

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS PEDAGÓGICAS**  
**CAPITÁN “SILVERIO BLANCO NÚÑEZ”**  
**SANCTI SPÍRITUS**  
**FILIAL UNIVERSITARIA PEDAGÓGICA**  
**TRINIDAD**

Tesis presentada en opción al Título Académico de Master en Ciencias de la Educación.



**TÍTULO:** EL FORTALECIMIENTO DEL APRENDIZAJE DE LA  
FÍSICA MEDIANTE LAS RELACIONES  
INTERDISCIPLINARIAS CON LA MATEMÁTICA EN  
ESTUDIANTES DE ONCENO GRADO

**AUTOR:** Lic. Eugenio Oromí Oromí

**TUTOR:** MS. c. Osvaldo Andrés Tardío Ruedas.

TRINIDAD, 2011

## **PENSAMIENTO:**

“En las escuelas hay que enseñar todo a todos  
(...) No se haga aprender de memoria sino lo que  
haya sido rectamente comprendido por la  
inteligencia”.

Juan Amos Comenio.

## **SÍNTESIS:**

El tema seleccionado tiene vigencia y actualidad, pues se trata del aprendizaje de la Física mediante las relaciones interdisciplinarias con la Matemática en estudiantes de onceno grado. Es propósito del mismo aplicar ejercicios para fortalecer el aprendizaje de la Física mediante las relaciones interdisciplinarias con la Matemática en estudiantes de onceno grado del IPU "Eduardo García Delgado" en Trinidad. Durante el proceso investigativo se emplearon diferentes métodos científicos tales como: analítico-sintético, inductivo-deductivo, histórico y lógico, análisis documental, experimento pedagógico, encuestas y pruebas pedagógicas, así como cálculo porcentual para cuantificar los resultados obtenidos con la aplicación de los diferentes instrumentos. El proceso experimental tuvo lugar en el IPU "Eduardo García Delgado" ubicado en el municipio de Trinidad en una muestra de 30 estudiantes seleccionada de forma intencional. Por los resultados obtenidos se recomienda su utilización en otros grupos de este grado de esta institución docente.

## **INDICE GENERAL:**

| <b>CONTENIDOS</b>   | <b>PÁGINAS.</b> |
|---|-----------------|
| <b>INTRODUCCIÓN</b>   | 1               |
| <b>CAPITULO I: CONSIDERACIONES TEÓRICO-METODOLÓGICAS SOBRE EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA FÍSICA Y SUS NEXOS INTERDISCIPLINARIOS CON LA MATEMÁTICA</b> | 10              |
| 1.1. El proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en las actuales transformaciones del preuniversitario.  | 10              |
| 1.2. El proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en onceno grado.  | 14              |
| 1.3. La interdisciplinariedad en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física y la Matemática.  | 20              |
| 1.4. Caracterización psicopedagógica del adolescente.   | 26              |
| <b>CAPITULO II: EL FORTALECIMIENTO DEL APRENDIZAJE DE LA FÍSICA EN ESTUDIANTES DE ONCENO GRADO: EJERCICIOS. RESULTADOS.</b>                                       | 29              |
| 2.1. Estado inicial del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física.  | 29              |
| 2.2. Fundamentación de la propuesta de solución.  | 31              |
| 2.3. Propuesta de ejercicios interdisciplinarios sobre física y Matemática.   | 41              |
| 2.4. Análisis de los resultados de los ejercicios para fortalecer el aprendizaje de la Física en onceno grado. Comparación de los resultados.                     | 52              |
| <b>CONCLUSIONES.</b>  | 54              |
| <b>RECOMENDACIONES.</b>   | 55              |
| <b>BIBLIOGRAFÍA.</b>  | 56              |
| <b>ANEXOS.</b>  |                 |

## **DEDICATORIA:**

*A la memoria de mi padre José Ramón, pedagogo empírico, que sin la instrucción de los libros me educó con su ejemplo.*

*A mi madre Olivia, quien con su cariño y su ternura le dio a mi personalidad una dosis de sensibilidad humana.*

*A la memoria de mi malograda hija Belkis, que no pudo gozarse con este modesto logro de su padre.*

*A la memoria de esa persona tan importante en mi vida que fue mi amada esposa Modesta.*

*A mis hijos y nietos, objetos de mis desvelos y verdaderos motivos de sano orgullo.*

*El autor.*

## **AGRADECIMIENTOS:**

*"Si pude ver más lejos, es porque me subí en hombros de gigantes", dijo en cierta ocasión el célebre físico inglés Sir Isaac Newton.*

*Doy gracias a mi Dios por todos esos "gigantes" a quienes también les estoy muy agradecido:*

- Al Ms. C. Osvaldo Andrés Tardío Ruedas, por consentir en ser mi tutor, dedicándome así parte de su precioso tiempo.*
- Al Dr. C. Fidel Rodríguez Puerta por sus inapreciables enseñanzas.*
- Al Dr. C. Leonardo Marín LLavert y al Ms. C. Geonel Rodríguez Pérez, mis profesores consultantes.*
- A mis compañeros de trabajo que tanto ánimo me han infundido. A todos los que de una forma u otra me han alentado y apoyado para que este trabajo pudiera materializarse, a todos muchas gracias.*

*El autor.*

## **INTRODUCCIÓN:**

En el marco de la colosal Batalla de Ideas que libra el pueblo cubano, para la cual se impone la elevación de su Cultura General Integral como garantía de la continuidad de la Revolución, ha sido bien definido por el Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz, en reiteradas ocasiones, el papel trascendental que corresponde a la escuela en sentido general y a los educadores en particular en lograr una sociedad más justa y diferente implicando una nueva revolución en la educación.

En la tesis sobre política educacional del Primer Congreso del Partido Comunista de Cuba (1978: 367) se plantea: “el criterio esencial de la política educacional cubana es hacerla corresponder con el socialismo y las ideas que él expresa”.

En la Constitución de la República de Cuba se plantea que: “La enseñanza es función del Estado y es gratuita. Se basa en las conclusiones y aportes de la ciencia y en la relación con la vida, el trabajo y la producción. Por tanto la formación de las nuevas generaciones es una tarea de primer orden para nuestra sociedad”. Constitución de la República de Cuba, (1998: 19).

Desde finales de la década de los 90; el país está inmerso en una revolución conceptual en el ámbito de la cultura, estrategia desarrollada en respuesta al proceso de globalización de las comunicaciones que se ha desarrollado de manera terminante por el dominio de las transnacionales, conocidas también como “propaganda silenciosa”. Esta tiene como fin contrarrestar aquellos efectos nocivos que provoca la globalización en su dominio cultural, dirigido contra lo más valioso de las tradiciones y creaciones culturales de los pueblos: su identidad cultural.

Es criterio del autor de esta tesis que esta estrategia constituye sin duda una nueva etapa del proceso cultural que se desarrolla en el país desde el primero de enero de 1959, y que hoy en condiciones externas e internas muy peculiares entraña un diversificado y profundo trabajo en la formación de todos y cada uno de los miembros de la sociedad cubana actual.

Hacer de la cultura y de la educación una actividad de las masas es tarea prioritaria y permanente de nuestro país. La inteligencia no es atributo de una élite, sino una facultad del hombre, y desarrollarla es comenzar a ser culto, como dijera

Martí: "Ser cultos es el único modo de ser libres." Pérez Martí, J., (1976: 24).

La escuela en nuestra sociedad socialista es depositaria de un encargo social fundamental y complejo: "la formación de las nuevas generaciones que sean capaces de defender y enriquecer las conquistas del socialismo alcanzadas, de participar de forma activa y consciente en la sociedad. Tal encargo supone el desarrollo de una personalidad que caracteriza al hombre del mañana: multifacético y armónicamente desarrollado, luchador incansable por los valores del socialismo y el comunismo". Baxter Pérez, E., (1981: 85).

En consonancia con lo anterior y a partir de esta revolución educacional que lleva a cabo la sociedad cubana, se reconoce como fin de la educación: la formación general e integral de la personalidad del individuo, promoviendo un desarrollo multifacético de su personalidad, y conjugando armónicamente la riqueza espiritual, la formación moral y el perfeccionamiento físico. Al respecto A. S. Makarenko escribió: "Yo entiendo por fin de la educación el programa de la personalidad humana, el programa del carácter humano, y en el concepto del carácter incluyo todo el contenido de la personalidad, es decir, también el carácter de las manifestaciones externas y de las convicciones internas, la educación política y los conocimientos, decididamente, todo el cuadro de la persona humana. Makarenko A. S, (S.F.:118).

Para lograr lo anteriormente declarado se necesita del concurso de varias disciplinas, por lo que la relación interdisciplinaria puede contribuir al éxito de este propósito.

La necesidad de lograr la integración de las ciencias y un papel cada vez más protagónico de los estudiantes data de hace mucho tiempo, aunque los primeros intentos se dieron de manera incipiente y espontánea. En este sentido, se destacan los trabajos efectuados por los primeros pedagogos cubanos que desarrollaron su obra desde fines del siglo XVIII, entre otros son significativos: Félix Varela (1788-1853), José de la Luz y Caballero (1800-1862), Enrique José Varona (1849-1933) y José Martí (1853-1895), los que abogaron por el desarrollo del conocimiento a través de las ciencias unido a la formación de sentimientos y valores, por tanto, desde su surgimiento ha tenido la concepción del desarrollo de

lo instructivo y educativo, de lo cognitivo y afectivo, de la formación del conocimiento y los valores, lo cual ha servido de fundamento a la educación Cubana.

Desde mediados y fines del siglo XX se ha venido manifestando la necesidad de lograr la interdisciplinariedad; fundamentalmente a partir de los años 60. Uno de los pioneros en este tema es el investigador Georges Gusdorf, quien presentó en la UNESCO, un proyecto interdisciplinar para las ciencias humanas, comenzando así un período de desarrollo que pasó por concepciones filosóficas de gran importancia para estas ciencias, particularmente la educación y que continúa hasta la actualidad con mayor intensidad, dado el imperioso requerimiento de abordar toda una serie de fenómenos naturales, sociales y del pensamiento desde su integridad y totalidad.

Es criterio del autor de esta investigación que una de las vías para afrontar los grandes retos de la educación cubana en torno al aprendizaje de los estudiantes pudiera ser la interdisciplinariedad, como una de las alternativas para contribuir en un futuro inmediato a la solución de los problemas actuales que tiene la enseñanza de las Ciencias Exactas.

La relación interdisciplinaria entre la Física y la Matemática, como ciencias y como disciplinas escolares es un hecho necesario; la Matemática le proporciona a la Física gran parte de su lenguaje y la posibilidad de crear modelos abstractos, a partir de los cuales se establecen sus leyes y teorías fundamentales. Esto no quiere decir que dicha relación se produzca siempre de forma adecuada durante la enseñanza de dichas asignaturas, en tal sentido, M. Kline, a su modo de criticar las insuficiencias que tiene la Matemática moderna (que tomó auge en la enseñanza alrededor de la década de los años 70), ha planteado: "aislar las Matemáticas es privarlas de su significado". Kline, M (1996: 12).

Se puede persuadir a los estudiantes para que estudien la función  $y=5 t^2$ , pero la función como tal, no tiene significado. Físicamente representa el movimiento de caída de una bola. La variable  $y$  representa la distancia recorrida en  $t$  segundos. Con esta interpretación los estudiantes pueden visualizar el incremento de  $y$  e  $t$  según cae la bola, y con una pequeña ayuda, pueden apreciar cómo difiere esta

función de las funciones  $y = 5t$  e  $y = 5t^3$ . La apreciación física de cómo varían las distintas funciones es de hecho, el camino más seguro para lograr la comprensión de la naturaleza y comportamiento de estas funciones. Las Matemáticas se vuelven inútiles y faltas de atractivo si quedan aisladas. Kline M, (1996: 83).

Se coincide con Kline, M., en la necesidad de coordinar el tratamiento de las dependencias funcionales con algún fenómeno físico de la realidad que pueda servir como base intuitiva, a saber, el movimiento mecánico de los cuerpos y se plantea de forma implícita, la conveniencia de que el estudiante transfiera los conocimientos adquiridos en Matemática a la investigación del movimiento de los cuerpos, tomando conciencia de la analogía existente entre las ecuaciones abstractas aprendidas en esta asignatura y sus posibles aplicaciones físicas a la realidad.

El análisis realizado anteriormente demuestra que todavía no se ha logrado conciencia sobre la importancia real e inmediata de las relaciones interdisciplinarias. Aunque en los últimos años se aprecian algunos avances en el tratamiento de los nexos entre las diferentes disciplinas para fortalecer el aprendizaje en los estudiantes, todavía quedan algunas dificultades.

Se coincide con, Ezequiel Ender-Egg en que: "Para que sea posible la interdisciplinariedad es importante que cada profesor posea dominio de la asignatura que imparte; que todos los docentes tengan interés en llevar a cabo la tarea interdisciplinaria y no por cumplir una formalidad que le viene impuesta; que los alumnos y alumnas se encuentren motivados para realizar un trabajo de esta naturaleza, difícilmente lo estarán si antes los profesores no tienen un mínimo de entusiasmo por la tarea y no son capaces de proponer un tema lo suficientemente atractivo e interesante; que se elabore un marco referencial en el que se integren, organicen y articulen los aspectos fragmentarios que han sido considerados desde cada una de la asignaturas implicadas; no partir del supuesto de que hay que integrar todas las asignaturas, sino solo aquellas que pueden aportar de manera significativa al tema problema escogido como objeto de estudio". Ender-Egg E, (1993: 76-77).

A partir de la experiencia profesional del autor de esta investigación como profesor

de Física durante 40 cursos ininterrumpidamente, de los cuales 15 cursos dedicados a enseñar esta disciplina en los preuniversitarios ha podido corroborar la existencia de la siguiente **realidad pedagógica**:

- 1 En la caracterización del programa de Física de oncenno grado, se hace poca referencia a las relaciones que pueden establecerse con la Matemática. De aquí que aunque la interdisciplinariedad aparece declarada, al menos de manera intencional, en la práctica los objetivos del propio programa no establecen explícitamente la forma y la medida en que esto debe ser logrado y los libros de texto no cumplen a cabalidad con tal requerimiento durante la exposición de su contenido, solamente en muy contadas ocasiones se emplean conocimientos físicos para tratar los contenidos matemáticos y en los textos de Física no se hace un uso óptimo de las herramientas matemáticas durante la modelación de los fenómenos y procesos.
- 2 Falta de conocimientos por parte de los estudiantes para integrar contenidos de estas asignaturas afines, ya que no se percatan de los vínculos que existen entre la Física y la Matemática.
- 3 Dificultades en la aplicación de sus vivencias personales y conocimientos previos de Física y Matemática a la resolución de problemas.

Las consideraciones referidas anteriormente propiciaron el planteamiento del siguiente **problema científico**: ¿Cómo fortalecer el aprendizaje de la Física en los estudiantes de oncenno grado del IPU “Eduardo García Delgado” en el municipio de Trinidad?

En la investigación se determinó como **objeto de estudio**: El proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física y como **campo de acción**: el fortalecimiento del aprendizaje de la Física mediante las relaciones interdisciplinarias con la Matemática.

Estableciendo la relación existente entre el problema científico, el objeto de estudio y el campo de acción se declara el siguiente **objetivo**: aplicar ejercicios dirigidos a fortalecer el aprendizaje de la Física mediante las relaciones interdisciplinarias con la Matemática en los estudiantes de oncenno grado del IPU

“Eduardo García Delgado”.

En correspondencia con el problema de investigación formulado se plantean las siguientes **preguntas científicas**:

1. ¿Qué fundamentos teóricos-metodológicos sustentan el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física desde un enfoque interdisciplinario?
2. ¿Cuál es el estado real del aprendizaje de la Física en los estudiantes de onceno grado del IPU “Eduardo García Delgado”?
3. ¿Qué ejercicios permiten fortalecer el aprendizaje de la Física en los estudiantes de onceno grado del IPU “Eduardo García Delgado”?
4. ¿Cuál es el resultado de la aplicación de ejercicios dirigidos a fortalecer el aprendizaje de la Física mediante las relaciones interdisciplinarias con la Matemática en los estudiantes de onceno grado del IPU “Eduardo García Delgado”?

Para dar respuesta a las interrogantes científicas se realizaron las siguientes **tareas científicas**:

1. Determinación de los fundamentos teóricos-metodológicos que sustentan el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física desde un enfoque interdisciplinario.
2. Determinación del estado real del aprendizaje de la Física en los estudiantes de onceno grado del IPU “Eduardo García Delgado”?
3. Elaboración de ejercicios dirigidos a fortalecer el aprendizaje de la Física en los estudiantes de onceno grado del IPU “Eduardo García Delgado”.
4. Validación de los ejercicios dirigidos a fortalecer el aprendizaje de la Física mediante las relaciones interdisciplinarias con la Matemática en los estudiantes de onceno grado del IPU “Eduardo García Delgado”.

