin ningún puntaje máximo alcanzado, es decir, la comprensión física de un problema de Mecánica Clásica es una dificultad visiblemente notoria en los alumnos para la resolución de los mismos.

Al respecto, se entrevistaron a los alumnos al final de esta actividad durante el horario de clases. Se destacan los testimonios expresados por algunos de los participantes:

- Investigador: ¿A tu criterio, cuáles son los obstáculos o dificultades que impiden una correcta interpretación física de los problemas propuestos?
- Estudiante A: “y los problemas que me tocó hace mucho dejé de dar, me faltó práctica, pero siempre mi problema era comprender lo que pasaba o lo que quería en el enunciado”
- Estudiante B: “me costó analizar, comprender el contexto del problema, una vez que conseguía comprender el resto (operaciones matemáticas) ya me era fácil”
- Estudiante C: “cuando el profesor explica un problema yo entiendo perfectamente, pero cuando me dejan para hacer sólo me pierdo al comienzo ya, y cuando voy a casa a intentar resolver me faltan materiales (libros, folletos) y no le puedo consultar a nadie para que me ayude”
- Estudiante D: “yo no aprendí bien Física 1, por eso me cuesta razonar cuando tengo que resolver los problemas”. “Siempre me costó la comprensión física de los problemas de las materias de Física anteriores”

Testimonios como éstos, que se escuchan muy a menudo durante las sesiones de clase, indican además, que los conocimientos previos (CP) guardan una estrecha relación con el éxito o el

fracaso en la resolución de problemas de Física en general. Un alto índice de conocimiento previo ayuda a fortalecer la capacidad de análisis y síntesis, es decir, aquellos alumnos con mayor CP, desarrollan una mejor comprensión física del enunciado en comparación a los alumnos con un bajo índice de CP, como es el caso del ejemplo anterior.

En cuanto a los resultados referentes a las técnicas que utilizan los docentes, en la tabla 1 se extraen parte de los testimonios más resaltantes de la entrevista de una manera sistematizada con el fin de describir las estrategias metodológicas que utilizan habitualmente en las clases de Mecánica Clásica.

Tabla 1: Estrategias didácticas que utilizan habitualmente docentes de Mecánica Clásica

Preguntas	Docente A	Docente B	Docente C	Docente D
1	“se usan los problemas para la comprensión de conceptos físicos”	“depende del contenido o asignatura para empezar primero con los problemas y al final la teoría”	“depende de la asignatura y de los conceptos previos de los alumnos”	“la resolución de problemas refuerza la teoría dada para algunas materias”
2	“en forma de preguntas y otras numéricas en donde se debe encontrar la magnitud física a través de problemas de situaciones reales”	“problemas de comprensión sencilla con una matemática básica para luego ir a situaciones más complejas”	“depende del libro usado en la materia”	“primero se realizan ejercicios de aplicación, luego problemas propuestos y por último los problemas de desafío”
3	“gráficos e ilustraciones visuales, libros”	“siempre los libros. Además resúmenes y otros documentos”	“libros, folletos presentaciones y artículos”	“resúmenes de varios libros, videos, presentaciones en power point y guías de problemas”
4	“si es un concepto nuevo se explica primero la teoría para luego pasar a los problemas”	“si es una clase nueva se empieza con la teoría pero si es una clase ya dada se empiezan con los problemas”	“al final de la explicación teórica en la mayoría de las asignaturas”	“se parte de la teoría para luego resolver los problemas”
5	“leer varias veces el enunciado, sacar los datos, identificar las variables, aplicar las ecuaciones y efectuar los cálculos numéricos”	“de los procedimientos que son recomendación de los propios libros”	“lectura comprensiva, esquematizar, identificar datos conocidos y desconocidos, escribir ecuaciones, realizar los cálculos y discutir los resultados”	“lectura general, razonar para clarificar el fenómeno físico e identificar lo que pide el problema. Luego con los datos y ecuaciones proceder a realizar los cálculos numéricos. Evaluar en la pizarra”
6	“es importante que el alumno resuelva solo los problemas con ejemplos previos realizados por el docente”	“que la clase sea participativa, que los alumnos partan de sus errores y dudas para la resolución”	“las dudas de los alumnos en primer lugar”	“el docente orienta a cada alumno a despejar dudas manejar varias alternativas de solución”
7	“algunos quieren obtener los resultados de inmediato, otros se preocupan más en la comprensión del problema que en resultados numéricos”	“las herramientas matemáticas son una dificultad. Como virtud poseen una visión muy buena de los eventos físicos y son muy buenos resolventes de cálculos numéricos”	“alta capacidad de utilizar herramientas matemáticas. La dificultad está en la comprensión física”	“dificultades relacionadas a la interpretación física pero poseen gran facilidad de resolución matemática y son muy curiosos”

