

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
José de la Luz y Caballero.

*TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO ACADÉMICO DE MÁSTER EN
CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN.*

Mención Preuniversitario.

*TÍTULO: La relación interdisciplinaria de la Física con
la Matemática a través de la resolución de
problemas en la unidad de Dinámica en décimo
grado.*

Autor: Lic. Hugo Venancio Pérez Reyes.

Tutor: MSc. Rolando R. Solórzano Corbal.

*Banes
2010*

*UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
José de la Luz y Caballero.*

*TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO ACADÉMICO DE MÁSTER EN
CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN.*

Mención Preuniversitario.

*TÍTULO: La relación interdisciplinaria de la Física con
la Matemática a través de la resolución de
problemas en la unidad de Dinámica en décimo
grado.*

Autor: Lic. Hugo Venancio Pérez Reyes.

*Banes
2010*

SÍNTESIS

El presente trabajo ha tenido como objetivo elaborar un sistema de problemas de dinámica para potenciar las relaciones interdisciplinarias entre las asignaturas Física y Matemática en el décimo grado favoreciendo así la capacidad de aprendizaje autónomo de manera que posibilite la integración de los conocimientos.

En él se exponen diferentes criterios desde el punto de vista teórico, sobre la interdisciplinariedad en el aprendizaje de las ciencias y la posibilidad de integración del sistema de conocimientos de estas asignaturas en el décimo grado del preuniversitario.

Para su ejecución fue necesario hacer uso de diferentes métodos de investigación tanto del nivel teórico como empírico que permitieron constatar la existencia del problema planteado en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física en el IPUEC Celia Sánchez Manduley del municipio Banes, caracterizar el estado actual y establecer los principales fundamentos teóricos a considerar en su solución.

El sistema de problemas propuestos a estudiantes y profesores contribuirá al mejoramiento de las relaciones interdisciplinarias entre las asignaturas Física y Matemática en el décimo grado, y posibilitarán el desarrollo y consolidación de habilidades.

AGRADECIMIENTOS

A la MSc. Rolando Solórzano Corbal por su conducción y ayuda en la realización de esta investigación.

A mis alumnos que fueron incondicionales en todo momento.

Al profesor de informática Roberto Hernández por su ayuda oportuna.

Al colectivo de Física del IPUEC Celia Sánchez Manduley, en especial al MSc. Adalberto Núñez Zaldívar.

A todas aquellas personas que han contribuido de una forma u otra con la realización y resultados de este trabajo.

DEDICATORIA

A mi tutor el MSc. Rolando Solórzano Corbal que con infinita dedicación supo guiar mi trabajo en el proceso de investigación.

A mis compañeros de trabajo, que me motivaron y estimularon en todo momento.

A mis alumnos, que sin ellos y las experiencias que me brindan, no hubiera sido posible la realización de esta investigación.

A todos aquellos que han hecho posible mi formación como docente y que han colaborado directa o indirectamente para el logro de este resultado.

ÍNDICE

Contenidos	Páginas
Introducción.	7
Capítulo 1: La interdisciplinariedad, su aplicación al proceso de enseñanza- aprendizaje mediante la resolución de Problemas de Física.	17
1.1- Caracterización de la interdisciplinariedad en el proceso de enseñanza aprendizaje.	17
1.2- Tendencias actuales de la didáctica de resolución de problemas de Física.	29
1.3- Situación actual de la relación interdisciplinaria en el Departamento de Ciencias Exactas.	41
Capítulo 2. Las relaciones interdisciplinarias entre las asignaturas Física y Matemática en décimo grado.	54
2.1- Análisis de los programas de Física y Matemática de décimo grado.	54
2.2- Análisis de los problemas propuestos para la Unidad 3: Interacciones en la naturaleza y movimiento mecánico.	49
2.3- Sistema de problemas de Dinámica y las orientaciones metodológicas en la unidad # 3 del 10mo grado en función de las relaciones interdisciplinarias con la Matemática.	51
2.4 - Valoración de la propuesta aplicada.	64
Conclusiones	68
Recomendaciones	69
Bibliografía	
Anexos	

Introducción

Uno de los problemas que enfrenta la educación actual es el perfeccionamiento del proceso de enseñanza aprendizaje con un enfoque interdisciplinar con el objetivo que el estudiante adquiera una cultura general integral, en este proceso se desarrolla la contradicción entre la progresiva especialización de los saberes y la imprescindible integración de estos en un conjunto ordenado y coherente de manera que no permita que los conocimientos se adquieran de forma parcializada, sino integrada, para que los estudiantes comprendan el carácter holístico de la compleja realidad. Según Fernández, Miguel (1994) este enfoque interdisciplinario en el ámbito educativo tiene dos objetivos fundamentales:

1. Que los intelectuales y profesionales del mañana sirvan para algo real en el mundo que vienen.
2. Que los individuos adquieran los hábitos de análisis y síntesis que les permitan orientarse en la realidad en que viven.