En la investigación se declararon las siguientes **variables**:

**Variable independiente:** actividades docentes, asumida por el autor de esta tesis como el proceso de interacción sujeto-objeto, dirigido a la satisfacción de las necesidades del sujeto y como resultado del cual se produce una transformación del objeto y el propio sujeto. Addine, F (2005:53).

**Variable dependiente:** Nivel de fortalecimiento del aprendizaje de la Física

mediante las relaciones interdisciplinarias con la Matemática, entendido por el autor de esta tesis cuando los estudiantes de octavo grado del preuniversitario se apropien de los conocimientos de las operaciones de cálculo aritmético, porcentual y de trigonometría aplicados a contenidos de Física tales como los principios de la Termodinámica y las oscilaciones mecánicas y electromagnéticas.

A los efectos investigativos se declaran los siguientes **indicadores**:

1. Aplicación de las operaciones aritméticas fundamentales a los contenidos relacionados con los principios de la Termodinámica.
2. Aplicación de los contenidos referidos al cálculo porcentual a los principios de la Termodinámica.
3. Aplicación de los conocimientos de trigonometría referidos a las funciones armónicas a las oscilaciones mecánicas y electromagnéticas.
4. Aplicación práctica de los contenidos anteriores.

La **escala evaluativa** para medir estos indicadores se encuentra en el (anexo 1).

La complejidad del objeto de estudio, por su naturaleza y contenido, lleva a la utilización sobre la base de las exigencias del método general materialista dialéctico diversos métodos del nivel teórico, empírico y los estadísticos matemáticos, con el propósito de poder interpretar, explicar y valorar el proceso dialéctico que está presente cuando se aborda científicamente la problemática en cuestión.

**Del nivel teórico:**

- Histórico y lógico: permitió profundizar en la evolución y desarrollo de la enseñanza de la Física y la Matemática partiendo de bases filosóficas, sociológicas, pedagógicas y didácticas que la han sustentado en diferentes épocas, permitiendo conocer los orígenes comunes de ambas asignaturas.
- Analítico-sintético: propició detallar en las características del contenido de las asignaturas de Física y Matemática, así como sus potencialidades en los estudiantes, mediante ejercicios en los que se vinculen estas asignaturas.
- Inductivo-deductivo: permitió generalizar la información recopilada acerca del aprendizaje de la Física y su relación con la Matemática en los estudiantes de

onceno grado del IPU “Eduardo García Delgado”.

- Enfoque de sistema: Permitió la organización de los ejercicios mediante las relaciones interdisciplinarias a partir de la determinación de sus componentes y del establecimiento de nuevas relaciones para conformar una nueva cualidad como totalidad.

#### Del **nivel empírico**:

- Observación científica: permitió constatar el comportamiento académico de los estudiantes en la asimilación de los contenidos de Física en onceno grado mediante los ejercicios que relacionen esta asignatura con la Matemática.
- Entrevista: permitió obtener información acerca estado real de los estudiantes de onceno grado en cuanto al aprendizaje de la Física mediante las relaciones interdisciplinarias con la Matemática y obtener criterios para la elaboración y aplicación de los ejercicios con enfoque interdisciplinarios entre ambas asignaturas.
- Análisis de documentos: para profundizar en la bibliografía especializada sobre el tema objeto de investigación.
- Prueba pedagógica: para constatar el estado real en que se encuentran los estudiantes de onceno grado en cuanto al conocimiento de Física, al aplicar los ejercicios mediante las relaciones interdisciplinarias con la Matemática.
- Pre-experimento pedagógico: para introducir la variable independiente en la muestra prevista y medir su efectividad posteriormente.

#### Del **nivel estadístico y matemático**:

- El cálculo porcentual: para determinar el procesamiento de los resultados de la aplicación de los instrumentos de recogida de datos y establecer comparaciones en los distintos momentos del proceso investigativo. También se emplearon tablas y gráficos para cuantificar e ilustrar los resultados obtenidos en las diferentes constataciones.

La **población** estuvo conformada por los 120 estudiantes que cursan el onceno grado en el IPU “Eduardo García Delgado”.

La muestra fue seleccionada de forma intencional, participan los 30 estudiantes del grupo onceno cuatro de la institución antes mencionada. Se selecciona este

grupo por ser aquí precisamente donde se desempeña profesionalmente el investigador. De los 30 estudiantes del grupo 13 son varones y 17 son hembras, siendo su rendimiento académico promedio y sus hábitos de estudio independiente deficientes, tanto individualmente como por equipos, lo cual se constata por la actitud asumida ante las tareas extraclases.

La **importancia** del presente trabajo radica en que se aborda la adquisición de conocimientos, hábitos y habilidades necesarios para resolver determinados ejercicios y lograr así un mejor cumplimiento de los objetivos de la asignatura en el grado.

La **novedad científica** radica en la relación interdisciplinar efectuada entre los principales contenidos físicos y matemáticos de los programas de estas disciplinas en onceno grado.

La contribución a la **práctica** consiste en la posibilidad de uso de los ejercicios como apoyo a las actividades concebidas en las video clases de Física, específicamente en onceno grado que ofrece a los estudiantes la manera de establecer relaciones interdisciplinarias con la Matemática a favor de fortalecer su aprendizaje.

El informe presenta la siguiente estructura: introducción, dos capítulos, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

El capítulo I, expone las consideraciones teórico-metodológicas sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física y sus nexos interdisciplinarios con la Matemática. En el segundo se presenta la propuesta de solución con su respectiva fundamentación. Además contiene los resultados de las diferentes constataciones efectuadas en este estudio.

# **CAPÍTULO I: CONSIDERACIONES TEÓRICAS Y METODOLÓGICAS SOBRE EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA FÍSICA Y SUS NEXOS INTERDISCIPLINARIOS CON LA MATEMÁTICA.**

## **1.1. El proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en las actuales transformaciones del preuniversitario.**

La Física, como parte de las ciencias y estas, como parte de la cultura, no podrán seguirse enseñando con el tradicionalismo de tratar, en los cursos de la asignatura, solo conocimientos específicos y ciertas habilidades particulares, desconociendo el carácter social de la ciencia, su lugar en la cultura y sobre todo su incidencia en los destinos de las sociedades y del ciudadano común.

Ello responde además, al lugar prioritario que ha ocupado la ciencia y la tecnología en la sociedad moderna, no sólo por sus conocimientos y aplicaciones estrictamente, sino porque los métodos de la investigación científica han penetrado en todas las esferas de la vida contemporánea, porque sus descubrimientos han hecho acto de presencia, como nunca antes, en las mejores o peores virtudes de los seres humanos, abriendo un camino a la ética científica que no puede ser desconocido en la formación humana y porque la ciencia y la tecnología se han elevado al sitial más alto de la cultura del nuevo milenio.

El proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en el preuniversitario cubano se concibe a partir de la política educacional del Estado, es por ello que manifiesta el profundo humanismo de la concepción marxista-leninista de la Revolución Cubana, además de las condiciones histórico-culturales de su desarrollo. También se considera que referente a la prioridad que alcanza la educación científica para la cultura contemporánea, adopta una orientación didáctica sociocultural.

La enseñanza-aprendizaje de la Física en el preuniversitario se encuentra en un proceso de renovación, el cual pretende que los estudiantes de este nivel adquieran una concepción científica del mundo, el desarrollo de una cultura general e integral, un pensamiento científico y actuar investigativo, y en consecuencia los prepare para la actividad laboral manteniendo una actitud

comprometida y responsable ante los problemas científicos y tecnológicos. Cada estudiante va haciendo suya la cultura a partir del proceso de aprendizaje que le permita el dominio progresivo de los objetos y sus usos, así como los modos de actuar, de pensar y de sentir, incluyendo además, las formas de aprender vigentes en cada contexto histórico. De este modo, el aprendizaje de la Física que realiza constituye el basamento indispensable para que se produzcan procesos de desarrollo, y unido a ello, los niveles de desarrollo alcanzados abren caminos seguros al aprendizaje posterior.

El aprendizaje de la Física resulta ser un proceso complejo, diversificado, condicionado por factores tales como las características del sujeto que aprende, las situaciones y contextos socioculturales en que aprende, los diferentes tipos de contenidos y aspectos de la realidad de los cuales debe apropiarse, así como los recursos que cuenta para ello, el grado de intencionalidad, conciencia y organización con que tiene lugar estos procesos.

Por todo lo antes planteado es pertinente en este estudio destacar los **objetivos generales** de la asignatura Física en el nivel medio superior:

- Contribuir a la formación de una cultura política e ideológica en los estudiantes, que les permita argumentar, teniendo en cuenta el desarrollo científico del país, las conquistas del socialismo en función de mejorar la calidad de vida de las personas, su rechazo al imperialismo y asumir una posición consciente ante la defensa de la nación.
- Analizar en toda su dimensión la relación entre el desarrollo científico tecnológico y el progreso social en el marco de nuestro país en los años de Revolución; argumentando el papel de la Física en el desarrollo social de Cuba y ejemplificando el aporte dado a otros países del Tercer Mundo a partir del desarrollo científico-tecnológico y directamente por los científicos cubanos. Analizar el contexto histórico en que han tenido lugar diferentes acontecimientos relevantes de la Física en el curso.
- Demostrar dominio de la concepción científica acerca de la naturaleza, la sociedad y el pensamiento a través del empleo de métodos generales, procedimientos y formas de trabajo que distinguen a la actividad

investigadora contemporánea (resolución de problemas, búsqueda de información, uso de las nuevas tecnologías de la información, elaboración de modelos, comunicación de resultados, entre otras), que les permitan explicar, predecir, controlar diferentes situaciones relacionadas con sistemas y cambios físicos en el universo.

- Contribuir a la formación vocacional y pre-profesional del estudiante a partir de la solución de problemas de interés social y considerando los intereses personales, el análisis de diferentes aplicaciones tecnológicas de la Física y sus implicaciones para otras ciencias y ramas de la cultura, y motivarlos para que su elección se corresponda con las necesidades del desarrollo del país.
- Fomentar y desarrollar una visión global acerca de la Física en la sociedad contemporánea, evidenciando cotidianamente una actitud responsable ante problemas globales, nacionales y locales tales como: el problema energético y medioambiental, globalización de la información, salud (prevención de enfermedades, conservación de la salud personal, prevención de accidentes, práctica de deportes, entre otros), considerando: las implicaciones económicas, sociales, políticas, culturales de estos problemas a escala global, nacional y local; los factores que condicionan estos problemas y la relación con otras ramas de la ciencia.
- Potenciar la formación de valores y actitudes hacia los problemas analizados que distinguen la actividad de los científicos, entre ellos, la disciplina, tenacidad, espíritu crítico, disposición al trabajo individual y colectivo, honestidad, cuestionamiento constante ante lo superficial y dado a simple vista, profundización más allá de la apariencia de las cosas, búsqueda de unidad y coherencia de los resultados, constancia para elaborar productos de utilidad.
- Coadyuvar a la formación de una cultura laboral y tecnológica que le permita identificar y ejecutar posibles soluciones ante problemas de la vida de su entorno pre-profesional, valorando las implicaciones para otras ciencias, la economía, la sociedad y su entorno natural.

Es criterio del autor que en los objetivos antes expuestos, no se hace referencia a la forma en que se le debe dar tratamiento a estos objetivos en función de fortalecer el aprendizaje de la Física en los estudiantes de preuniversitario; donde urge la necesidad de elevar su grado de motivación, de crear un clima favorable alrededor del estudio de la Física, con la utilización de los recursos disponibles, elaborando nuevas estrategias de apoyo a la labor que se realiza en las aulas, y estimulando a los estudiante a que participen.

También se considera necesario el desarrollo de la autonomía en el aprendizaje de la Física, el desarrollo de la creatividad, que el estudiante aprenda a analizar los ejercicios orientados, a encontrar por sí mismo los medios y/o vías para resolverlos, y que su resolución no se convierta en una rutina que no estimule a la iniciativa e independencia cognoscitiva.

En estrecha relación con los objetivos se encuentran las indicaciones metodológicas generales de la asignatura Física en el nivel medio superior.

Los cursos actuales de Física en este nivel se quedan en los conocimientos específicos, en su esencia del siglo XIX cuando más actualizados y algunas leyes y procedimientos del siglo XX, pero en materia de los métodos empleados por la ciencia no revelan siquiera los empleados por Galileo y Newton hace cuatro siglos. No se trata de “actualizar” solamente los cursos con conocimiento de la época en el campo de la ciencia, es mucho más que eso, se impone una actualización dirigida a la comprensión de las relaciones culturales que hoy se establecen, cuya base está en el desarrollo científico y tecnológico, y que tiene una repercusión trascendente en el comportamiento de las sociedades y de las personas individualmente.

La continuidad de estudios que supone el preuniversitario respecto al nivel medio básico, sugiere la obligación de transformar, por los mismos itinerarios, la enseñanza de la Física en el nivel medio superior de la educación.

Atendiendo a la prioridad que alcanza para la cultura contemporánea la educación científica, la orientación sociocultural de la enseñanza-aprendizaje de la Física será la orientación didáctica que se seguirá en el curso del nivel medio superior. El sustento teórico de esta orientación didáctica se expresa por las tres ideas básicas

siguientes de la Didáctica de las Ciencias:

- Imprimir una orientación cultural de la enseñanza de la ciencia.
- Considerar en el proceso de enseñanza – aprendizaje los rasgos distintivos de la actividad científica investigadora contemporánea.
- Tener en cuenta las características de la actividad psíquica humana en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la ciencia.

Se debe considerar además que las transformaciones que se introducen en este nivel condicionan ya los dos primeros grados: décimo y onceno, con el propósito de impartir un curso que contribuya directamente a la formación de una cultura general integral de los estudiantes de este nivel de enseñanza, con independencia de las profesiones a las que se dedicarán en sus vidas laborales.

El problema sin dudas, exige una transformación profunda de los campos del saber que tradicionalmente se han considerado importantes. Es necesario que una transformación a fondo exija un cambio del orden tradicional con que se han presentado los contenidos y hasta debe ser sugerente una variación de los nombres tradicionales de los temas estudiados por otros que se identifiquen más evidentemente con ideas y conocimientos de una cultura científica general. Esto último significa saberes elementales y esenciales de los fenómenos y aplicaciones tecnológicas que marcan la cultura contemporánea de la sociedad y del ciudadano común.

Para producir un cambio de esta naturaleza no bastan las buenas intenciones, ni siquiera los argumentos científicos que justifican el reclamo planteado. Son importantes también, las potencialidades con que se cuenta para lograr que el cambio que se programe se lleve a efecto satisfactoriamente y tal accionar repercuta favorablemente en la cultura científica de la sociedad.

Tal reflexión sugiere que todo cambio de la educación debe comportarse moderadamente, con variaciones paulatinas las cuales penetren con la debida profundidad en las personas responsabilizadas con la ejecución del cambio proyectado.

## **1.2. El proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en onceno grado.**

El onceno grado resulta para la asignatura de Física un nivel muy importante. En

este se tratan contenidos que dan continuidad lógica a los aspectos tratados en el décimo grado, y concluyen los contenidos básicos de la disciplina. Los mismos están dirigidos a completar la información necesaria sobre esta ciencia, con el fin de aportar los elementos indispensables a una cultura general integral.

Los aspectos necesarios para completar la información requerida, de modo general son:

1- Los elementos físicos que determinan las propiedades de los cuerpos de acuerdo con su composición y estructura, especialmente importantes en la ingeniería y el estudio de nuevos materiales.

2- Los conocimientos sobre el magnetismo y la inducción electromagnética, importantes para comprender el mundo tecnológico que rodea al ser humano contemporáneo y la cultura de ahorro, necesaria para vivir en estos tiempos en armonía con la naturaleza.

3- Los movimientos oscilatorios y ondulatorios de la materia, tan presentes en los más diversos campos de la tecnología y los movimientos de los sistemas naturales y creados por el hombre, objeto de estudio.

4- Las principales ideas sobre la luz y los dispositivos ópticos, tan presentes en nuestra realidad actual.

5- Los fundamentos de la física cuántica, del átomo, del núcleo atómico y las partículas elementales. Estos aspectos están presentes en las más modernas aplicaciones en diversas esferas de la vida, como la medicina, la energética y los vuelos espaciales.

Todo este conjunto de ideas y contenidos generales se desarrollan, promoviendo la actividad del estudiante en la construcción del conocimiento, siguiendo el paradigma de la actividad científica investigadora, como sustento de actuación en la ciencia y la teoría de la actividad, elaborada por la psicología marxista, como sostén del proceder en el plano psicopedagógico. La exigencia cultural de estos saberes condiciona la razón de su nivel de profundidad, historicidad, complejidad matemática y sobre todo su incidencia en los aspectos valorativos, conductual, afectivo y cognoscitivo de la personalidad del educando.