8	“se analizan los problemas más importantes con los alumnos en la pizarra”	“absolutamente. Lo que se convierte en una dificultad debido al tiempo invertido en la evaluación de cada problema”	“los de la guía sí se realiza. Los problemas a distancia no son analizados en clase”	“los alumnos se encargan de mostrar a sus compañeros como resolvieron”
---	---	---	--	--

Es importante subrayar el contexto bajo el cual cada docente entrevistado desarrolla sus técnicas de enseñanza.

Responder a preguntas como: ¿De qué manera se utilizan la resolución de problemas como estrategia de enseñanza? ¿Qué tipo de organización de clase se utiliza en la resolución de problemas (trabajo individual, pequeños grupos, trabajos en pares)? ¿Qué espacios de aprendizaje se utilizan para resolver los problemas (salón de clases, al aire libre y observando la naturaleza, en la plataforma virtual, laboratorio, etc.)? ¿En qué momento de la clase habitualmente se presentan los problemas? ¿Cuáles son las relaciones entre las estrategias propuestas por el docente y las que aportan los alumnos? ¿Cuáles son las dificultades encontradas en los estudiantes y cuáles son sus virtudes a la hora de resolver los problemas? ¿Cómo se asiste a los alumnos que no pueden resolver los problemas?, ayudó a dismantelar una serie de dificultades con la que día a día el docente de Física debe enfrentarse y a pesar de todo tratar de lograr los mejores resultados de aprendizaje en los alumnos en materias tan importantes para su formación como lo es la Mecánica Clásica.

La motivación de los alumnos fue percibida desde el comienzo de esta investigación. Son varias las acciones que demostraron el interés de los alumnos hacia esta investigación en la que ellos fueron los principales protagonistas. Además, la innovadora metodología de enseñanza aprendizaje implementada en la asignatura Mecánica Clásica, llevó a los alumnos a realizar hechos poco frecuente, los cuales son asumidos como actos motivados, en los días de clases y en los trabajos a distancia asignados durante la semana. A continuación se señalan algunos de los hechos más relevantes extraídos de las notas de campo:

- Los alumnos ya estaban apostados frente al aula hasta 30 minutos antes del inicio de la clase.
- De las dos horas asignadas según la planificación didáctica, los alumnos pedían permanecer más tiempo en clase, se llegó a dar hasta tres horas de clase.
- Al término de cada clase los alumnos pedían que se les asignen problemas individuales para resolverlos en la pizarra en la siguiente semana.
- 100% de asistencia los días de clases presenciales durante todo el periodo.
- Participación activa de alumnos que son conocidos por una actitud sumisa y desinteresada. Se ofrecían voluntariamente a resolver problemas en la pizarra.

En otras palabras, el nuevo enfoque con el que se desarrolló la asignatura Mecánica Clásica implicó un cambio radical en los métodos de enseñanza, que pasaron de asignarle al estudiante un papel secundario o el de un simple oyente, a otorgarle el protagonismo principal en la construcción de su propio aprendizaje, razón por la cual los alumnos se mostraron en todo momento motivados por aprender y también por formar parte de una investigación para el trabajo final de tesis de la Maestría ofrecida por la institución en la cual están estudiando.

A continuación, en la figura 1 se presentan los resultados de los puntajes promedios de cada criterio de evaluación estudiado en la Escala Motivacional de Resolución de Problemas la cual evalúa las percepciones de los alumnos respecto a la motivación por la resolución de problemas de Mecánica Clásica