Este enfoque persigue contribuir a la cultura integral y a la formación de una concepción científica del mundo en los alumnos, desarrollar en ellos un pensamiento humanista, científico y creador, que les permita adaptarse a los cambios de contexto y abordar problemas de interés social desde la óptica de varias disciplinas y que les posibilite, asumir actitudes críticas y responsables ante las políticas sociales, científicas y tecnológicas que los afecten.

Este propósito tiene su materialización en las actuales transformaciones que se llevan a cabo en nuestro sistema de educación y son reflejo pedagógico de las aspiraciones de la sociedad cubana. Su mayor reto es la formación integral del ciudadano que pueda vivir a tono con su tiempo, es decir ser capaces de formar niños adolescentes y jóvenes que actúen conformes con los principios y necesidades de la sociedad que los ha formado. Esta necesidad de enfrentar transformaciones, en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Enseñanza Media Superior, requiere en la actualidad de la atención de algunas cuestiones entre las que se destaca: encarar con urgencia la introducción en la práctica del enfoque

interdisciplinario, lo cual es fundamental para alcanzar el propósito esencial de la educación.

Sin embargo, el intento de trascender en una amplia propuesta para estructurar un currículo desde el enfoque interdisciplinario no se ha materializado más allá de los primeros niveles educativos, a pesar de que este se recoge como una tendencia constante en los proyectos de reforma educativa que se llevan a cabo en nuestro país, pues la instrumentación de este enfoque implica una forma de trabajo metodológico que requiere diferenciarse de las utilizadas tradicionalmente.

Ante tal realidad y la experiencia adquirida en el trabajo diario, se ha puesto de manifiesto que la interdisciplinariedad se puede demostrar mediante el estudio de las distintas disciplinas, sin embargo existen ciencias como la Física y la Matemática, que están estrechamente relacionadas, de forma tal que se hace imposible no reconocer a una en la otra. No obstante, durante el desarrollo de esta investigación, con la aplicación de diferentes métodos se ha podido comprobar que no se aprovechan por los docentes todas las posibilidades de su vinculación de manera que le permita al alumno identificarlas como un arma para indagar los secretos de la naturaleza y la sociedad.

Esta problemática tomó auge sobre todo a mediados del pasado siglo. En enero de 1967 tuvo lugar en Lausana, Suiza, un coloquio internacional sobre la reforma y la coordinación de la enseñanza de la Matemática con la de la Física. Las actas del coloquio fueron publicadas como volumen veintiuno de la revista *Dialéctica* (1967) donde algunas de las recomendaciones fueron:

➤ El mundo físico se hace inteligible gracias a una actitud conceptual y matematizante. No se puede admitir que las tendencias modernas en la enseñanza de la Matemática, aparten esta disciplina de la enseñanza de la Física, puesto que precisamente, ella tiende a afinar el pensamiento lógico y la facultad matematizante en los alumnos. Hace falta a la vez desarrollar la actitud de los alumnos para identificar las estructuras matemáticas presentes en las situaciones encontradas en la Física y su habilidad para el manejo de las herramientas matemáticas fundamentales.

- La Matemática y la Física tienen su idioma y sus notaciones propias. Para asegurar la comprensión de sus enseñanzas, es imprescindible que los profesores de ambas disciplinas expliquen cómo sus lenguajes se relacionan entre sí.
- El conocimiento de la evolución de las ideas matemáticas y físicas tienen un valor cultural y educativo, conviene que los profesores, en sus cursos, indiquen a los alumnos ejemplos históricos de la interrelación de las dos ciencias.

En nuestro país el currículo se organiza por disciplinas, aún cuando se planifican otras actividades de carácter variado, que lo integran y complementan, su diseño a nivel macro es realizado de manera que responda al orden lógico entre los sistemas de conceptos y habilidades de las diversas disciplinas escolares y a la sistematización de conceptos, procedimientos y modos de actuación dentro de una disciplina en uno y varios cursos, a modo de lograr progresivos grados de profundización y ampliación de los conocimientos.