Se incluyen además los siguientes elementos de la cultura científica

contemporánea que son de obligada referencia en el curso:

- La existencia de numerosos problemas medio ambientales, motivados en su mayor parte por la acción depredadora del ser humano y donde juega un papel determinante el sistema energético contemporáneo y los hábitos creados de uso y abuso de la energía. Junto a la necesidad de cambiar las características del sistema energético y muchos de los resultados tecnológicos que atentan contra la salud del planeta y en definitiva de la existencia de la vida en la Tierra.
- La presencia de una impresionante gama de equipos electrodomésticos del hogar, en los centros laborales y de estudio, basados en su mayor parte en fenómenos electromagnéticos y tecnologías electrónicas.
- La presencia de una cultura informática, de extraordinaria importancia para el desarrollo de las sociedades contemporáneas.
- Innumerables aplicaciones ópticas, diseminadas en una variedad grande de dispositivos que funcionan a base de los fenómenos luminosos.
- Una cada vez más activa presencia de fenómenos atómicos y nucleares que impactan por su potencia en el campo de la medicina, la agricultura, la energética, el medio ambiente y los vuelos espaciales. (Ministerio de Educación, 2006: 35)

Todo lo anterior con la visión de entender la naturaleza desde una posición científica, consecuencia de la obra humana y, por tanto, susceptible de continua profundización, fruto de la permanente construcción del conocimiento bajo la línea directriz de la actividad científica investigadora. Esto lleva al reconocimiento de la esencia social de la ciencia y su condicionamiento político, ideológico y económico, causa de una visión ética de la actividad científica y de la sociedad en general, en correspondencia con el enfoque sociocultural que se enseñe y aprenda en las escuelas.

En la base del enfoque sociocultural de la enseñanza de la Física están no solo los elementos del campo de la historia y la epistemología de la ciencia, de la psicología y de la didáctica explicados en la caracterización de la disciplina; está muy especialmente considerada, la motivación que hacia la ciencia sea capaz de

crear el educador en la presentación de cada tema, cada unidad y cada clase, haciendo uso de los aspectos metodológicos ya tratados y donde de manera especial, se inscribe el análisis, la discusión y el esclarecimiento de la importancia del tema que se trate, el interés social y personal que puede tener y la utilidad que reporta su estudio. Cada problema que se formule, cada tarea que se plantee, tiene que llevar explícitamente el interés de su solución, reflejada en un bien social y/o personal; y que repercute de manera no despreciable en la cultura y el comportamiento de la sociedad y las personas.

Todo el contenido se presentará en la solución de problemáticas y tareas teóricas, prácticas y experimentales debidamente diseñadas. En el curso de la solución de los problemas y tareas deben ponerse en práctica todos los elementos necesarios para el trabajo científico investigativo, lo cual define para cada ocasión el tipo de actividad que realizan los estudiantes, a través de las cuales se alcanza el aprendizaje.

La formulación y planteamiento de problemas y tareas abiertas, su acotamiento a situaciones concretas, la formulación de hipótesis, el diseño de estrategias de solución y en ellas el diseño de experimentos, la elaboración del informe de los resultados y su exposición oral, con la consiguiente elaboración de productos necesarios para mostrar los mismos, son contenidos y métodos de trabajo permanentes en la asignatura y definen el patrón de actuación de estudiantes y profesores en el curso.

El nivel matemático vendrá dado por el uso del Álgebra, la Geometría plana, la Trigonometría y las Funciones elementales. Son de particular interés las funciones trigonométricas que ya en este grado se estudian en Matemática. Especialmente es necesario el conocimiento de estas para los temas Oscilaciones y Ondas, Corriente Alterna y Óptica.

**Objetivos de la disciplina en el grado:**

- Demostrar una cultura política e ideológica a través de la argumentación de la obra de la Revolución en el desarrollo científico del país en el campo de la ingeniería y la ciencia de materiales, el electromagnetismo, la óptica, y la física atómica y nuclear y las conquistas del socialismo, en función de mejorar la calidad

de vida de las personas, su rechazo al imperialismo, asumiendo una posición consciente ante la defensa de la patria.

- Actuar en correspondencia con la relación entre el desarrollo científico tecnológico y el progreso social en el marco de nuestro país, argumentando el papel del electromagnetismo, la óptica y la física atómica y nuclear en el desarrollo social de Cuba y ejemplificando el aporte dado a otros países del Tercer Mundo a partir de nuestro desarrollo científico tecnológico y directamente por nuestros científicos. Analizar el contexto histórico en que han tenido lugar diferentes acontecimientos relevantes de la física en el curso.

- Actuar bajo los principios de la concepción científica acerca de los fenómenos electromagnéticos, ópticos y del nivel atómico y nuclear a través del empleo de métodos generales, procedimientos y formas de trabajo que distinguen a la actividad investigadora contemporánea (resolución de problemas, búsqueda de información, uso de las nuevas tecnologías de la información, elaboración de modelos, comunicación de resultados, entre otras) que le permitan explicar, predecir y controlar diferentes situaciones relacionadas con sistemas y cambios físicos en el universo.

- Dar muestras de una formación vocacional y preprofesional a partir de la solución de problemas de interés social y considerando los intereses personales; el análisis de diferentes aplicaciones tecnológicas de la ciencia de materiales, el electromagnetismo, la óptica y la física del átomo y el núcleo atómico y sus implicaciones para otras ciencias y ramas de la cultura, y motivarse porque su elección se corresponda con las necesidades del desarrollo del país en el campo de la ciencia física estudiada.

- Evidenciar una visión global acerca de la física en la sociedad contemporánea, mostrando cotidianamente un actitud responsable ante problemas globales, nacionales y locales tales como: el problema energético y medioambiental, globalización de la información, salud, considerando: las implicaciones económicas, sociales, políticas, culturales de estos problemas a escala global, nacional y local; los factores que condicionan estos problemas y la relación con otras ramas de la ciencia.

- Dar muestra de valores y actitudes formadas hacia los problemas analizados; que distinguen la actividad de los científicos, entre ellos: disciplina, tenacidad, espíritu crítico, disposición al trabajo individual y colectivo, honestidad, cuestionamiento constante ante lo superficial y dado a simple vista profundización más allá de la apariencia de las cosas, búsqueda de unidad y coherencia de los resultados, constancia para elaborar productos de utilidad. Ser portador de un comportamiento ético de acuerdo a la actividad científica en el marco de la cultura ciudadana; propia de los valores promovidos y desarrollados por la Revolución.
- Demostrar una cultura laboral y tecnológica que le permita identificar y ejecutar posibles soluciones ante problemas de la vida en su entorno preprofesional en el marco de las propiedades de los cuerpos y los materiales, los problemas de ahorro de electricidad y de trabajo con la corriente eléctrica, problemas relacionados con la óptica, la física atómica y nuclear; valorando las implicaciones para otras ciencias, la economía, la sociedad y su entorno natural.
- Planificar, organizar y redactar informes de los resultados de la actividad experimental y/o teórica que realice, así como exponerlo a su colectivo de aula como parte de la solución de un problema, haciendo uso correcto de la expresión oral y escrita y el vocabulario físico demostrando la disposición a considerar los resultados obtenidos, a tener en cuenta los comentarios y sugerencias del resto de sus compañeros y profesor y a exponer sus criterios, de manera respetuosa y adecuada, del trabajo de los demás.
- Utilizar los recursos informáticos para la resolución de problemas en correspondencia con los procedimientos del trabajo científico contemporáneo.

Si bien se evidencia en los objetivos del propio programa de Física en oncenno grado, la relación que tiene esta asignatura con otras ciencias y ramas de la cultura, sin mencionar en momento alguno la palabra *interdisciplinariedad*, no se establece explícitamente la forma y/o medida en que se pueden lograr dichas relaciones en función del aprendizaje de los estudiantes, tampoco se aclaran las que se pueden establecer con la Matemática. No incitan a comprender además, que estas relaciones no reducen unas disciplinas a otras, sino que las vinculan para fortalecer sus aportes prácticos. Las autoras Delci Calzado y Fátima Addine

señalaron al respecto: (...) todas requieren respeto recíproco, tolerancia y cooperación. Es previsible que la interdisciplinariedad, si bien enriquece las disciplinas existentes, también tiende a modificar la ciencia en tanto que actividad, institución y expresión cultural, lo que implicará, para los próximos años, nuevas disciplinas (...), así como nuevas profesiones hasta hoy desconocidas. Calzado Lahera D. y Addine Fernández F, (2006: 78).

### **1.3. La interdisciplinariedad en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física y la Matemática.**

La palabra interdisciplinariedad ha atravesado las fronteras y ha dado la vuelta al planeta. Se utiliza tanto en la francofonía como en los países germano-escandinavos, en los países anglosajones y en los de lengua española y portuguesa. De Nueva Zelanda a Brasil, de Portugal a Noruega, de Chile a Canadá, la palabra es hoy en día de uso común. Podríamos pensar a primera vista, y sin duda, de forma un poco ingenua, que la palabra está cargada de un significado socialmente compartido por la totalidad de sus usuarios, y que se caracteriza por algunas perspectivas comunes en el plano de la investigación en educación, así como en el de la formación. (Yves Lenoir A. H. 2001:168).

En estas palabras se deja claro la inmensa universalización que ha adquirido la interdisciplinariedad actualmente, al darle la vuelta al mundo tanto en países desarrollados como subdesarrollados, sin embargo, no es del conocimiento profundo de todos los agentes de la educación y a pesar de que se investiga, al respecto no se ha logrado su aplicación generalizada.

El proceso de desarrollo del conocimiento del hombre sobre la naturaleza hizo necesaria, en un momento determinado, la descomposición de esta en partes aisladas para su estudio, lo que ocasionó una diferenciación profunda de las Ciencias Naturales.

Surgen con gran fuerza la Mecánica y la Matemática; la Física y la Química se separan; aparecen la Fisiología y la Geología. Esto provocó un gran desarrollo de la ciencia y la técnica, el cual continúa creciendo a una inmensa velocidad en la actualidad, debido en gran escala al desarrollo de la Informática. Entonces se puede preguntar si el hombre necesita continuar especializándose; la respuesta es

no, en realidad lo que necesita es adaptarse a los nuevos cambios tecnológicos para lo cual su perfil profesional tendrá que ser amplio. Esto se logra adquiriendo conocimientos y habilidades.

Según el Dr. Jorge Fiallo Rodríguez: Las posibles vías que se reconocen internacionalmente para lograr este perfil profesional amplio son: enseñarlo a aprender, a pensar científicamente, a poseer inquietudes investigativas, a ser autodidacta. Pero eso pasa, según nuestro criterio, por un desarrollo formativo inmerso en un pensamiento interdisciplinario, donde no vea los fenómenos desde un solo punto de vista de determinada ciencia, sino que los vea tal como se manifiestan en la naturaleza, polifacéticos, interdisciplinarios y holísticos. (citado por: Álvarez Pérez M, 2004: 20)

Queda claro una vez más la inmensa importancia que tiene la interdisciplinariedad en la educación, pues este término significa saber y como dijo Juan Arana: (...) vivimos en sociedades en las cuales saber significa poder, en las que la posesión más o menos exclusiva de una porción significativa de ese *saber – poder*, es tanto condición de supervivencia como llave del éxito y la prosperidad. (Arana J, 2001:3) La enseñanza en sentido general se ha realizado con una concepción disciplinaria y de manera indirecta, esto ha traído consigo barreras para un trabajo interdisciplinario efectivo, lo cual influye directamente en el aprendizaje de los estudiantes en las diferentes áreas del saber. Se ha trabajado en numerosas soluciones, algunas de ellas referidas a cambios curriculares en la formación del educando. Esta vía aunque importante, necesita de tiempo y no puede cubrir todas las necesidades de un trabajo integrador entre todas las disciplinas.

Por estas razones es importante entonces hacer un poco de historia, retornado hasta el surgimiento de la interdisciplinariedad, así como su desarrollo en la educación, puesto que no es lo mismo plantear este problema en el siglo XIII que a comienzos del siglo XXI.

En la historia del desarrollo de la ciencia se manifiestan dos tendencias contrapuestas: una dirigida a la integración de los conocimientos y la otra a la diferenciación de estos.

En una etapa histórica puede predominar una u otra, pero no existe una sin la otra.

Si bien desde el surgimiento de las Ciencias Naturales en la segunda mitad del siglo XV hasta finales del siglo XIX predominó la tendencia de la diferenciación de los conocimientos, (impulsada por los intereses de la técnica y de la producción), en la etapa actual la interdependencia entre ambas tendencias se acentúa, de manera que la acentuación de una conlleva a la acentuación de la otra. Perera Cumerma F, (1996:4)

Los inconvenientes cada vez más evidentes de la parcelación del saber, la necesidad cada vez más manifiesta de perspectivas globales y la reacción ante una devoción al objeto, que hace olvidar al hombre, han conducido poco a poco a concebir y a promover lo que se ha llamado la interdisciplinariedad. (Perera Cumerma F. 196:5)

La interdisciplinariedad como palabra es una noción reciente, muy ligada al desarrollo de las disciplinas científicas. Esto no quita que su origen data de la antigüedad.

Los primeros intentos por establecerla se dieron de manera incipiente o espontánea.

Platón es uno de los primeros intelectuales en exponer la necesidad de una ciencia unívoca; el “trivium” llamado por él (gramática, retórica, música) se compone de programas pioneros de una ciencia integrada. La escuela de Alejandría, centro de investigación y enseñanza de carácter neoplatónico, puede considerarse la más antigua institución que asume un compromiso con la integración del conocimiento (aritmética, gramática, matemática, medicina, música). Citado por: Álvarez Pérez M, 92004: 38).

Luego Francis Bacon (1561-1626), pensador renacentista, vislumbraba la necesidad de tratar de unificar el saber y más tarde, los enciclopedistas franceses del siglo XVIII mostraron su preocupación por el grado en que se iban fragmentando los conocimientos. Citado por: Álvarez Pérez M, (2004: 38).

Comenio (1592-1670), el gran pedagogo checo, en su obra “Didáctica Magna” criticaba como algo negativo la fragmentación del conocimiento en disciplinas separadas e inconexas en los planes de estudio utilizados y aconsejaba el desarrollo de una enseñanza basada en la unidad, tal como se presenta la

naturaleza. En Cuba Félix Varela y Luz y Caballero, buscan la renovación de los métodos escolásticos del aprendizaje en períodos de parcelación del saber y de una concepción de especialización de objetos de estudio en el desarrollo de los métodos y formas de enseñanza. Citado por: Álvarez Pérez M, (2004: 38).

Fue en los países desarrollados, a finales del siglo XIX, donde primero se empezó a fragmentar las ciencias en varias ramas llegando a la especialización, se profundizaba entre el trabajo manual e intelectual así como entre la teoría y la práctica. Este método analítico de estudio de la naturaleza se arraigó fuertemente en las mentes de los naturalistas que fijaron límites rígidos, rupturas, entre los distintos fenómenos de la naturaleza, enmarcados en los dominios particulares de cada ciencia, esto se reflejó en los sistemas educativos; se produce una atomización en los contenidos y en las tareas escolares, aparecen los currículos organizados en disciplinas, que muestran marcos conceptuales, métodos y procedimientos especializados circunscritos a un ámbito muy específico de la realidad. Todo esto provocó que fuera en estos países también donde se produjera un renovado impulso de la interdisciplinariedad, pues trataban de establecer una determinada relación entre las ciencias.

El descubrimiento de la ley de la conservación y transformación de la energía en los años 40 del siglo XIX, partiendo de la observación del cambio de coloración de la sangre hecha por el médico y naturalista alemán J. Mayer, marcó el inicio de la integración de las ciencias. Si en nuestra época uno quiere lograr una comprensión clara en los problemas fisiológicos - escribía Mayer - no puede pensarse sin el conocimiento de la Física. (Citado por: Perera Cumerma F. 196: 5)

El surgimiento de nuevas ciencias de "transición" entre una ciencia principal y la otra, como la Bioquímica, la Biomecánica, la Termodinámica, la Termoquímica, etcétera..., son el resultado de la profundización del conocimiento de la naturaleza. Se evidencia de este modo de manera creciente, y con más intensidad en el estado actual de desarrollo de las ciencias, la dialéctica e interdependencia de las dos tendencias opuestas del conocimiento científico: la aparición de nuevas ramas de la ciencia profundiza la diferenciación de las ciencias, a la vez que crean las condiciones y sirven de base para su mayor integración. Es bien conocido que lo

esencialmente nuevo en la ciencia surge cuando se encuentran dos esferas diferentes. Es como si ellas se fecundaran una a la otra, dando origen a algo nuevo (...) Hay muchos ejemplos, cuando los físicos aplicaron sus métodos a la Biología, nació una nueva disciplina, la Genética. (Perera Cumerma F. 1996:5).