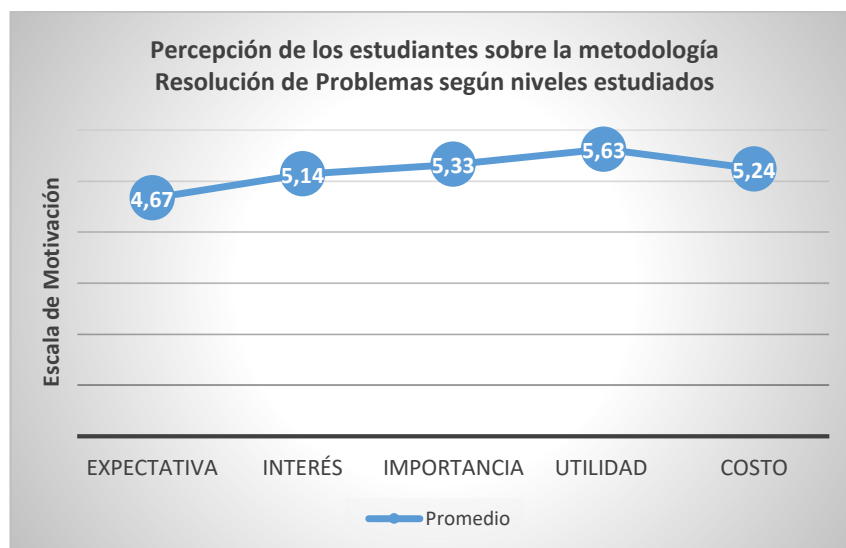


Figura 4: Promedio de las puntuaciones a cada criterio en la EMRP

En cuanto a los ítems de cada sub escala se resaltan algunos resultados de importancia. El mayor promedio entre los ítems se encuentran en la sub escalas Importancia: “Es importante la resolución de problemas para todos los cursos de Física” (6); Utilidad: “Considero útil la resolución de problemas de Mecánica Clásica para desarrollar ciertas competencias profesionales” (6) y Costo: “Vale la pena invertir tiempo y esfuerzo para resolver problemas de Mecánica Clásica”. Los ítems de menor puntuación media son “Cuando se trata de interpretar un problema, soy mejor que la mayoría de mis compañeros” (4) en la sub escala Expectativa y “Para mí es importante tener resuelto los problemas antes de clase (cuando corresponda)” (4.4), en la sub escala Importancia.

Por otra parte, con el fin de establecer las diferencias en el uso del tiempo de clase cuando se aplica el método “Resolución de problemas como investigación” en lugar del método

tradicional para resolver problemas de Mecánica Clásica, en las figuras 2 y 3 se observan los resultados por grupo de los tiempos de resolución de los problemas 1 y 2.