Es necesario entonces el establecimiento de nexos entre estas disciplinas para estimular un aprendizaje significativo y relevante de los alumnos, en la medida en que se trata de revelar la significación social de los contenidos y la relación que existe entre los sistemas de conocimientos y habilidades de una y otra. Sin embargo, en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física en el nivel medio superior no se excluyen dificultades como las siguientes:

- Las situaciones de aprendizaje que se proponen a los alumnos no siempre los motivan suficientemente ni comprometen su trabajo intelectual, hasta el punto de dejar una huella tanto en el plano de sus conocimientos, como en el de sus procesos de pensamiento y modos de actuación.
- Las tareas que se plantean generalmente son cerradas, no repercuten en los sistemas de clases de la asignatura Matemática, y pocas veces exigen que los alumnos trabajen de forma grupal, de modo que propicien que estos se comuniquen, se planteen interrogantes, conjeturas y confronten sus puntos de vista.
- No se aprovechan al máximo los conocimientos previos, habilidades, vivencias y experiencias que los alumnos pueden obtener en las clases de Matemática. su carácter realista.

Estos problemas apuntan hacia la necesidad de desarrollar un pensamiento complejo (Morin, 1994) en los alumnos y una forma de aprender, que puede potenciarse mediante la interdisciplinariedad, según este autor puede inferirse entonces que para que los alumnos se acerquen de forma interdisciplinaria al conocimiento en determinados momentos de sus estudios, debería proponérseles actividades que, expresadas en tareas concretas, se caractericen por:

- a) su naturaleza compleja.
- b) su carácter abierto.
- c) la exigencia de trabajar colectivamente.
- d) la necesidad de utilizar múltiples fuentes cualitativamente diferentes.
- e) la obligación de emplear y desarrollar procedimientos y recursos complejos y diversos.

De este modo pudieran considerarse como indicadores de que los alumnos han adquirido un nuevo conocimiento de forma interdisciplinaria los que a continuación se relacionan:

- la cantidad y complejidad de interrogantes planteadas y resueltas,
- el número y calidad de los procedimientos y productos desarrollados.
- la motivación y nivel de pertenencia alcanzado por los alumnos con la tarea,
- la eficacia en la discusión, definición, distribución y valoración colectiva de las tareas,
- la cantidad y calidad de fuentes consultadas de áreas diversas.

En el contexto del taller internacional sobre la enseñanza de la Física, auspiciado por el Instituto Pedagógico Latinoamericano y Caribeño, han sido de reconocimiento general las dificultades que confronta el aprendizaje de la Física en la escuela media superior, dificultades que con frecuencia se extienden también a los primeros años de las carreras universitarias.

En particular, es considerable el número de estudiantes que luego de la enseñanza recibida no dominan los conceptos básicos, no adquieren las habilidades intelectuales que se esperaban, o no manifiestan una actitud crítica al analizar las situaciones planteadas.

Por otra parte, durante las últimas décadas se ha modificado significativamente el contexto sociocultural en el que se lleva a cabo la enseñanza de la Física: ha comenzado a originarse un profundo cambio cultural con base en el desarrollo de la ciencia y la tecnología, ha cambiado el lugar que hasta hace poco ocupaba la Física dentro de las ciencias naturales, han ocurrido cambios sustanciales en el objeto de la Física y en las características de la actividad científica.

Lo anterior indica la necesidad de realizar una revisión en profundidad de las características que hoy en día debe poseer el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta ciencia. Adquiere entonces una significativa importancia la instrumentación del enfoque interdisciplinario, por ser este una de las características esenciales de la actividad investigadora y del desarrollo social, pues cada día más el hombre requerirá que lo enseñemos a aprender, a ser críticos, reflexivos, dialécticos, a tener un pensamiento de hombre de ciencia y ello solo es posible lograrlo al traspasar las fronteras entre las disciplinas.

De otra manera, la educación de los alumnos en el tercer milenio no será efectiva, ya que al realizar el aprendizaje con una debida articulación en los contenidos, de manera que revele los nexos entre fenómenos y procesos que son objeto de estudio, facilitan una visión más integral de la unidad y diversidad del mundo natural y social, así como su implicación ética en la sociedad, pues la interdisciplinariedad se ha convertido en un aspecto básico de la actividad humana.

En este sentido, el autor considera que una de las vías más idóneas para favorecer la instrumentación del enfoque interdisciplinario en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, en relación con la asignatura Matemática en el nivel Medio Superior (ya que estas asignaturas constituyen el área del conocimiento de Ciencias Exactas, según la nueva estructuración de las disciplinas en este nivel) es la resolución de problemas, ya que esta, junto al tratamiento conceptual y las prácticas

de laboratorio, constituyen las tres actividades básicas en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física.