José Martí, ya en el siglo XIX más avanzado, hacía referencia a la ciencia como: (...) conjunto de conocimientos humanos aplicables a un orden de objetos, íntima y particularmente relacionados entre sí (...). Martí Pérez J, (1975: 234).

Luego, Enrique José Varona, a finales de este mismo siglo expresa: Cada estudiante debe trazarse su cuadro propio del contenido entero de la ciencia; debe en lo posible familiarizarse con todos los hechos que la ciencia estudia, y aprender como se construye el andamiaje de principios que de lo particular lo elevan a las leyes generales en que se engloban cada materia de estudio. (Varona E. J, 1992). Varona veía los problemas que existían en la enseñanza, debido al excesivo número de asignaturas y a los métodos de enseñanza memorísticos utilizados, e insistía en que la enseñanza fragmentaria dificultaba la instrucción.

Según M. Dogan, el término interdisciplinariedad surge por primera vez en 1937 y le atribuye su invención al sociólogo Louis Wirtz. Citado por: Álvarez Pérez M, (2004: 21).

Desde el momento que surge este término se venía manifestando la necesidad de lograr la interdisciplinariedad, pero es a partir de los años 60 en que se comenzó a manifestar con intensidad. Por su importancia, a partir de 1970 ha ido en aumento el volumen de congresos y reuniones internacionales, publicaciones y textos, con el objetivo de aumentar las cuotas de interdisciplinariedad. (Perera Cumerma F. 1996: 6).

Esta no ha dejado de incrementarse hasta hoy. Lo que ha traído consigo la generalización de formas cooperadas de investigación entre disciplinas que comparten sus objetos de estudio y sus metodologías, el surgimiento de nuevas disciplinas científicas, la producción de cambios estructurales en las instituciones científicas y universitarias, así como nuevas relaciones entre ellas, la sociedad y los sectores productivos.

Los grandes avances de la Electrónica, que dan lugar al desarrollo de la

Microelectrónica y de la Computación en la década de los 70, conducen al comienzo de la tercera revolución científica, en la que la interdisciplinariedad es uno de sus rasgos distintivos, siendo ejemplo de ello el desarrollo de la Biotecnología, la Informática, las Telecomunicaciones y otras. Ante estas circunstancias, en la educación impera el enfoque disciplinario, lo cual implica la parcelación del saber y el conocimiento encasillado en estancos, lo que constituye un freno.

La educación contemporánea debe caracterizarse por la integración de conocimientos y experiencias que faciliten una comprensión más reflexiva y crítica de la realidad. No solo centrada en los conocimientos, sino también en cómo aprender y sus implicaciones éticas. Consecuentemente, los procesos educativos tienen la responsabilidad de formar individuos competentes, responsables, reflexivos, independientes, creativos y capacitados para aplicar sus conocimientos, conocer sus limitaciones y superarlas, para responder adecuadamente a una realidad en constante cambio. (Perera Cumerma F. 1996:5).

Se puede resumir que la historia de la interdisciplinariedad está relacionada con la historia del esfuerzo del hombre para unir e integrar situaciones y aspectos que su propia práctica social, laboral y científica lo requieren.

Todo lo dicho anteriormente se resume con las palabras dichas por Lenoir: (...) la inquietud sobre la unidad del saber proviene de una preocupación transhistórica. La idea remite ante todo a la unidad del ser humano, a la unidad de su universo cultural, y al significado de la vida. Yves Lenoir, A. H. 2001:169).

La humanidad vive en un contexto marcado por la interdependencia cada vez mayor entre los pueblos y por la globalización de los problemas, como se ha dicho anteriormente provocado en gran medida por el desarrollo de la ciencia, la tecnología y su impacto decisivo, directo y casi inmediato en la vida del hombre y en todas las esferas de la sociedad. Se vive en un mundo en competencia en el cual los profesores y estudiantes desempeñan un importante papel. Estos son imprescindibles para la competitividad.

Como se había planteado anteriormente, Cuba pretende ser el país más culto del mundo en un tiempo relativamente corto y esto no puede lograrse desde un

aprendizaje con enfoque disciplinario, o sea, que para lograrlo es necesaria la interdisciplinariedad.

#### **1.4. Caracterización psicopedagógica del adolescente.**

El ingreso al nivel medio superior ocurre en un momento crucial de la vida del estudiante, es el período de tránsito de la adolescencia hacia la juventud.

Es conocido que los límites entre los períodos evolutivos no son absolutos y están sujetos a variaciones de carácter individual, de manera que el profesor puede encontrar en un mismo grupo escolar, estudiantes que ya manifiestan rasgos propios de la juventud, mientras que otros mantienen todavía un comportamiento típico del adolescente, y quizás hasta de la niñez.

Esta diversidad de rasgos se observa con más frecuencia en los grupos de décimo grado, pues en los estudiantes de años posteriores comienzan a revelarse mayoritariamente las características de la edad juvenil. Es por esta razón que se centra la atención en algunas características de la etapa juvenil, cuyo conocimiento resulta de gran importancia para los profesores de este nivel.

Resulta necesario precisar que el desarrollo de las posibilidades intelectuales de los jóvenes no ocurre de forma espontánea y automática, sino siempre bajo el efecto de la educación y la enseñanza recibida, tanto en la escuela como fuera de ella.

En el nivel medio superior, como en los niveles precedentes, resulta importante el lugar que se le otorga al estudiante en la enseñanza. Debe tenerse presente que, por su grado de desarrollo, los estudiantes de la Educación Media Superior pueden participar de forma mucho más activa y consciente en este proceso, lo que incluye la realización más cabal de las funciones de autoaprendizaje y autoeducación. Cuando esto no se toma en consideración para dirigir el proceso de enseñanza - aprendizaje, el papel del estudiante se reduce a asimilar pasivamente, el estudio pierde todo interés para el joven y se convierte en una tarea no grata para él. Gozan de particular respeto aquellas materias en que los profesores demandan esfuerzos mentales, imaginación, inventiva y crean condiciones para que el estudiante participe de modo activo.

El estudio sólo se convierte en una necesidad vital y, al mismo tiempo, es un

placer cuando el joven desarrolla, en el proceso de obtención del conocimiento, la iniciativa y la actividad cognoscitiva independiente.

En estas edades es muy característico el predominio de la tendencia a realizar apreciaciones sobre todas las cosas, apreciación que responde a un sistema y enfoque de tipo polémico, que los estudiantes han ido conformando, así como la defensa pasional de todos sus puntos de vista.

Las características de los jóvenes deben ser tomadas en consideración por el profesor en todo momento. A veces se olvidan estas peculiaridades de los estudiantes del nivel medio superior y se tiende a mostrarles todas las “verdades de la ciencia”, a exigirles el cumplimiento formal de patrones de conducta determinados; entonces, los jóvenes pueden perder el interés y la confianza en los adultos, pues necesitan decidir por sí mismos.

En la etapa juvenil se alcanza una mayor estabilidad de los motivos, intereses, puntos de vista propios, de manera tal que los estudiantes se van haciendo más conscientes de su propia experiencia y de la de quienes lo rodean; tiene lugar así la formación de convicciones morales que el joven experimenta como algo personal y que entran a formar parte de su concepción moral del mundo.

El joven, con un horizonte intelectual más amplio y con un mayor grado de madurez que el niño y el adolescente, puede lograr una imagen más elaborada del modelo, del ideal al cual se aspira, lo que conduce en esta edad, al análisis y la valoración de las cualidades que distinguen ese modelo adoptado.

Analizando las relaciones interpersonales entre los estudiantes y la fundamentación que hacen de por qué aceptan o rechazan a sus compañeros, encontramos que ellos se prefieren por la vinculación personal que logren entre sí, como resultado de la aceptación y la amistad que establezcan con un destacado carácter recíproco: “confían en mí y yo en ellos”, “nos ayudamos”.

Se destaca también el valor de las relaciones en el grupo en virtud de determinadas cualidades de la personalidad como: exigencia, combatividad, sinceridad, justeza.

Aparecen en estas edades expresiones que encierran valoraciones de carácter humanista como: “lo prefiero por su actitud ante la vida, por su forma de pensar”.

Al igual que en la adolescencia, el contacto con los demás refuerza su necesidad de autorreflexión, de conocerse, valorarse y dirigir, en cierta medida, su propia personalidad. Es importante que, en este análisis, el joven alcance cierto grado de autoestimación, de aceptación de su personalidad, a lo cual pueden contribuir los adultos, padres y profesores, las organizaciones estudiantiles en sus relaciones con él y, sobre todo, en las valoraciones que hacen de él. El joven necesita ayuda, comprensión, pero también busca autonomía, decisión propia y debe permitírsele que lo haga.

## **CAPÍTULO II: EL FORTALECIMIENTO DEL APRENDIZAJE DE LA FÍSICA MEDIANTE LAS RELACIONES INTERDISCIPLINARIAS CON LA MATEMÁTICA. EJERCICIOS. RESULTADOS.**

### **2.1 Estado inicial del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física.**

Durante la etapa inicial de esta investigación se hizo necesario la aplicación de variados instrumentos para abordar el problema científico que se investiga: análisis de documentos, entrevista a los estudiantes y prueba pedagógica inicial.

Dentro de los documentos revisados se encuentran: el programa de Física, las orientaciones metodológicas, el libro de texto, las video clases de oncenno grado, los softwares educativos, así como diferentes orientaciones emitidas por el Ministerio de Educación, en aras de propiciar un correcto estudio relacionado con el tema de investigación.

Este análisis corroboró que se hace poca referencia a las relaciones que pueden establecerse entre los contenidos de Física y Matemática, en la Física no se hace un uso óptimo de las herramientas matemáticas durante la modelación de los fenómenos y procesos. Por otra parte se confirmó que hasta lo consultado no existe ningún documento o manual, que contenga una propuesta metodológica o actividades dirigidas a este fin, quedando esto un poco a la espontaneidad de los docentes.

Posteriormente con el propósito de constatar el nivel de conocimientos que presentan los estudiantes en el tema objeto de investigación, se efectuó una entrevista a los 30 estudiantes del grupo oncenno cuatro del IPU “Eduardo García Delgado” de Trinidad. Los resultados obtenidos se presentan a continuación:

1.- Los 30 estudiantes consideran que existe relación entre los contenidos de Física y Matemática.

2.- De los 30 estudiantes, 20 de ellos plantean que la resolución de algunos ejercicios de Física les han permitido aplicar conocimientos adquiridos en el estudio de la asignatura de Matemática tales como cálculo porcentual, trigonometría, operaciones de cálculo fundamentales.

3.- De los 30 estudiantes, en lo referido a la aplicación de las operaciones aritméticas fundamentales a los principios de la Termodinámica, 5 están en el nivel alto para un 16,6 %, 10 en el nivel medio para un 33,3% y 15 en el nivel bajo para un 50%.

4.- De los 30 estudiantes, en lo referido a la aplicación del cálculo porcentual aplicado a los principios de la Termodinámica, 6 están en el nivel alto para un 20%, 10 en el nivel medio para un 33.3% y 14 en el nivel bajo para un 46.6%.

5.- De los 30 estudiantes, respecto al conocimiento de los contenidos de trigonometría referidos a las funciones armónicas y su aplicación a las oscilaciones mecánicas y electromagnéticas, 3 estudiantes están en el nivel alto para un 10%, 12 en el nivel medio para un 40% y 15 en el nivel bajo para un 50%.

6.- De los 30 estudiantes, en cuanto a la aplicación práctica de los contenidos anteriores, 2 estudiantes están en el nivel alto para un 6.6%, 5 en el nivel medio para un 16% y 23 en el nivel bajo para un 76%.

La prueba pedagógica inicial arrojó los siguientes resultados:

1.- De los 30 estudiantes, en lo referido a la aplicación de las operaciones aritméticas fundamentales a los principios de la Termodinámica, 8 están en el nivel alto para un 26.6 % , 5 en el nivel medio para un 16.6% y 17 en el nivel bajo para un 56.6%.

2.- De los 30 estudiantes, en lo referido a la aplicación del cálculo porcentual aplicado a los principios de la Termodinámica, 4 están en el nivel alto para un 13.3%, 10 en el nivel medio para un 33.3% y 16 en el nivel bajo para un 53.3%.

3.- De los 30 estudiantes, respecto al conocimiento de los contenidos de trigonometría referidos a las funciones armónicas y su aplicación a las oscilaciones mecánicas y electromagnéticas, 2 estudiantes están en el nivel alto para un 6%, 12 en el nivel medio para un 40% y 16 en el nivel bajo para un 53.3%.

4.- De los 30 estudiantes, en cuanto a la aplicación práctica de los contenidos anteriores, 3 estudiantes están en el nivel alto para un 10%, 5 en el nivel medio para un 16% y 22 en el nivel bajo para un 73.3%.

Estos instrumentos aplicados durante la constatación inicial permitieron al investigador conocer las principales dificultades y causas existentes en la muestra

seleccionada por cuanto no se manifiesta en ellos una correcta vinculación de la Matemática con la Física, por lo que se hizo imprescindible elaborar **ejercicios** que contribuyan a modificar tal situación.

## **2.2 Fundamentación de la propuesta de solución.**

Los ejercicios interdisciplinarios que se presentan en este epígrafe se sustentan en los fundamentos de las ciencias de la educación como la filosofía, pedagogía y psicología.

En la literatura consultada se aprecia que existe ausencia de suficientes estrategias referentes al fortalecimiento del aprendizaje de la Física mediante las relaciones interdisciplinarias con la Matemática. Con relación a esta problemática, se puede advertir que las informaciones aparecen en diferentes fuentes y otras ramas del saber con enfoques científico- cultural, lo que demuestra la falta de tratamiento del tema desde el punto de vista pedagógico.

En este trabajo la dirección pedagógica se centra en las relaciones que pueden establecerse entre los contenidos de la Física y la Matemática mediante la aplicación de ejercicios interdisciplinarios para fortalecer el aprendizaje de la Física en los estudiantes de onceno grado.

En la propuesta se ha seguido el enfoque socio histórico cultural de Vigotsky y sus seguidores, así como las mejores tradiciones de la pedagogía cubana, las cuales se centran en el desarrollo integral de la personalidad, concibiendo el aprendizaje de los estudiantes como un proceso de apropiación de la cultura.

Mediante la comunicación entre el profesor y el grupo de estudiantes no solo se transmite información, sino que se propicia el intercambio, la reflexión, el debate, el diálogo de interacción e influencia mutua lo que propicia el desarrollo de la personalidad de los implicados y la proyección positiva para su desempeño futuro. Logra además, la apropiación de conocimientos, habilidades y actitudes relacionados con el desempeño educativo.

Los ejercicios interdisciplinarios están concebidos para servir de apoyo a la clase de Física a modo de comprobación, de estudio independiente o de motivación hacia la actividad. Se tiene en cuenta además, la exigencia de la inclusión de los estudiantes como protagonistas de su resolución, al considerársele como un

elemento dinámico dentro del proceso de aprendizaje, propiciando que sea sujeto activo de su propio desarrollo.

Teniendo en cuenta los resultados del diagnóstico del estado actual de la muestra con respecto al aprendizaje de la Física en “Termodinámica y Oscilaciones mecánicas y electromagnéticas”, se considera necesario fortalecer dicho aprendizaje mediante las relaciones interdisciplinarias con la Matemática en los estudiantes de octavo grado del IPU “Eduardo García Delgado”. Estos ejercicios se aplicarán en el grupo octavo de dicho centro, por ser este el grupo donde el investigador se desarrolla profesionalmente.

La propuesta está constituida por actividades docentes en las que los estudiantes consolidan sus conocimientos de Física y adquieren habilidades en la resolución de problemas de esa asignatura utilizando los conocimientos adquiridos en la asignatura de Matemática, por lo que también pueden percatarse de la utilidad de los conocimientos de dicha asignatura en la resolución de problemas propios de otras disciplinas, en este caso de Física.

En la propuesta de solución se tuvo en cuenta que las actividades docentes tuvieran un carácter **flexible**, es decir, que puedan ser modificadas en la propia actividad, que fueran **dinámicas**, o sea que lejos de considerarse un producto acabado, sean susceptibles de experimentar modificaciones en dependencia de la caracterización de los estudiantes y además se tuvo en cuenta que fueran **socializadas**, para lo cual se tuvo muy en cuenta la opinión de los educandos.

La concepción de estas actividades docentes descansa sobre presupuestos teóricos-metodológicos que sustentan la teoría de la actividad y tienen su base en las ciencias como la filosofía, la pedagogía, la sociología y la psicología.