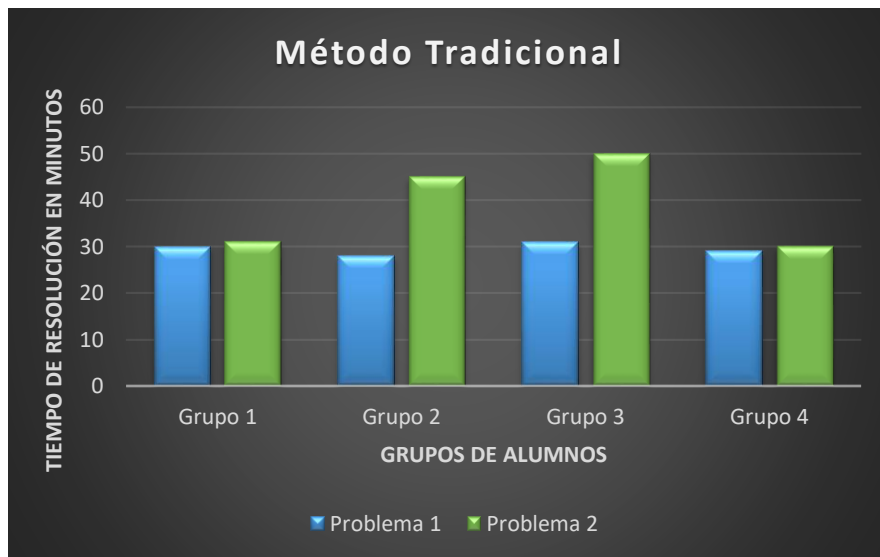


Figura 2: Tiempos de resolución de problemas. Método Tradicional

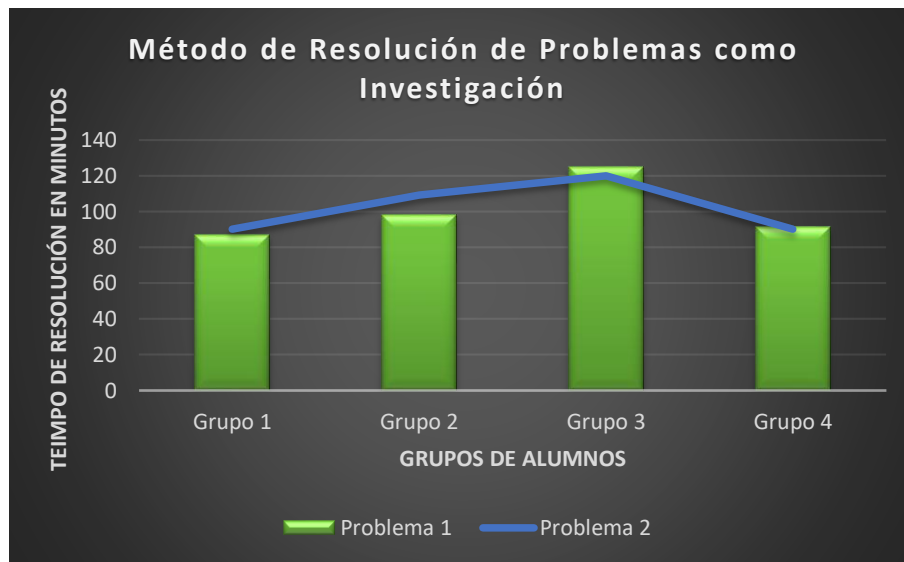


Figura 3: Tiempos de resolución de problemas. Método Investigativo

Estos resultados demuestran lo que en principio se esperaba, el método tradicional implica un menor tiempo de resolución y una realización de la tarea más fácil, en contrapartida al método de resolución como investigación que requiere invertir mayor tiempo y un camino más complicado en el proceso de resolución para llegar al mismo resultado.

Sin embargo, puesto que el extenso campo de aplicación de la Mecánica Clásica en diversas áreas de la Física debido al formalismo matemático complejo que se utiliza para la deducción de ecuaciones y la resolución de problemas, es de manifiesto expreso por los alumnos que el beneficio que se obtiene al aplicar el método de resolución sobre todo en los procesos o constructos matemáticos sugerido en este trabajo es mucho mayor al riesgo que implica destinar

más tiempo de lo habitual a resolver un problema por esta vía. En otras palabras, con el método tradicional se pueden resolver cantidad de problemas en menor tiempo y con mayor facilidad para llegar rápidamente al resultado, pero los beneficios de la aplicación del método propuesto van más allá de lo que se pueda lograr en la clase de la asignatura Mecánica Clásica.

Finalmente, todas las actividades académicas, ya sean de clase o a distancia, a lo largo del periodo, se ven reflejados en los resultados de las guías de ejercicios, pruebas diagnósticas, resolución de problemas en la pizarra, trabajos de investigación a distancia, los cuales equivalen al 20% de la calificación final correspondiente a la Evaluación por Proceso asignado por la FACET.

Los resultados demuestran que se obtuvo un puntaje promedio general de 17.9 el cual equivale a un rendimiento del 89% de las actividades impartidas por el docente a lo largo del curso. Es importante destacar la predisposición de los estudiantes ante cada tarea que se les asignaba en clase indistintamente al premio de los 20% de la nota final que obtenían por realizar cualquiera de las tareas establecidas, todas estas acciones favorables al alumno y a la investigación ya fueron descritas como un acto motivado en la sección “motivación de los alumnos”. La variación de los puntajes de proceso se debe a múltiples factores, principalmente a la ausencia de cada alumno los días de clase por diversos motivos ya que no hubo tiempo de recuperar los puntos perdidos por ausencia. Los que asistieron a todas las clases son los que se han llevado los mejores puntajes del proceso.

El examen parcial escrito se realizó una única vez por imposición de la Coordinación Académica y se asignó al mismo un porcentaje del 20% de la calificación final. Los resultados de esta evaluación (sobre el 100%) son los siguientes: 100%, 77%, 77%, 77%, 76%, 63%, 58% y 57%. Es importante aclarar que estos porcentajes reflejan el rendimiento académico de las parciales de cada alumno plasmado en una prueba escrita diseñada exclusivamente para medir la capacidad de resolución de problemas de Mecánica Clásica.

Por último, los resultados del examen final se muestran en la figura 4.