Lo anterior se sustenta además, en la concepción de que mediante la resolución de problemas es que se alcanza un pleno dominio del aparato conceptual de la Física, de los elementos de carácter metodológico para la aplicación creadora de estos conocimientos y de los recursos matemáticos necesarios para ello.

También es necesario considerar, entre otros factores, que la resolución de problemas es una de las vías claves para lograr una actitud positiva de los alumnos hacia la Física y, en particular, hacia el propio proceso de resolución de problemas. En especial, durante el estudio de la Física en la escuela media, la resolución de problemas debe contribuir a desarrollar las actitudes y capacidades que conducen al desarrollo de un pensamiento científico y en general a la formación de una sólida base cultural.

Por lo que la presente investigación, aborda la integración en contenidos tan complejos y necesarios como las leyes de Newton. Se defiende, a partir de las características derivadas de los resultados teóricos y prácticos realizados, que la integración de los contenidos relacionados con la Dinámica constituye una prioridad en la educación preuniversitaria, y es a la vez una forma de elevar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Exactas.

Por otra parte, con la aplicación de varios instrumentos empíricos, apoyado en la revisión de diversos documentos como: los informes de visitas de inspecciones, Visitas de Ayuda Metodológica realizadas al preuniversitario del municipio; el análisis de los resultados de las comprobaciones realizadas por los diferentes niveles de dirección; así como por el accionar individual del investigador, por más de 30 años, con el objetivo de favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de las asignaturas del área de Ciencias Exactas en el preuniversitario revelan, entre otras, las siguientes dificultades.

- Insuficiente motivación de los estudiantes por el aprendizaje de los contenidos relacionados con la Dinámica entre las asignaturas de Matemática y Física.

- La enseñanza disciplinar, proporciona visiones parciales del aspecto dinámico.
- Insuficiente dominio de algunos profesores de las asignaturas del área, sobre la modelación de problemas,
- Poca utilización de métodos que activen la participación de los estudiantes y muestren la utilidad e integración de los contenidos relacionados con la solución de problemas en estas asignaturas.
- Carente existencia de materiales docentes y otras producciones científico-metodológicas que aborden la integración de los contenidos relacionados con la Dinámica desde la Matemática y la Física.
- El estudiante no adquiere una visión integradora de los fenómenos y procesos dinámicos.

Independientemente, a que existen estas insuficiencias, se estima que se han logrado avances, en la formación de los profesores en el área cultural para impartir asignaturas que se enseñan en la escuela. La concepción es buena, pero en la realidad no se están aprovechando las relaciones existentes entre los contenidos de las asignaturas, ni todas las potencialidades que brinda el proceso de enseñanza-aprendizaje, para lograr la calidad educativa.

Las consideraciones anteriores conducen al planteamiento de la siguiente **contradicción**, que existe entre la necesidad de integrar los contenidos de Dinámica entre las asignaturas Matemática y Física y las exigencias del proceso de enseñanza- aprendizaje en el área de las Ciencias Exactas.

De la que se genera el siguiente **problema docente-metodológico**. ¿Cómo favorecer desde las asignaturas Física y Matemática, la integración de los contenidos a partir de la resolución de problemas en la unidad Dinámica del décimo grado de la educación preuniversitaria?

Por lo planteado anteriormente se define como **objeto**: El proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Física en décimo grado y se limita su campo de acción a las relaciones interdisciplinarias con la asignatura Matemática, desde el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en décimo grado.

Para el desarrollo de la investigación se propuso como **objetivo**: Elaborar un sistema de problemas de Dinámica y las orientaciones metodológicas para su aplicación, que contribuya a potenciar las relaciones interdisciplinarias con la asignatura Matemática en décimo grado.

Para dar solución al problema planteado fue necesario responder a las siguientes Preguntas científicas:

1. ¿Qué basamento teórico general sustenta la interdisciplinariedad y su aplicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física?
2. ¿Cuáles son las tendencias actuales de la didáctica de resolución de problemas de Física y Matemática?
3. ¿Qué potencialidades tienen los programas de las asignaturas Física y Matemática de décimo grado para las relaciones interdisciplinarias mediante la resolución de problemas de Dinámica?
4. ¿Cómo estructurar un sistema de problemas de Dinámica que posibilite las relaciones interdisciplinarias con la asignatura Matemática en décimo grado?
5. ¿Qué criterios serán necesarios para valorar la validez de la propuesta?

Para dar respuesta a estas preguntas científicas se realizaron las siguientes tareas:

1. Caracterizar el basamento teórico general que sustenta la interdisciplinariedad y su aplicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física.
2. Precisar las tendencias actuales de la didáctica de resolución de problemas de Física y Matemática.
3. Determinar qué potencialidades tienen los programas de las asignaturas Física y Matemática de décimo grado para las relaciones interdisciplinarias mediante la resolución de problemas de Dinámica.
4. Elaborar un sistema de problemas de Dinámica que contribuya a potenciar las relaciones interdisciplinarias entre las asignaturas Física y Matemática de décimo grado.