En lo psicológico lo planteado por LS Vigotsky, (1896-1934) que las actividades tienen el carácter mediatizado de la psiquis humana en la que subyace la génesis de la principal función de la personalidad: la autorregulación y su papel en la transformación de la psiquis, función que tiene como esencia la unidad de lo cognitivo y lo afectivo, elementos psicológicos que se encuentran en la base del sentido que el contenido adquiere para el sujeto, de esta forma el contenido psíquico sobre la base de la reflexión se convierte en regulador de

los modos de actuación. además de lo planteado en la Teoría de la Actividad de A.N. Leontiev para retomar la acción y profundizar en su estructura donde la actividad: constituye el proceso subordinado a una representación del resultado a alcanzar, o sea, a una meta u objetivo conscientemente planteado. Bermúdez Morris, R.( 2004:182).

Su fundamento sociológico estriba en la concepción de la educación como factor de cambio, desde el punto de vista pedagógico se sustenta en la necesaria interrelación entre instrucción, educación y desarrollo, así como en el papel de la práctica y su vínculo con la teoría para lograr la resolución de problemas.

El hecho de que la personalidad se forma y se desarrolla en la actividad social es aceptado unánimemente en la psicología marxista y este enfoque ha permitido hacer grandes progresos en el desarrollo de la misma. Para los propósitos que mueven la investigación, el autor ha tomado varios aspectos de la teoría de la actividad, uno de los aspectos básicos de la mencionada corriente psicológica, que tomó cuerpo en los trabajos de A. N. Leontiev y los continuadores de su obra. De la mencionada teoría se toma la forma de concebir la estructura de la actividad, que se asume como marco de referencia para la concepción de la propuesta, aunque se reconocen y tienen en cuenta los criterios acerca de esta teoría por parte de algunos autores extranjeros y cubanos.

La actividad se define como el proceso mediante el cual el individuo, respondiendo a sus necesidades se relaciona con los objetos de la realidad adoptando determinada actitud hacia ellos, y la comunicación como la relación entre los sujetos, en el transcurso de la cual surge el contacto psicológico, que se manifiesta en el intercambio de información, de vivencias afectivas e influencias; ambas permiten la interacción del sujeto con su realidad, cuyo resultado es su propio desarrollo. En forma de actividad ocurre la interacción sujeto objeto, que interviene en el origen del reflejo psíquico que media tal interacción. Segura Suárez M. E. y coautores, (2006: 3).

Comoquiera que el trabajo está dirigido a fortalecer el aprendizaje de la Física en estudiantes del preuniversitario que se encuentran al final de la adolescencia e

inicio de la juventud, manifestando características psicológicas, en las que predominan los rasgos de una de las dos etapas, o de ambas, de acuerdo con las particularidades de cada estudiante. De ahí, que en los párrafos siguientes, se emprende la tarea de esclarecer las características de la personalidad de los adolescentes y jóvenes que es necesario tener en cuenta, para hacer efectiva la propuesta de este trabajo.

Las necesidades y los motivos son parte fundamental de la función inductora de la personalidad. Para los propósitos de este trabajo, son de interés las necesidades y los motivos cognoscitivos, cuya especificidad fundamental es que son exclusivos de la naturaleza humana. Los trabajos de L. Bozhóvich en esta importante rama de la psicología pedagógica se consideran muy meritorios, y como bien señaló: (...) la formación de la personalidad del niño se determina por la correlación entre el lugar que él ocupa en el sistema de relaciones humanas, accesibles a él (y por consiguiente, entre las correspondientes exigencias que se le plantean) por una parte, y de la otra, por las particularidades psicológicas formadas ya como resultado de su experiencia anterior. Precisamente, de esta correlación, surge la posición interna del niño, es decir, el sistema de sus necesidades y aspiraciones (representada subjetivamente en las vivencias correspondientes). Bozhóvich L, 1976: 142).

Sobre la base de estas ideas, L. Bozhóvich llega a la conclusión de que: Todos los motivos del aprendizaje pueden dividirse en dos grandes categorías. Los que están relacionados con el contenido del propio proceso del aprendizaje y el proceso de su cumplimiento, y los que pertenecen al campo de las relaciones recíprocas entre el niño y el medio ambiente. Forman parte de la primera categoría, los intereses cognoscitivos de los niños, la necesidad de actividad intelectual y de adquirir nuevas actitudes, hábitos y conocimientos; los motivos de la segunda categoría, están ligados a las necesidades del niño de comunicarse con los demás, de recibir su aprobación, junto con el deseo de ocupar un lugar determinado en el sistema de relaciones sociales accesibles a él. Bozhóvich L, (1976: 31).

Si se considera correcta esta concepción, habría que preguntarse entonces: bajo

cuáles condiciones se mantiene e intensifica la motivación del estudiante en general, y del adolescente o el joven en particular, hacia la actividad cognoscitiva en sí. Es evidente que los factores que influyen en esta forma de motivación, son diversos; en este sentido se resaltaré el papel que juega lo afectivo – relacional.

Estará claro que la relación interdisciplinaria, en la forma en que ha sido definida en este trabajo, contribuye al logro de un mayor aprendizaje en los estudiantes, y mediante este, puede convertirse en un factor motivacional. Un estudiante pudiera presentar dificultades, por ejemplo, para interpretar la relación entre la posición y el tiempo, durante el movimiento de un cuerpo que oscila armónicamente; pero si el profesor logra que el estudiante reactive sus conocimientos relacionados con la función trigonométrica  $y = \text{sen } x$ , y llega a apreciar la mencionada relación como un caso particular de dicha función, es muy probable que se incremente su motivación por el estudio, al comprender la funcionalidad y utilidad de los conocimientos adquiridos anteriormente en otras disciplinas.

De la esfera reguladora de la personalidad, se observa la atención primero en las transformaciones que sufre el pensamiento del adolescente que está próximo a alcanzar la edad juvenil, al respecto se ha planteado: La particularidad principal en el desarrollo del pensamiento del adolescente es el dominio del pensamiento abstracto (...) el pensamiento del adolescente se vuelve más lógico y fundamentado, se desarrolla la capacidad de analizar, comparar y generalizar de forma independiente; se manifiesta mucho la tendencia a penetrar en la esencia del fenómeno, comprender su causa, establecer la relación entre los distintos objetos. (Gavrilenko V, 1988).

Estas características del desarrollo psíquico del adolescente, revisten gran importancia a la hora de concebir y desarrollar el proceso de enseñanza - aprendizaje en general, y de la Física en particular. Las regularidades esenciales que deben ser asimiladas durante el tratamiento de las leyes físicas, requieren de una considerable capacidad de análisis por parte del estudiante para separar mentalmente el comportamiento de las magnitudes involucradas.

Todas estas regularidades deben ser expresadas matemáticamente, y los modelos necesarios para ello, son las funciones trigonométricas y la geometría, de

ahí, que cuando el estudiante está asimilando los contenidos de Física, está poniendo en práctica la transferencia y la generalización de los conocimientos adquiridos en la Matemática, con un elevado nivel de abstracción.

En este sentido, es necesario considerar las siguientes palabras esclarecedoras de L. Vigotsky: La dificultad mayor es la aplicación de un concepto, finalmente aprendido y formulado en un nivel abstracto, a nuevas situaciones concretas que puedan ser consideradas en estos términos abstractos, un tipo de transferencia que, usualmente se domina solo hacia el final del período adolescente. La transición de lo abstracto a lo concreto resulta tan ardua para el joven, como la primera transición de lo concreto a lo abstracto (...). (Vigotsky L, 1998: 50).

La aplicación consciente de los conocimientos matemáticos al estudio de la Física por ejemplo, es una tarea necesaria para el estudiante del preuniversitario, que requiere por tanto, una cuidadosa planificación por parte del profesor. De ahí, que se deban asignar ejercicios, que orienten el pensamiento del estudiante hacia la revelación de nexos interdisciplinarios.

¿Cuál es la generalización esencial que debe lograr el estudiante, para sistematizar los conocimientos de Física, los de Aritmética, el cálculo porcentual y las funciones trigonométricas? La respuesta a esta pregunta se considera de crucial importancia, si se tiene en cuenta lo expresado por el propio Vigotsky: (...) para transferir un objeto del pensamiento de una estructura A a una B, se deben trascender los enlaces estructurales dados, y esto, (...), requiere cambios hacia un plano de mayor generalidad, hacia un concepto que los incluya en una categoría más amplia, que rija tanto en A como en B.

Otra característica esencial del desarrollo del pensamiento del adolescente es la aparición de la aptitud para plantear hipótesis y para proceder a su comprobación; en este sentido ha escrito S. Rubinstein: El entendimiento empieza a distinguir más acentuadamente lo real, lo posible y lo necesario. Estrechamente vinculados entre sí aparecen los juicios que expresan hipótesis y leyes. Rubinstein S, (1967: 442).

Las tendencias modernas en la didáctica de las ciencias, consideran fundamental el desarrollo de la capacidad de los estudiantes para el planteamiento de

suposiciones e hipótesis, como aspecto esencial que ha de permitir la apropiación de los métodos de la ciencia y de una forma de pensar auténticamente científica.

Otra de las funciones psíquicas, relacionada con la esfera cognitiva de la personalidad, es la memoria; los psicólogos reconocen varios tipos de memoria, atendiendo a las circunstancias en que ella se pone en práctica; en este momento se desea resaltar la importancia de la memoria lógica o semántica para la apropiación significativa de los conocimientos escolares.

Esta definición se hace más clara y evidente al tener en cuenta lo planteado por S. Rubinstein: Las investigaciones (...) demuestran claramente la importancia que para la retención tiene el sentido, demostrando que la retención significativa está sometida a otras leyes que la reproducción mecánica a base de asociaciones espacio - temporales.

En la reproducción de un texto significativo, se reproducen considerablemente mejor las partes más importantes y esenciales del contenido (...) y en la memoria se vinculan con aquellas otras partes con las que forman un contexto significativo. Las partes no esenciales son eliminadas. Rubinstein S, (1967: 325).

Una de las características esenciales de los conocimientos de Física y Matemática que se imparten en la escuela, es su rigurosa estructura lógica. Entonces los estudiantes no tienen que ser forzados a memorizar por separado, los contenidos estudiados en Matemática y las leyes físicas, cuya esencia se expresa simbólicamente con ecuaciones y gráficos. Es por eso que defendemos el enfoque interdisciplinar entre las asignaturas correspondientes a las Ciencias Exactas, pues, una memorización significativa de los aspectos esenciales mencionados, podría contribuir mucho a la estructuración sistémica de los conocimientos.

Pero no basta con el mero reconocimiento y la memorización de hechos y fenómenos, los conocimientos escolares se asimilan para ser aplicados, es decir, para la resolución de problemas relacionados con el entorno natural y social en que se desenvuelve el estudiante. Ningún conocimiento puede ser realmente asimilado sin su inclusión en alguna actividad; realmente conocer es siempre poder hacer algo con los conocimientos recibidos y la claridad de los mismos se determina precisamente por lo que puede hacer con ellos el que aprende.

Se comprende que lo dicho anteriormente hace referencia a las habilidades intelectuales y de trabajo docente, como formas de asimilación de la actividad en el plano ejecutor. Las habilidades cognoscitivas se refieren fundamentalmente, a los procedimientos que se aplican para conocer la realidad, para determinar sus peculiaridades, para establecer los nexos, las regularidades y las leyes que caracterizan los objetos, fenómenos y procesos de la realidad.

Se considera que un estudiante posee determinada habilidad cuando puede: (...) aprovechar los datos, conocimientos y conceptos que se tiene, operar con ellos, para la elucidación de las propiedades esenciales de las cosas y la resolución exitosa de determinadas tareas teóricas o prácticas. (Petrovski A. V, 1978: 330)

Cuando se habla de habilidades, se considera un complejo formado por conocimientos específicos, conocimientos generales, sistemas de acciones y operaciones lógicas del pensamiento. Algunas habilidades suelen ser específicas de ciertas asignaturas, pero muchas habilidades cognoscitivas se caracterizan, principalmente, porque pueden ser aplicadas, no a tareas cuyo contenido se relaciona con una materia en particular, sino con círculos muy amplios de actividades, que abarcan muchas materias o contenidos.

Por ejemplo, la habilidad para construir e interpretar modelos, las habilidades para observar, clasificar, describir, comparar, etcétera... Todas ellas se ponen en función no solo en contenidos limitados, sino en prácticamente todas y cada una de las asignaturas de la escuela y, lo que es más importante, en la mayor parte de las situaciones de la vida fuera de ella; social y productiva.

En este sentido, son muy esclarecedoras las palabras de Luís Campistrous cuando plantea: (...) si se trata de incluir en la enseñanza, procedimientos específicos que corresponden a todos los tipos específicos de conocimientos necesarios, se obtiene un número excesivamente elevado de habilidades que los alumnos y alumnas no pueden asimilar. Para evitar estos resultados, es necesario sustituir grupos de procedimientos específicos por procedimientos generalizados, que resuman grupos de habilidades específicas. Campistrous L, (1989: 22).

Estas ideas, aunque en su contexto fueron expresadas en referencia a la enseñanza de la Matemática, reflejan la necesidad de una tendencia orientada

hacia la sistematización, tanto de las habilidades específicas dentro de cada asignatura, como de las generales, relacionadas con grupos de materias o con la totalidad de estas.

Según J. Bruner: Enseñar tópicos o habilidades específicas sin aclarar su contexto en la estructura esencial más amplia de un campo del conocimiento, no es económico en varios sentidos. En primer lugar, tal enseñanza dificulta excesivamente que el estudiante generalice de lo que ha aprendido a lo que encontrará posteriormente.

En segundo lugar, un aprendizaje que carece de una comprensión de los principios generales, no contribuye al estímulo intelectual. La mejor manera de crear interés en una asignatura, es hacer que valga la pena conocerla, lo que significa que el conocimiento se pueda usar más allá de la situación en la que el aprendizaje ha ocurrido. (Citado por Richmond K, 1973: 97).

Con respecto a la habilidad de relacionar gráficos y propiedades de funciones, la Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la UNESCO para América Latina y el Caribe se ha pronunciado en los siguientes términos: Las representaciones gráficas y las estadísticas son importantes, tanto en Matemática como en Física. Es uno de los puntos en que la interrelación es más notoria y conveniente. Los profesores de ambas disciplinas deben abundar en ejemplos de representaciones gráficas de funciones, recolección y graficado de datos, construcción de histogramas, etcétera... El profesor de Matemática debe enseñar a graficar modelos de funciones, el profesor de Física debe enseñar a descubrir la mejor función aproximante, a partir de tablas o datos experimentales (...).

Para las clases de Matemática, el uso de gráficos con interpretación física es una motivación, y para las clases de Física, la reducción del problema al estudio del comportamiento de una función matemática, ayuda a ver mejor el comportamiento global y facilita la formulación de las leyes. UNESCO: (1979).

Estas palabras muestran la necesidad de poner en práctica la vinculación interdisciplinar entre los contenidos de Física y Matemática.

En el trabajo se adopta el concepto personalidad como elemento organizador, capaz de dar estructura y coherencia a la exposición; se expone por separado el

papel que puede desempeñar la propuesta de este trabajo en el desarrollo de las esferas inductora y ejecutora de la personalidad y se puso de manifiesto que la esfera inductora se relaciona con lo afectivo y la ejecutora con lo cognitivo; podría preguntarse en este caso: existe alguna relación intrínseca entre lo afectivo y lo cognitivo en la personalidad humana. Esta idea puede comprenderse mejor si tiene en cuenta lo planteado por F. González Rey: (...) los motivos superiores que más incidencia tienen en la motivación de la personalidad (...) forman una unidad indisoluble con las elaboraciones intelectuales del sujeto, es decir, su contenido se expresa en forma de razonamientos y conocimientos, y a su vez, estos razonamientos se apropian de energía motivacional, actuando esta unión como una motivación superior y estable, de la cual el sujeto se siente conscientemente rector. González Rey F, (1990: 15).

Ya se ha dicho que la personalidad funciona como una integridad. Cuando se aprende, hay implicaciones globales en la asimilación del contenido, pero, esta implicación será más rica y profunda en la medida que establezcan relaciones significativas entre el contenido objeto de estudio y algunas de las estructuras cognitivas que desempeñan una importante función reguladora dentro de la jerarquía motivacional de la personalidad. Cuando el estudiante es colocado ante una situación problémica, que pone de manifiesto la limitación de sus conocimientos; es capaz de asimilar dicha contradicción y convertirla en un problema para él, y bajo la acertada dirección del profesor, la resuelve, es muy probable que se convenza de lo útil y necesario que le es el estudio y surja en él la necesidad de continuar profundizando en el problema que acaba de resolver.