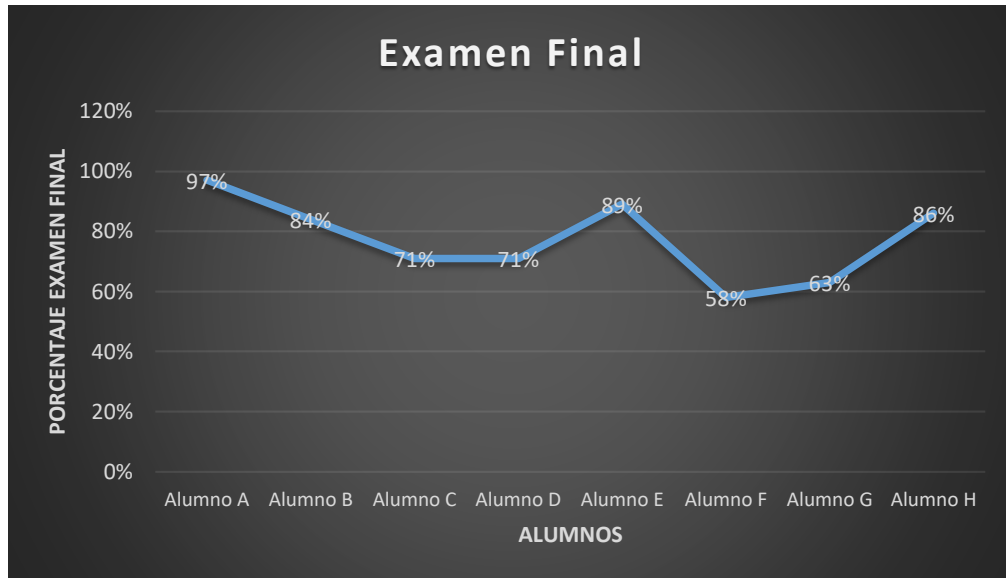


Figura 4: Resultados del examen final de Mecánica Clásica

Como se puede ver, la totalidad de los alumnos ha aprobado la asignatura, con una calificación promedio de 2.75 que de acuerdo a la calificación conceptual corresponde a un rendimiento académico bueno.

Conclusión

Las estrategias didácticas que utilizan habitualmente los docentes que formaron parte de esta investigación para enseñar a resolver problemas de Mecánica Clásica son diferentes, en el sentido que cada profesor, de acuerdo a los años de experiencia en la docencia, al grupo de alumnos que maneja y a la institución a la cual imparte enseñanza, posee sus propias técnicas para enseñar dentro del aula, algunos utilizan más el método expositivo que el participativo, otros simplemente no hacen participar a los alumnos. También se ha observado que la evaluación del proceso en clase es poco utilizada, limitándose a determinar la capacidad de resolución de problemas y de comprensión de la asignatura en pruebas parciales y finales, omitiendo el proceso de construcción del conocimiento que se ha realizado a lo largo del curso, como por ejemplo el uso de laboratorio para clases de retroalimentación que en ninguna de las respuestas de la entrevista fue mencionado por ningún docente.

El docente y los estudiantes que formaron parte de esta investigación en donde se ha utilizado un método de resolución de problemas como investigación dirigida, han desarrollado en primer lugar, capacidades de trabajo en equipo, el aula se volvió un espacio de intercambio de ideas y el aporte del estudiante era considerado fundamental para los procesos de resolución. El docente en todo momento realizó el rol de mediador, orientador y dejó de lado el rol de único experto pasando a ser co-aprendiz del alumno.

El formalismo matemático utilizado ayuda a mejorar el manejo de esta herramienta para enfrentar problemas más complejos y se hace una mención especial a la capacidad de análisis y síntesis para la comprensión de cada enunciado propuesto, debido a que el menor puntaje obtenido por los alumnos fue en este criterio que evalúa la capacidad de interpretar físicamente un problema de Mecánica Clásica, considerado la parte principal para lograr la resolución del mismo.

Los resultados en cuanto a la motivación de los alumnos para resolver problemas de Mecánica Clásica con el método de Resolución de Problemas como Investigación señalan que la expectativa hacia la resolución de problemas de Mecánica Clásica es baja, es decir que aparece una duda sobre las expectativas propias respecto de resolver los problemas correctamente estar capacitado para resolverlos; las capacidades propias - o lo que creen que depende de sí mismos para lograr la resolución de los problemas propuestos son menos valoradas.

Al comparar los tiempos de resolución de problemas propuestos de Mecánica Clásica por un lado, por el método tradicional de resolución y por otro lado utilizando el Método de Resolución de Problemas como Investigación, se observó que, con el método tradicional se pueden resolver cantidad de problemas en menor tiempo y con mayor facilidad pero los beneficios de la aplicación del método propuesto van más allá de lo que se pueda lograr en la clase de la asignatura Mecánica Clásica, debido al formalismo matemático complejo que se utiliza para la deducción de ecuaciones y la resolución de problemas, según lo manifestado por el grupo experimental.