Es muy frecuente escuchar que los estudiantes se cuestionen acerca de la utilidad que le reporta el aprendizaje de las matemáticas en el plano puramente abstracto. Puede comprobarse que su opinión cambia cuando resuelve algún problema de Física, realizando la modelación matemática del mismo y empleando para ello un sistema de ecuaciones, pero la resolución de problemas de Física empleando métodos propios de la Matemática no puede ser un hecho esporádico. La toma de conciencia de la utilidad de los métodos matemáticos para la resolución de problemas de otras ciencias y de la vida cotidiana se logrará cuando esto se

convierta en regla y no en excepción.

### **2.3. Propuesta de ejercicios interdisciplinarios sobre física y Matemática.**

Estos ejercicios se encuentran en total correspondencia con los objetivos de la disciplina en el grado y el nivel, fortaleciendo el aprendizaje de la Física mediante las relaciones interdisciplinarias con la Matemática, en la medida en que se recuperan los conocimientos y habilidades adquiridos en esta asignatura, ya que sin dejar de ser ejercicios de Física, se hace necesario para su solución el dominio además, de contenidos de Aritmética, Álgebra, Geometría y Trigonometría.

Los ejercicios están conformados de manera cualitativa y gráfica, los cuales se encuentran interrelacionados entre sí de forma tal que la obtención de la vía de solución de cada uno de ellos incide directamente en el otro según el grado de sistematización y profundización adecuado, están estructurados además, a partir de una secuencia progresiva del nivel de complejidad de los mismos lo cual posibilita operar con los diferentes componentes de las teorías físicas y las habilidades matemáticas que deben ser desarrolladas, al establecer con claridad el nivel de complejidad, generalización y profundización con que se exigen los procedimientos aritméticos, algebraicos, geométricos y trigonométricos en su solución.

A continuación se presentan los ejercicios propuestos que integran los contenidos de Física y Matemática en diferentes unidades del programa de oncenno grado.

### Ejercicio #1

**Clase 6** (Aplicaciones del primer Principio de la Termodinámica I).

**Objetivo:** Aplicar el primer Principio de la Termodinámica en la resolución de problemas.

Un mol de gas ideal absorbe 6000 J de calor isocóricamente cuando su temperatura es de 300 K.

a) ¿En cuánto varía su energía interna? Argumenta.

b) ¿En cuánto varía su temperatura? ( $R = 8,31 \frac{J}{mol \cdot K}$ )

c) ¿Qué operación matemática te permite conocer el valor final de la temperatura? Plantéala y resuélvela.

**Forma de evaluación:** autoevaluación.

## **Ejercicio #2**

**Clase 7** (Aplicaciones del primer Principio de la Termodinámica II)

**Objetivo:** Aplicar el primer Principio de la Termodinámica en la resolución de problemas.

Cierta cantidad de gas ideal absorbe 4000 J de calor isotérmicamente.

- a) ¿En cuánto varía su energía interna? Argumenta.
- b) Si inicialmente el valor de su energía interna era de 1500 J, ¿qué operaciones matemáticas te permite conocer cuántas veces aumentó esta magnitud física? Plántelas y resuélvelas.

**Forma de evaluación:** autoevaluación.

### Ejercicio #3

**Clase 8** (Sistematización y consolidación sobre el primer Principio de la Termodinámica).

**Objetivo:** Aplicar el primer Principio de la Termodinámica en la resolución de problemas.

Un mol de gas ideal realiza un trabajo de 4000 J adiabáticamente.

- a) ¿Qué cantidad de calor absorbe o cede el sistema? Argumente.
- b) ¿En cuánto varía su energía interna?
- c) ¿Qué operaciones matemáticas podemos utilizar para conocer el valor final de la temperatura si inicialmente la misma era de 500 K? Plantéalas y

resuélvelas. ( $R = 8,31 \frac{J}{mol \cdot K}$ ).

**Forma de evaluación:** coevaluación.

#### **Ejercicio #4**

**Clase No.11** (Máquinas térmicas. Eficiencia). Sistematización y consolidación sobre el segundo Principio de la Termodinámica).

**Objetivo:** Aplicar el segundo Principio de la Termodinámica en la resolución de problemas relacionados con el funcionamiento de las máquinas térmicas.

De acuerdo con los conocimientos que tienes acerca del Segundo Principio de la Termodinámica y su aplicación al funcionamiento de las máquinas térmicas, así como sobre el cálculo porcentual, responde a las siguientes interrogantes:

Una máquina térmica toma 5000 J de calor del calentador y realiza un trabajo de 3000 J.

- a) ¿Qué procedimiento estudiado en Matemática te permite calcular el rendimiento de esa máquina? Descríbelo.
- b) Plantea dicho procedimiento utilizando las magnitudes físicas involucradas en el problema y resuélvelo.

**Forma de evaluación:** coevaluación.

## **Ejercicio #5**

**Clase 18** (Sistematización y consolidación sobre el segundo Principio de la Termodinámica).

**Objetivo:** Aplicar el segundo Principio de la Termodinámica en la resolución de problemas relacionados con el funcionamiento de las máquinas térmicas.

Una máquina térmica cuyo rendimiento es del 35% realiza un trabajo de 700 J en cada ciclo, disipando 300J de calor en el condensador.

- a) ¿Qué cantidad de calor toma esa máquina del calentador?
- b) Si la máquina estuvo funcionando durante 30 s y en ese intervalo de tiempo realizó un trabajo de 2 700 J, ¿qué operaciones matemáticas te permiten conocer el número de ciclos realizados y la duración de cada ciclo? Plantéalas y resuélvelas.

**Forma de evaluación:** individual (revisión de la libretas).

## Ejercicio #6

**Clase 46** (Movimiento oscilatorio amortiguado). A modo de Estudio Independiente para revisar en la próxima clase.

**Objetivo:** Aplicar lo aprendido sobre el movimiento armónico simple para resolver situaciones que se presentan en la práctica.

Un péndulo oscila armónicamente según la ecuación:  $X = 0,5 \cos 2\pi t$  (m).

- ¿Cuál será el valor de la amplitud, la frecuencia angular y el período de las oscilaciones?
- ¿Qué significan estas magnitudes matemáticamente?
- ¿Cuál será el ángulo de fase de las oscilaciones pasado un minuto desde el instante del comienzo de las oscilaciones?
- Represente gráficamente el movimiento del péndulo (gráfica de  $x = f(t)$ ).
- En la gráfica representada, diga cuáles son los ceros y qué significan.

**Forma de evaluación:** individual (revisión de libretas de los estudiantes).

## Ejercicio #7

**Clase 51** (Sistematización y consolidación del movimiento oscilatorio).

**Objetivo:** Resolver problemas relacionados con las ecuaciones del movimiento oscilatorio y las magnitudes físicas que caracterizan dicho movimiento.

Teniendo en cuenta lo que has aprendido acerca del movimiento oscilatorio periódico y sobre las funciones armónicas ( $y = \text{sen } x$  e  $y = \text{cos } x$ ), señala si es verdadero (V) o falso (F) cada uno de los siguientes planteamientos. Haz las modificaciones pertinentes para convertir los falsos en verdaderos.

\_\_\_\_\_ Numerosos fenómenos físicos se pueden describir mediante ecuaciones de la forma  $y = A \text{sen} (\omega t + \varphi)$  e  $y = A \text{cos} (\omega t + \varphi)$ .

\_\_\_\_\_ Las ecuaciones de las oscilaciones armónicas se representan mediante la función trigonométrica  $y = \tan x$ .

\_\_\_\_\_ La amplitud de una oscilación ( $A$ ) es el módulo de los valores máximo y mínimo de la función que representa dicha oscilación.

\_\_\_\_\_ El ángulo de fase inicial ( $\varphi$ ) representa el valor del argumento de la función armónica cuando  $t = 0$  en la ecuación de un movimiento oscilatorio.

\_\_\_\_\_ La frecuencia angular ( $\omega$ ) está relacionada con el período de las oscilaciones ( $T$ ) por la ecuación  $\omega = 2\pi \cdot T$ .

\_\_\_\_\_ En la función definida por la ecuación  $X = \text{cos } 2t$  (cm), el dominio se proyecta en su gráfica cubriendo todo el eje de la posición ( $X$ ).

\_\_\_\_\_ En una oscilación armónica la gráfica del coseno es la misma que la del seno adelantada en  $\frac{\pi}{2}$  en lo que a la fase se refiere.

**Forma de evaluación:** mediante preguntas orales.

## **Ejercicio #8**

**Clase 52** (Sistematización y consolidación del movimiento oscilatorio).

**Objetivo:** Aplicar lo aprendido sobre el movimiento armónico simple para resolver situaciones que se presentan en la práctica.

El péndulo de una catedral oscila armónicamente según la ecuación:

$$x = 2 \cos 5\pi t \text{ (m)}$$

- a) ¿Cuál será el valor de la amplitud, la frecuencia angular y el período de las oscilaciones?
- b) ¿Qué significan estas magnitudes matemáticamente?
- c) ¿Cuál será el ángulo de fase de las oscilaciones pasado un minuto desde el instante en que comienzan las oscilaciones?
- d) Represente gráficamente el movimiento del péndulo.
- e) En la gráfica representada, diga cuáles son los ceros y qué significan.

**Forma de evaluación:** individual (revisión de libretas de los estudiantes).

### Ejercicio #9

**Clase 57** (Corriente alterna. Potencia en un circuito RLC).

**Objetivo:** Resolver problemas relacionados con los circuitos de corriente alterna.

Una olla a presión eléctrica de  $8KW \cdot h$  se ha conectado al circuito doméstico.

Datos útiles para un circuito doméstico:

$$U = 110 V ; f = 60Hz.$$

- a) ¿A qué magnitud física corresponde el valor de  $8KW \cdot h$ ?
- b) Calcula la corriente máxima que circula por la olla.
- c) Determina la frecuencia angular.
- d) Escribe la ecuación de las oscilaciones de  $i = f_{(t)}$ .
- e) Represente gráficamente dicha ecuación.
- f) Analice las propiedades de la función representada.
- g) Si tenemos la olla funcionando media hora. ¿Qué energía consume?

**Forma de evaluación:** mediante preguntas orales que puede responder el estudiante desde su puesto de trabajo o en el pizarrón.

## Ejercicio #10

**Clase 58** (Sistematización y consolidación sobre la corriente alterna).

**Objetivo:** Resolver problemas relacionados con el ahorro de electricidad en Cuba.

En un circuito doméstico, una cocina eléctrica de  $1200\text{ W}$  ha funcionado durante todo el mes unas  $140\text{ h}$ .

Datos útiles para un circuito doméstico:

$$U = 110\text{V} ; \nu = 60\text{Hz}.$$

- Calcule la tensión máxima de la cocina eléctrica.
- Escribe la ecuación de las oscilaciones del voltaje ( $u = f(t)$ ).
- Represente gráficamente la función definida por la ecuación anterior.
- Determine sus propiedades.
- ¿Cuántos  $\text{kW}$  consumió la cocina eléctrica durante todo el mes?
- Determine el costo de la energía consumida por la cocina durante ese mes si en el Sistema Electroenergético Nacional (SEN) la energía eléctrica consumida se cobra según la siguiente tabla:

**Consumo en  $\text{KW} \cdot \text{h}$       Costo en Pesos (\$)**

|              |      |
|--------------|------|
| De 0 a 100   | 0,09 |
| De 101 a 150 | 0,30 |
| De 151 a 200 | 0,40 |
| De 201 a 250 | 0,60 |
| De 251 a 300 | 0,80 |
| Más de 300   | 1,30 |

**Forma de evaluación:** mediante una pregunta escrita.

#### **2.4. Análisis de los resultados de los ejercicios para fortalecer el aprendizaje de la Física en onceno grado. Comparación de los resultados.**

Una vez que se aplican los ejercicios se realiza una evaluación de los indicadores a través de la observación científica, la prueba pedagógica y la revisión de documentos, obteniéndose los resultados que se describen a continuación:

La evaluación de las clases observadas, demostró que 3 estudiantes (11,5%) no identifican los contenidos correspondientes a la asignatura de Física, 9 estudiantes (34,6%) lo hacen en pocas ocasiones y 14 estudiantes (53,9%) lo hacen siempre. Con relación a la segunda pregunta 3 estudiantes no vinculan los contenidos de la Física con los de la Matemática, 9 muy pocas veces y 14 siempre los relacionan. En consecuencia 14 estudiantes valoran las relaciones establecidas entre ambas asignaturas, 14 de ellos y dan razones lógicas del por qué, para un 53,9% de la muestra; 9 estudiantes (34,6%) dan algún criterio y los 3 restantes (11,5%) no dan un criterio positivo de ambas asignaturas. Muestran un razonamiento lógico a la hora de solucionar los ejercicios 14 estudiantes (53,9%) porque interpretan correctamente las condiciones iniciales del problema, utilizan las ecuaciones correspondientes, realizan correctamente el algoritmo al calcular, 9 (34,6%) lo hacen de forma menos acabada y 3 (11,5%) no mantienen un razonamiento lógico. Manifiestan disposición al resolver los ejercicios donde se relacionan la Física con la Matemática 14 estudiantes (53,9%), 9 (34,6%) tienen una escasa disposición y 3 (11,5%) no manifiestan disposición alguna.

También se puede señalar que en 3 estudiantes (11,5%) no es favorable el resultado del producto de la actividad en la realización de los ejercicios, en 9 de ellos (34,6%) se manifiestan un poco mejor, y en los restantes 14 estudiantes (53,9%) se favorece dicho resultado a la hora de realizar los ejercicios.

La evaluación del conocimiento y modos de actuación de los estudiantes a través de la observación realizada demostró que en el **nivel bajo** se encuentra el 11,5% de la muestra (3 estudiantes), en el **nivel medio** hay un 34,6% (9 estudiantes) y el 53,9% (14 estudiantes) se encuentran en el **nivel alto**.

A través de la aplicación de la prueba pedagógica final (Anexo 5) que tenía como

objetivo comprobar los conocimientos adquiridos por los estudiantes después de aplicados los ejercicios vinculando los contenidos de Física en onceno grado con la Matemática, se pudo constatar, a partir de la escala operacional, que en el **nivel bajo** se encuentra el 11,5% de la muestra (3 estudiantes), en el **nivel medio** hay un 34,6% (9 estudiantes) y el 60% (18 estudiantes) se encuentran en el **nivel alto**. Estos resultados arrojaron resultados satisfactorios en el aprendizaje de la Física de onceno grado.

Se aplica nuevamente el análisis de documentos, es decir, la revisión de la libreta de notas del estudiante (Anexo 3) y se comprobó que 23 estudiantes para un 88,5% tienen catorce enunciados de ejercicios escritos en la libreta que vinculan los contenidos entre Física y Matemática, y el resto, 3 estudiantes para un 11,5% tienen tres enunciados escritos en la libreta. Vinculan los contenidos entre Física y Matemática catorce ejercicios, 23 estudiantes (88,5%) los tienen resueltos y los restantes 3 (11,5%) no los tienen resueltos. El 53,9% de los ejercicios presentan notas aclaratorias elaboradas por el estudiante donde manifiesten las relaciones interdisciplinarias entre la Física y la Matemática, y el resto carece de ellas.

La evaluación de la libreta de notas de los estudiantes según la escala operacional señaló que en el **nivel bajo** se encuentra el 11,5% de la muestra (3 estudiantes), y el 88,5% (23 estudiantes) se encuentran en el **nivel alto**. Por los indicadores a medir en la revisión de libretas y el resultado obtenido no se considera el **nivel medio**.

La evaluación y comparación de los conocimientos y modos de actuación de la muestra antes y después de aplicados los ejercicios demostró que, de los 16 estudiantes que se encontraban inicialmente en el **nivel medio** transitan al **nivel alto** 11 estudiantes permitiendo ubicar a 14 estudiantes (53,9%) en este nivel, de los 7 estudiantes del **nivel bajo**, 4 de ellos ascienden al **nivel medio** para total de 9 estudiantes (34,6%) en este nivel, permaneciendo en el **nivel bajo** solamente 3 estudiantes (11,5%) (Anexos 7 y 8).

## **CONCLUSIONES:**

1. Los ejercicios dirigidos a fortalecer el aprendizaje de la Física en onceno grado mediante las relaciones interdisciplinarias con la Matemática, se sustentan teórica y metodológicamente en la concepción socio – histórico – cultural y se tiene en cuenta el enfoque de la formación permanente de los estudiantes desde una concepción integradora de los conocimientos por área, exigencia actual de la enseñanza media superior. En tal sentido, se han considerado además, los documentos normativos de mayor actualidad.
2. El diagnóstico realizado de las necesidades de fortalecer el aprendizaje de la Física en los estudiantes de onceno grado del IPU “Eduardo García Delgado” mediante las relaciones interdisciplinarias con la Matemática, evidenció las carencias que presentan los estudiantes para asumir el reto que imponen las transformaciones que se llevan a cabo en este nivel de educación, manifestadas en su desempeño y en la calidad de las respuestas a los ejercicios propuestos.
3. Los ejercicios dirigidos a fortalecer el aprendizaje de la Física en los estudiantes de onceno grado del IPU “Eduardo García Delgado” mediante las relaciones interdisciplinarias con la Matemática, se diseñaron a partir de las exigencias de la asignatura y las carencias manifestadas; se caracterizan por ser flexibles, desarrollarse en un contexto grupal, con carácter interdisciplinario, motivacional, contextualizado y con enfoque participativo, donde el estudiante es el sujeto activo de su propio desarrollo.
4. Los ejercicios dirigidos a fortalecer el aprendizaje de la Física en los estudiantes de onceno grado del IPU “Eduardo García Delgado” mediante las relaciones interdisciplinarias con la Matemática, evidenciaron transformaciones en la muestra seleccionada, lo que se corroboró a partir de los datos resultantes de la intervención en la práctica.

### **RECOMENDACIONES:**

1. Socializar los resultados de la presente investigación en las preparaciones metodológicas de la asignatura y en eventos científicos.

## **BIBLIOGRAFÍA:**

- Addine Fernández, F. (2004). *Didáctica: teoría y práctica*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Álvarez de Zayas, C. *Fundamentos teóricos del proceso de formación del profesional de perfil amplio*.  
\_\_\_\_\_. (1996). *Hacia una escuela de excelencia*. La Habana: Editorial Academia.
- \_\_\_\_\_. (1999). *La escuela en la vida*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- \_\_\_\_\_. (1995). *Metodología de la investigación científica*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Álvarez Pérez, M. (2004). *Interdisciplinariedad. Una aproximación desde la Enseñanza - Aprendizaje de las ciencias*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Álvarez Suárez, M. y coautoras. (2003). *Género y educación. Selección de lecturas*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Andreu Gómez, N. y Delgado Oropesa, F. *Interdisciplinariedad. Una concepción integradora de la enseñanza*. Villa Clara: Soporte magnético.
- Arana, J. (2001). *¿Es posible la interdisciplinariedad? Teoría y práctica*. Universidad de Sevilla, España: Pamplona.
- Asencio Brouar, M. *Enfoque interdisciplinario en el diseño curricular*. Soporte magnético.
- Ballester Pedroso, Sergio y otros (1992): *Metodología de la enseñanza de la Matemática*. T. I. Editorial Pueblo y Educación. La Habana.
- Bermudez Morris, R. y coautores. (2002). *Dinámica de grupo en educación: su facilitación*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Blanco Pérez, A. (2001). *Introducción a la sociología de la educación*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Bozhóvich, L. I. (1976). *Estudio de las motivaciones de la conducta de niños y*

- adolescentes*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Bugaev, A. I. (1989). *Metodología de la enseñanza de la física en la escuela media*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Calzado Lahera, D. y Addine Fernández, F. (2006). *Didáctica, currículo e interdisciplinariedad en el preuniversitario*. En Ministerio de Educación, Cuba. Maestría en Ciencias de la Educación. Mención en Educación Preuniversitaria. Módulo III. Primera parte. (pp. 63 – 84). La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Campistrous, P. L. y coautores. (1989). *Matemática Décimo grado*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Castellanos Simons, B. (1998). *Investigación Educativa. Nuevos escenarios, nuevos actores, nuevas estrategias*. Instituto Superior Pedagógico "Enrique José Varona".
- Castro Ruz, F. (1999). *Una revolución solo puede ser hija de la cultura y las ideas*. La Habana: Editora Política.
- CITMA. (1997). *Estrategia Nacional de Educación ambiental*. La Habana: Ediciones CIDEA.
- Chiong Molina, M. O. (1995). *Higiene de la actividad docente*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Colectivo de autores. (2002). *Ahorro de energía y respeto ambiental. Bases para un futuro sostenible*. La Habana: Editora Política.
- \_\_\_\_\_. (2001). *Aprender y enseñar en la escuela. Una concepción desarrolladora*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- \_\_\_\_\_. (2007). *Didáctica de las ciencias exactas*. En Ministerio de Educación, Cuba. Maestría en Ciencias de la Educación. Mención en Educación Preuniversitaria. Módulo III. Segunda parte. (pp. 6 – 36). La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- \_\_\_\_\_. (1989). *Física. Décimo grado*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- \_\_\_\_\_. (1990). *Física. Onceno grado. Parte 2*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.

- \_\_\_\_\_. (1989). *Matemática. Décimo grado*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- \_\_\_\_\_. (1998). *Modelo pedagógico para la formación y desarrollo de habilidades, hábitos y capacidades. Programa del curso*. Instituto Pedagógico Latinoamericano y Caribeño. La Habana.
- \_\_\_\_\_. (1987). *Orientaciones Metodológicas para la solución de problemas*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- \_\_\_\_\_. (2001). *Problemas en el aprendizaje de los alumnos y estrategias generales para su atención*. En Ministerio de Educación, Cuba. Seminario Nacional para Educadores. (pp. 4 – 13). La Habana: Editado por Juventud Rebelde.
- \_\_\_\_\_. (1995). *Psicología para educadores*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- \_\_\_\_\_. (1996). *Temas escogidos de la didáctica de la Física*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Collazo Delgado, B. y Puentes Albá, M. (1992). *La orientación en la actividad pedagógica*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Danilov, M. A. y Skatkin, M. N. (1978). *Didáctica de la escuela media*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- D' Hainaut, L. (1986). *La interdisciplinariedad en la enseñanza general*. UNESCO. *Diccionario de la Real Academia Española*.
- \_\_\_\_\_. (1995). *Diccionario Enciclopédico Color*. T-1. Barcelona, España: Editorial Grijalbo.
- \_\_\_\_\_. (1998). España: Editorial Océano.
- Enciclopedia Encarta*. (2006). Biblioteca de consulta Microsoft Corporation. Soporte magnético.
- Ender – Egg, E. (1993). *Interdisciplinariedad en educación*. Buenos Aires, Argentina, Magisterio de Río de La Plata.
- Fernández González, A. M. y coautores. (2002). *Comunicación educativa*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Fiallo Rodríguez, J. (2002). *La interdisciplinariedad como principio básico para el desempeño profesional en las condiciones actuales de la escuela cubana*. En

- Ministerio de Educación, Cuba. Seminario Nacional para Educadores. La Habana.
- \_\_\_\_\_. (1996). *Las relaciones intermateria: una vía para incrementar la calidad de la educación*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- \_\_\_\_\_. (1997). *Interdisciplinariedad. Reto para la calidad de un Currículo*.
- En: Revista Iberoamericana de pedagogía. Desafío Escolar. Mayo – Junio.
- García Batista, G. (2002). *Compendio de Pedagogía*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- \_\_\_\_\_. (2001). *Selección de temas de fisiología del desarrollo e higiene del escolar*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- García Batista, G. y coautores. (2004). *Temas de introducción a la formación pedagógica*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- García Ramis, L. J. (2004). *La creatividad en la educación*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Gavrilenko, V. (1988). *Particularidades psicológicas de los niños de edad escolar*.  
En: Psicología. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- González Maura, V. (1995). *Psicología para educadores*. La Habana: Editorial pueblo y Educación.
- González, P. F. y coautores. (2000). *¿Por qué es importante conocer la ciencia?*  
En: Fundamentos de la Ciencia Moderna. Curso Universidad para todos.
- González Rey, F. (1997). *Epistemología Cualitativa y Subjetividad*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- González Rey, F. (1990). *Motivación moral en adolescentes y jóvenes*. La Habana: Editorial Científico Técnica.
- González Soca, A. M. y Reinoso Cápiro, C. (2003). *Nociones de sociología, psicología y pedagogía*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Jil, P. D. y coautores. (1996). *Temas escogidos de la didáctica de la Física*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Kapitsa, P. (1985). *Experimento, teoría, práctica*. Moscú, ex URSS: Editorial MIR.
- Kline, M. (1996). *El fracaso de la Matemática moderna*. Editorial Siglo Veintiuno, S.

- A.
- Klingberg, L. (1972). *Introducción a la didáctica general*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Labarrere Reyes, G. y coautora. (1998). *Pedagogía*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Leontiev, A. N. (1982). *Actividad, conciencia, personalidad*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Makarenko, A. S. *Problemi shkolnova sovietska* en ob. Cit. T. V. Mañalich, R. (1998). *Interdisciplinarietà y didáctica*. La Habana, Revista educación #94.
- Martí Pérez, J. (1975). *Obras Completas T-11*. La Habana: Editorial de Ciencias Sociales.
- \_\_\_\_\_. (1975). *Obras Completas, T-6*. La Habana: Editorial de Ciencias Sociales.
- Martínez Llantada, M. y coautores. (2003). *Inteligencia, creatividad y talento. Debate actual*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- \_\_\_\_\_. (2003). *Metodología de la investigación educacional. Desafíos y polémicas actuales*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Ministerio de Educación. (1987). *Física 12º*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- \_\_\_\_\_. (1969). *Física undécimo grado*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- \_\_\_\_\_. (2006). *Programas. Onceno Grado Educación Preuniversitaria. Segundo Año Educación Técnica y Profesional*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- \_\_\_\_\_. (2000). *I Seminario Nacional para el Personal Docente*.
- \_\_\_\_\_. (2002). *III Seminario Nacional para Educadores*.
- Nocedo de León, I. y coautores. (2001). *Metodología de la investigación educacional. Segunda Parte*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Núñez Jover, J. *La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar*. Soporte electrónico. La Habana.

- Palacio Peña, Joaquín. (2003). *Colección de problemas matemáticos para la vida*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Palmade, G. (1979). *Interdisciplinariedad e ideologías*. Madrid, España: Ediciones Anthropos S. A.
- Perera Cumerma, F. *El principio interdisciplinar – profesional en la formación del docente: una aproximación metodológica*. La Habana, Dpto. de Física. Facultad de Ciencia. ISP. Enrique José Varona.
- Pérez, G. y coautores. (1996). *Metodología de la investigación educacional. Primera Parte*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Petrovski, A. V. (1978). *Psicología pedagógica y de las edades*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Pidkasisti. (1986). *La actividad cognoscitiva independiente de los estudiantes de la enseñanza*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Pozo, J. I. (1997). *La crisis de la educación científica. ¿Volver a lo básico o volver al constructivismo?* Barcelona, España. En: Alambique No. 14, Octubre, GRAO.
- Richmond, W. K. (1973). *La revolución de la enseñanza*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Riviera Acevedo, G. y coautores. (2005). *El trabajo independiente. Sus formas de realización*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Rubinstein, S. L. (1967). *Principios de psicología general*. La Habana: Edición Revolucionaria. Instituto Cubano del Libro.
- Ruiz, M. *Integración de los saberes escolarizados*. Folleto.
- Segura Suárez, M. E. y coautores. (2006). *La psicología en la práctica educativa del maestro*. En Ministerio de Educación, Cuba. Maestría en Ciencias de la Educación.
- Fundamentos de la Ciencias de la Educación. Módulo II. Segunda Parte. (pp. 2 – 4). La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- \_\_\_\_\_. (2005). *Teorías psicológicas y su influencia en la educación*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Torres, J. (1994). *Globalización e interdisciplinariedad*. Madrid, España: Ediciones

Morata SL.

UNESCO. (1978). *Módulos sobre temas de interrelación entre la Física y la Matemática en la escuela secundaria*. Montevideo.

Valdés Rojas, M. B. (2000). *El enfoque interdisciplinario, una vía para contribuir a la formación laboral de los estudiantes de Secundaria Básica*. En tesis para optar por el título de Master de Educación. IPLC.

Varona, E.:J. (1992). *Trabajos sobre educación y enseñanza* (compilación de Elías Entralgo. Comisión Nacional Cubana de la UNESCO). La Habana: Editorial Pueblo Educación.

Vigotsky, L. S. (1987). *Historia de las funciones psíquicas superiores*. La Habana: Editorial Científico Técnica.

Vigotsky, L. S. (1981). *Pensamiento y Lenguaje*. La Habana: Edición Revolucionaria.

Vigotsky, L. S. (1998). *Pensamiento y lenguaje*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.

Vigotsky, L. S. (1989). *Obras completas. Tomo V*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.

Yves Lenoir, A. H. *La interdisciplinariedad: por un matrimonio abierto de la razón, de la mano y del corazón*. Revista Iberoamericana de educación. No 35.

## ANEXOS:

### ANEXO # 1: Escala valorativa.

Tabla de criterios para valorar el estado de los indicadores establecidos

| Indicadores   | Alto   | Medio   | Bajo  |
|---|--|---|---|
| 1. Aplicación de las operaciones aritméticas fundamentales a los contenidos relacionados con los principios de la Termodinámica.          | Aplica correctamente las operaciones aritméticas fundamentales.                      | Aplica las operaciones aritméticas fundamentales con algunas imprecisiones en los cálculos.                       | No aplica las operaciones aritméticas fundamentales.                      |
| 2. Aplicación de los contenidos referidos al cálculo porcentual a los principios de la Termodinámica.                                     | Aplica correctamente el cálculo porcentual.  | Aplica el cálculo porcentual con algunas imprecisiones en los cálculos.   | No aplica el cálculo porcentual.  |
| 3. Aplicación de los conocimientos de trigonometría referidos a las funciones armónicas a las oscilaciones mecánicas y electromagnéticas. | Aplica correctamente los conocimientos adquiridos acerca de las funciones armónicas. | Aplica los conocimientos adquiridos acerca de las funciones armónicas con algunas imprecisiones en los cálculos.. | No aplica los conocimientos adquiridos acerca de las funciones armónicas. |
| 4- Aplicación práctica de los contenidos anteriores.  | Aplica correctamente los contenidos anteriores.                                      | Aplica los contenidos anteriores con algunas imprecisiones.   | No aplica los contenidos anteriores.                                      |

**Escala valorativa por indicador:**

| <b>CATEGORÍA</b> | <b>ÍNDICE</b>  |
|------------------|--|
| Alto (A)         | Tener los cuatro indicadores evaluados de (A), o al menos tres de ellos y el restante de (M).                            |
| Medio (M)        | Tener los cuatro indicadores evaluados de (M); o dos evaluados de (A) y dos de (M); o uno evaluado de (A) Y tres de (M). |
| Bajo (B)         | Los no contemplados en los casos anteriores.   |

## **ANEXO # 2.**

### **Guía para el análisis de documentos.**

**Objeto:** Planificación del tratamiento de la interdisciplinariedad en la clase.

**Método:** Observación.

**Técnica:** Revisión de documentos.

**Instrumento:** Guía para la revisión de documentos.

**Objetivo:** Determinar si se concibe el tratamiento a la interdisciplinariedad.

**Documentos a revisar:** Libretas de notas de los estudiantes.

**Indicadores:** Aspectos a anotar.

1. ¿Cuántos enunciados de ejercicios tiene escritos en la libreta que vinculen los contenidos de Física con los de Matemática?
2. ¿Cuántos ejercicios tiene resueltos que vinculen los contenidos de Física con los de Matemática?
3. ¿Cuántos ejercicios tienen notas aclaratorias elaboradas por el estudiante donde manifiesten las relaciones interdisciplinarias entre la Física y la Matemática?

### ANEXO # 3.

#### Entrevista a estudiantes.

**Objetivo:** Constatar el nivel de conocimiento que poseen los estudiantes acerca de las relaciones que se pueden establecer entre los contenidos de las asignaturas de Física y Matemática.

Demanda de cooperación: La escuela está realizando una investigación acerca de las relaciones entre los contenidos de las asignaturas de Física y Matemática de onceno grado por lo que esperamos de usted su más sincera colaboración.

#### Cuestionario:

1- ¿Considera que existe relación entre algunos contenidos de las asignaturas de Física y Matemática en onceno grado?

Si \_\_\_ No \_\_\_ No se \_\_\_ (Posibles respuestas).

a) ¿Cuáles? (En caso de responder sí).

2- ¿La resolución de algunos ejercicios de Física le ha permitido aplicar conocimientos adquiridos en el estudio de la asignatura Matemática?

Si \_\_\_ No \_\_\_ No se \_\_\_ (Posibles respuestas).

a) ¿Cuáles? (En caso de responder sí).

3- En cada uno de los siguientes casos, ¿cuál es la proposición correcta?:

\_\_\_ Si el volumen inicial de un gas es  $V_0$  y su volumen final es  $V$ , la variación del volumen es ( $\Delta V = V - V_0$ ;  $\Delta V = V + V_0$ ;  $\Delta V = \frac{V}{V_0}$ )

\_\_\_ Si una máquina térmica obtiene del calentador una cantidad de calor  $Q_1$  y realiza un trabajo  $W$ , tal que  $W < Q_1$ , el coeficiente de rendimiento de la máquina (parte de la energía recibida que se transforma en trabajo) es ( $\eta = Q_1 - W$ ;  $\eta = Q_1 + W$ ;  $\eta = \frac{W}{Q_1} 100\%$ ).