La evaluación de las actividades de proceso demuestra que se obtuvo un puntaje promedio general de 17.9 el cual equivale a un rendimiento del 89%, frente al 67% de rendimiento en aula de los procesos de años anteriores.

El porcentaje promedio del examen parcial utilizando el método de Resolución de Problemas como Investigación fue de 73%, el promedio de años anteriores para las parciales fue de 48%. En el examen final, con el método propuesto en esta investigación, se obtuvo un porcentaje promedio de 77% con una calificación media 2.75, mientras que en años anteriores el porcentaje promedio de los exámenes finales fue de 63% con una calificación media de 1.95.

A la vista de las mejoras en los resultados de aprendizaje obtenidos, se puede concluir que los efectos en los resultados de aprendizaje de la aplicación del método “Resolución de Problemas como Investigación”, para desarrollar capacidades de resolución de problemas de Mecánica Clásica, en alumnos del 4º año de la carrera Licenciatura en Matemáticas y Física, de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnológicas de la Universidad Nacional de Concepción, han sido muy

favorables y se recomienda para el futuro replicar el experimento con un diseño experimental que involucre grupos más numerosos de alumnos.

Bibliografía

- BUTELER, L. (2003). La Resolución de Problemas en Física y su relación con el enunciado. Trabajo de Tesis presentado a la Facultad de Matemática, Astronomía y Física para acceder al grado de Doctor en Física. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- DECI, E. L. Y RYAN, R. M. (1985). Intrinsic motivation and self-determination in human behavior. Nueva York: Plenum.
- ECCLES, J. Y WIGFIELD, A. (2002). Motivational beliefs, values and goals. En S. T. Fiske, D. L. Schacter y C. Sahn-Waxler (Eds.). Annual Review of Psychology (pp. 109-132). Palo Alto, CA: Annual Reviews.
- GIL PÉREZ, D. MARTÍNEZTORREGOSA, J. SENENT PÉREZ, F. (1987). El Fracaso en la Resolución de Problemas de Física: Una investigación orientada por nuevos supuestos. II Congreso Internacional sobre investigación en la Didáctica de las Ciencias las Matemáticas. Universidad de Barcelona y Universidad de Valencia. España.
- GIL PÉREZ, D., DUMAS CARRÉ, A., CAILLOT, M. y MARTÍNEZ TORREGROSA, J. (1990). Problem solving in the physical sciences as a research activity. Studies in Sci. Educ., 18, pp. 137-151.
- GOICOLEA, J (2001). Curso de Mecánica. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. España.
- LARKIN, J. (1980). Teaching problem representation and skill en physics. En Tuma, D Y REIF, F. (Eds). Proceeding of a Conference Problem Solving an Education, held at Carnegie-Mellon University. Hillsdale, NY: Erlbaum.
- PERALES, f. (1993). La Resolución de Problemas: Una Revisión Estructurada. Revista Enseñanza de las Ciencias, 1993, 11 (2), 170-178. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias de la Educación. Campus Universitario de Cartuja. Granada. España.
- SOLAZ-PORTOLÉS, J. SANJOSÉ LÓPEZ, V. (2007). Resolución de problemas, modelos mentales e instrucción. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 6 N° 1 (2007). Universidad de Valencia. España.
- VALENZUELA, J. & NIETO, A. (2008). Motivación y pensamiento crítico: Aportes para el estudio de esta relación. Revista Electrónica de Motivación y Emoción, 11(28). Recuperado de: <http://reme.uji.es/articulos/numero28/article3/texto.html>

- VARELA, N. MARTÍNEZ, A. (1997). Una estrategia de cambio conceptual en la enseñanza de la física: La resolución de problemas como actividad de investigación. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 1997, 15 (2), 173-188. Universidad Complutense de Madrid. España.
- VÁZQUEZ, S. BUSTOS, P. NÚÑEZ, G. MAZZITELLI, C. (2004). Planteo de situaciones problemáticas como estrategia integradora en la enseñanza de las ciencias y la tecnología. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 3, Nº 1, 73-85 (2004). Instituto de Investigación en Educación en las Ciencias Experimentales, Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes, Universidad Nacional de San Juan, San Juan, República Argentina.