\_\_\_ Las ecuaciones de las oscilaciones armónicas se representan mediante las funciones trigonométricas ( $x = A \sin(\varphi + \omega t)$ ;  $y = \tan x$ ;  $y = \cot x$ ).

\_\_\_ En un cuerpo que realiza oscilaciones armónicas partiendo del valor positivo de la amplitud, la gráfica de la elongación en función del tiempo corresponde a la de la función ( $x = A \sin(\varphi + \omega t)$ ;  $x = A \cos \omega t$ ;  $x = A \tan \omega t$ ).

## ANEXO # 4.

### Prueba Pedagógica inicial.

**Objetivo:** Comprobar los conocimientos adquiridos por los estudiantes al vincular en los ejercicios de Física contenidos de Matemática.

**Queridos estudiantes:**

Nuestra escuela está realizando una investigación acerca de las relaciones interdisciplinarias entre la Física y la Matemática. Nuestro principal objetivo está centrado en conocer los problemas existentes y buscar las soluciones apropiadas. Para lograrlo, necesitamos que ayude contestando con sinceridad y exactitud posible algunas preguntas sencillas.

**Cuestionario:**

- 1- Un gas ideal absorbe  $3000J$  de calor isobáricamente. Si el volumen del gas aumenta en  $0,1m^3$ , ¿cuál es el valor de la presión, si la energía interna del gas aumenta en  $1000J$  ?
- 2- ¿Cuál es la eficiencia de una máquina térmica si la misma toma del calentador una cantidad de calor de  $800J$  y realiza un trabajo de  $500J$  ?
- 3- Un péndulo matemático oscila armónicamente según la ecuación:  
$$x = 2 \cos 10\pi(m).$$
  - a) ¿Cuál será el valor de la amplitud, la frecuencia angular y el período de las oscilaciones?
  - b) Represente gráficamente el movimiento del péndulo.
  - c) ¿Qué tipo de función describe el movimiento representado? Justifique.
  - d) Calcule el valor mínimo de  $t$  para el cual  $x = 5m$ .
  - e) Determine las propiedades de la función a la que corresponde dicha ecuación (dominio, imagen, ceros, paridad, período principal, valor máximo y mínimo, ángulo de fase inicial)

**Modo de calificación:**

Cada pregunta se evalúa según una escala valorativa por niveles (alto, medio y bajo).

**Pregunta 1:**

Nivel alto: determinar el volumen final del gas correctamente.

Nivel medio: plantear que  $W = p(V - V_0)$  y despejar la incógnita  $V$ , con algunas imprecisiones en los cálculos aritméticos.

Nivel bajo: errores en el planteo de la ecuación y en la realización de los cálculos aritméticos.

**Pregunta 2:**

Nivel alto: determinar correctamente la eficiencia de la máquina térmica.

Nivel medio: en los Plantear que  $\eta = \frac{W}{Q} 100\%$  y cometer algunas imprecisiones cálculos.

Nivel bajo: errores en el planteo de la ecuación y en la realización de los cálculos aritméticos.

**Pregunta 3:**

Nivel alto: responder correctamente todos los incisos.

Nivel medio: responder todos los incisos con imprecisiones en los cálculos.

Nivel bajo: los no contemplados en los casos anteriores.

En general:

Nivel alto: alto en las tres preguntas o dos altos y un medio.

Nivel medio: alto en una y medio en dos o medio en las tres.

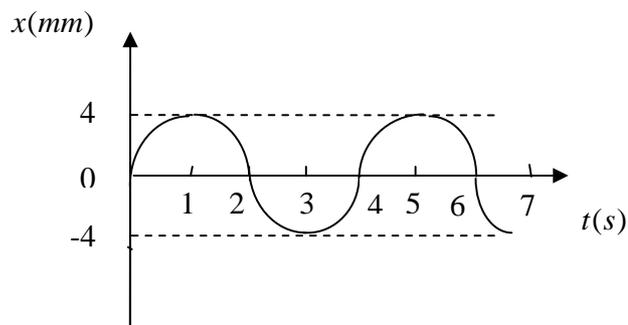
Nivel bajo: los no contemplados en los casos anteriores.

## ANEXO # 5.

### Prueba Pedagógica final.

**Objetivo:** Comprobar los conocimientos adquiridos por los estudiantes después de aplicados los ejercicios de Física en oneno grado con Matemática.

- 1- Un gas ideal absorbe  $4000J$  de calor a la presión constante de  $2 \cdot 10^3 \frac{N}{m^2}$ . Si el volumen del gas aumenta en  $0,5m^3$ , ¿en cuanto varía su energía interna?
- 2- Una máquina térmica tiene una eficiencia del 43%. Si la misma recibe  $6000J$  de calor del calentador, ¿qué cantidad de calor cede al condensador?
- 3- La siguiente gráfica representa el comportamiento de las oscilaciones correspondientes a un MAS.



- a) Determine la amplitud, el período y la frecuencia angular de las oscilaciones.
- b) Escribe la ecuación de las oscilaciones de la elongación en función del tiempo [ $x = f(t)$ ].
- c) Determine sus propiedades (dominio, imagen, ceros, paridad, período principal, valores máximo y mínimo, ángulo de fase inicial).

**Modo de calificación:**

**Pregunta 1:**

a) Nivel alto: determinar la variación de la energía interna del gas correctamente.

Nivel medio: plantear que  $W = P\Delta V$  y que  $\Delta U = Q - W$ , cometiendo algunas imprecisiones en los cálculos aritméticos en alguna de las dos ecuaciones.

Nivel bajo: los no contemplados en los casos anteriores.

**Pregunta 2:**

b) Nivel alto: determinar correctamente la cantidad de calor cedida al condensador por la máquina térmica.

Nivel medio: plantear que  $\eta = \frac{W}{Q}100\%$  y despejar la cantidad de calor

obteniendo la ecuación  $Q = \frac{W}{\eta}100\%$ , cometiendo algunas imprecisiones en los cálculos aritméticos.

Nivel bajo: los no contemplados en los casos anteriores.

**Pregunta 3:**

Nivel alto: responder correctamente todos los incisos.

Nivel medio: responder todos los incisos con imprecisiones en los cálculos.

Nivel bajo: los no contemplados en los casos anteriores.

En general:

Nivel alto: alto en las tres preguntas o dos altos y un medio.

Nivel medio: medio en las tres o alto en una y medio en dos.

Nivel bajo: los no contemplados en los casos anteriores.

### Anexo # 6. Evaluación por indicadores antes de aplicadas los ejercicios.

| Indicadores<br>Muestra | 1      | 2      | 3      | 4      | Nivel General |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|---------------|
| 1                      | B      | B      | M      | B      | B             |
| 2                      | B      | B      | M      | B      | B             |
| 3                      | B      | B      | B      | B      | B             |
| 4                      | B      | B      | B      | B      | B             |
| 5                      | M      | M      | M      | M      | M             |
| 6                      | B      | B      | M      | B      | B             |
| 7                      | M      | M      | B      | M      | B             |
| 8                      | A      | A      | A      | A      | A             |
| 9                      | M      | B      | B      | B      | B             |
| 10                     | M      | M      | M      | M      | M             |
| 11                     | B      | B      | B      | B      | B             |
| 12                     | B      | B      | B      | B      | B             |
| 13                     | B      | B      | B      | B      | B             |
| 14                     | A      | A      | M      | B      | M             |
| 15                     | B      | B      | B      | B      | B             |
| 16                     | A      | M      | A      | A      | A             |
| 17                     | A      | M      | M      | M      | M             |
| 18                     | B      | B      | B      | B      | B             |
| 19                     | B      | B      | B      | B      | B             |
| 20                     | A      | M      | M      | A      | M             |
| 21                     | M      | M      | B      | B      | B             |
| 22                     | A      | A      | M      | B      | M             |
| 23                     | B      | M      | M      | M      | B             |
| 24                     | B      | M      | M      | B      | B             |
| 25                     | B      | B      | B      | B      | B             |
| 26                     | B      | B      | B      | B      | B             |
| 27                     | B      | B      | B      | B      | B             |
| 28                     | A      | B      | B      | B      | B             |
| 29                     | B      | M      | M      | B      | B             |
| 30                     | A      | A      | B      | B      | B             |
| Total                  | B – 17 | B – 16 | B – 16 | B – 22 | B - 22        |
|                        | M – 5  | M – 10 | M – 12 | M – 5  | M - 8         |
|                        | A - 8  | A - 4  | A - 2  | A - 3  | A - 2         |

**Leyenda:**

1. Aplicación de las operaciones aritméticas fundamentales a los contenidos relacionados con los principios de la Termodinámica.
2. Aplicación de los contenidos referidos al cálculo porcentual a los principios de la Termodinámica.
3. Aplicación de los conocimientos de trigonometría referidos a las funciones armónicas a las oscilaciones mecánicas y electromagnéticas.
4. Aplicación práctica de los contenidos anteriores.

**Anexo # 7 Tabla de distribución de frecuencia de la prueba pedagógica antes de aplicar los ejercicios.**

| Indicadores  | Escala | Frecuencia absoluta<br>Fi | Frecuencia relativa porcentual<br>fi(%) |
|--|--------|---------------------------|---|
| 1- Conocimiento de las operaciones aritméticas fundamentales y su aplicación a los contenidos relacionados con los principios de la Termodinámica.       | B      | 17                        | 60%                                     |
|  | M      | 5                         | 30%                                     |
|  | A      | 8                         | 10%                                     |
|  | T      | 30                        | -                                       |
| 2- Conocimiento de los contenidos referidos al cálculo porcentual y su aplicación a los principios de la Termodinámica.                                  | B      | 16                        | 66.7%                                   |
|  | M      | 10                        | 33.3%                                   |
|  | A      | 4                         | 0%                                      |
|  | T      | 30                        | -                                       |
| 3- Conocimiento de los contenidos de trigonometría referidos a las funciones armónicas y su aplicación a las oscilaciones mecánicas y electromagnéticas. | B      | 21                        | 70%                                     |
|  | M      | 9                         | 30%                                     |
|  | A      | 0                         | 0%                                      |
|  | T      | 30                        | -                                       |
| 4- Aplicación práctica de los contenidos anteriores.   | B      | 16                        | 53.3%                                   |
|  | M      | 10                        | 33.3%                                   |
|  | A      | 4                         | 13.3%                                   |
|  | T      | 30                        | -                                       |
| <b>TOTAL</b>   | B      | 22                        | 73,3%                                   |
|  | M      | 8                         | 26,6%                                   |
|  | A      | 2                         | 6,6%                                    |
|  | T      | 30                        | -                                       |

**Anexo # 8: Evaluación por indicadores después de aplicados los ejercicios.**

| Indicadores<br>Muestra | 1      | 2      | 3      | 4      | Nivel General |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|---------------|
| 1                      | A      | A      | A      | M      | A             |
| 2                      | A      | A      | A      | M      | A             |
| 3                      | A      | A      | A      | M      | M             |
| 4                      | M      | M      | A      | M      | M             |
| 5                      | A      | M      | A      | A      | A             |
| 6                      | A      | A      | M      | M      | M             |
| 7                      | A      | A      | A      | A      | A             |
| 8                      | A      | A      | A      | A      | A             |
| 9                      | M      | A      | M      | M      | M             |
| 10                     | M      | M      | M      | M      | M             |
| 11                     | A      | A      | M      | M      | M             |
| 12                     | M      | M      | M      | M      | M             |
| 13                     | A      | A      | A      | A      | A             |
| 14                     | A      | A      | M      | A      | A             |
| 15                     | M      | M      | M      | A      | M             |
| 16                     | A      | M      | A      | A      | A             |
| 17                     | A      | M      | A      | A      | A             |
| 18                     | M      | M      | M      | M      | M             |
| 19                     | A      | A      | M      | A      | A             |
| 20                     | A      | A      | M      | A      | A             |
| 21                     | M      | M      | B      | B      | B             |
| 22                     | A      | A      | M      | A      | A             |
| 23                     | B      | M      | M      | M      | B             |
| 24                     | A      | M      | A      | A      | A             |
| 25                     | A      | A      | A      | M      | A             |
| 26                     | A      | A      | A      | A      | A             |
| 27                     | B      | B      | B      | B      | B             |
| 28                     | A      | A      | A      | A      | A             |
| 29                     | A      | M      | A      | A      | A             |
| 30                     | A      | A      | M      | A      | A             |
| Total                  | B - 2  | B - 1  | B - 2  | B - 2  | B - 3         |
|                        | M - 7  | M - 12 | M - 13 | M - 12 | M - 9         |
|                        | A - 21 | A - 17 | A - 15 | A - 16 | A - 18        |

**Leyenda:**

1. Aplicación de las operaciones aritméticas fundamentales a los contenidos relacionados con los principios de la Termodinámica.
2. Aplicación de los contenidos referidos al cálculo porcentual a los principios de la Termodinámica.
3. Aplicación de los conocimientos de trigonometría referidos a las funciones armónicas a las oscilaciones mecánicas y electromagnéticas.
4. Aplicación práctica de los contenidos anteriores.

**Anexo # 9 Tabla de distribución de frecuencia de la prueba pedagógica después de aplicar los ejercicios.**

| <b>Indicadores</b>  | <b>Escala</b> | <b>Frecuencia absoluta<br/>Fi</b> | <b>Frecuencia relativa porcentual<br/>fi(%)</b> |
|---|---------------|-----------------------------------|---|
| 1. Aplicación de las operaciones aritméticas fundamentales a los contenidos relacionados con los principios de la Termodinámica.          | B             | 2                                 | 6,6%  |
|   | M             | 7                                 | 23,3%   |
|   | A             | 21                                | 70%   |
|   | T             | 30                                | -   |
| 2. Aplicación de los contenidos referidos al cálculo porcentual a los principios de la Termodinámica.                                     | B             | 1                                 | 3.3%  |
|   | M             | 12                                | 40%   |
|   | A             | 17                                | 56,6%   |
|   | T             | 30                                | -   |
| 3. Aplicación de los conocimientos de trigonometría referidos a las funciones armónicas a las oscilaciones mecánicas y electromagnéticas. | B             | 2                                 | 6,6%  |
|   | M             | 12                                | 40%   |
|   | A             | 16                                | 53,3%   |
|   | T             | 30                                | -   |
| 4- Aplicación práctica de los contenidos anteriores.  | B             | 2                                 | 6.6%  |
|   | M             | 12                                | 40%   |
|   | A             | 16                                | 53.3%   |
|   | T             | 30                                | -   |
| <b>TOTAL</b>  | B             | 22                                | 73,3%   |
|   | M             | 8                                 | 26,6%   |
|   | A             | 2                                 | 6,6%  |
|   | T             | 30                                | -   |

**Anexo # 10 Resultados del control de los indicadores antes y después de la aplicación de los ejercicios.**

| Indicadores | Antes |    |   | Después |    |    | Diferencia |    |     |
|-------------|-------|----|---|---------|----|----|------------|----|-----|
|             | B     | M  | A | B       | M  | A  | B          | M  | A   |
| 1           | 17    | 5  | 8 | 2       | 7  | 21 | -15        | +2 | +13 |
| 2           | 16    | 10 | 4 | 1       | 12 | 17 | -15        | +2 | +13 |
| 3           | 16    | 12 | 2 | 2       | 13 | 15 | -14        | +1 | +13 |
| 4           | 22    | 8  | 2 | 2       | 12 | 16 | -20        | +4 | +14 |

**Leyenda:**

1. Aplicación de las operaciones aritméticas fundamentales a los contenidos relacionados con los principios de la Termodinámica.
2. Aplicación de los contenidos referidos al cálculo porcentual a los principios de la Termodinámica.
3. Aplicación de los conocimientos de trigonometría referidos a las funciones armónicas a las oscilaciones mecánicas y electromagnéticas.
4. Aplicación práctica de los contenidos anteriores.

**Anexo #11: Resultados de la frecuencia relativa porcentual del control de los indicadores antes y después de la aplicación de los ejercicios.**

| <b>Indicadores</b> | <b>B</b> |               | <b>M</b> |             | <b>A</b> |                |
|--------------------|----------|---------------|----------|-------------|----------|----------------|
| 1                  | 60%      | 6,6% = -53,4% | 23,3%    | 30% = +6,7% | 10%      | 70% = +60%     |
| 2                  | 66.7%    | 3,3% = -63.4% | 33.3%    | 40% = +6,7% | 0%       | 56,6% = +56,6% |
| 3                  | 70%      | 6.6% = -63.4% | 30%      | 40% = +10%  | 0%       | 53,3% = +53,3% |
| 4                  | 53.3%    | 6,6% = -46.7% | 33.3%    | 40% = +6.7% | 13.3%    | 53,3% = +40%   |