5. Aplicar consulta a especialistas para obtener criterios valorativos sobre la validez de la propuesta.

En el proceso de investigación se aplicaron, a partir de la concepción dialéctico materialista, los siguientes métodos del nivel teórico:

Histórico-lógico: Para analizar la evolución histórica del principio de interdisciplinariedad, así como la situación actual tanto nacional como internacional al determinar sus irregularidades, además para analizar las diferentes etapas por las que ha transitado el proceso de resolución de problemas de Física, y determinar las principales tendencias actuales.

Sistémico-estructural: En el esclarecimiento de las relaciones de los métodos, técnicas e instrumentos desde la posición teórica que se asume para establecer las relaciones interdisciplinarias entre las asignaturas Física y Matemática.

Análisis Documental: Con la finalidad de analizar, conocer y establecer los contenidos que brindan potencialidades para establecer las relaciones interdisciplinarias entre las asignaturas Física y Matemática mediante la resolución de problemas.

Analítico-Sintético: El cual permite la división mental del todo en sus múltiples relaciones y componentes, además de establecer mentalmente la unión entre las partes previamente analizadas y posibilita descubrir relaciones y características generales entre los elementos de la realidad.

Del nivel empírico se aplicaron:

La Encuesta: Para obtener información y valorar la concepción que sobre la temática tienen los alumnos y profesores que conforman la muestra.

Observación: Durante las visitas a clases de Física para conocer el trabajo que realizan los profesores con sus alumnos en el proceso de enseñanza aprendizaje, encaminado a potenciar las relaciones interdisciplinarias entre las asignaturas Física y Matemática.

Método del nivel matemático: Cálculo porcentual, para el análisis cuantitativo con el fin de tabular los resultados de las encuestas y observaciones a clases.

Criterio de especialistas: Seleccionados para conocer sus puntos de vista acerca de las relaciones interdisciplinarias entre las asignaturas Física y Matemática, así como del sistema de problemas elaborado.

La novedad científica de esta tesis está dada en que propone una vía fundamental para potenciar las relaciones interdisciplinarias entre los contenidos de las asignaturas Física y Matemática de décimo grado, a través de un sistema de problemas de Dinámica.

Esta investigación ofrece un aporte desde el punto de vista práctico, ya que dotará a lo profesores de Física de décimo grado, sobre todo a los que han tenido una formación disciplinar, de un sistema de problemas de Dinámica y las orientaciones metodológicas para su aplicación, desde sus clases de Física.

Capítulo 1. La interdisciplinariedad, su aplicación al proceso de enseñanza - aprendizaje mediante la resolución de Problemas de Física

En el presente capítulo, que está dividido en cuatro epígrafes, se esbozan los elementos teóricos en que se fundamenta la solución que se propone para el problema planteado en la investigación. En el primer epígrafe se caracteriza la interdisciplinariedad, así como su aplicación al proceso de enseñanza - aprendizaje, su importancia y necesidad de introducir en la práctica escolar, las condiciones necesarias para ello y las ventajas que ofrece.

En el segundo epígrafe se caracterizan las tendencias actuales de la didáctica de resolución de problemas de Física, con énfasis en como esta actividad puede ser una vía fundamental para las relaciones interdisciplinarias con la asignatura Matemática en décimo grado. En el tercero se expone la situación actual del problema

1.1. Caracterización de la interdisciplinariedad en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la Física.

Los progresos que gracias a los métodos de carácter pluri o interdisciplinario se han logrado en la investigación científica y en la práctica de los aportes de las ciencias, las ideas nuevas promovidas o aceptadas por la pedagogía contemporánea que se asocian orgánicamente con la interdisciplinariedad y requieren nuevos modos de concebir y/o de organizar el proceso de enseñanza - aprendizaje, junto a la evolución del mundo de hoy caracterizado por la complejidad, la globalidad y la interdependencia (Vaideanu G. 1987) son factores que abren las puertas de la enseñanza a las propuestas interdisciplinarias, pero ¿qué es la interdisciplinariedad? El término es utilizado indistintamente por los especialistas, Cartay, (1998) (Mañalich, 1998; Perera, 1999; Núñez Jover, 1999; Valcárcel 1998), entre otros.

En el contexto del proceso de enseñanza - aprendizaje, el concepto interdisciplinariedad abarca no sólo los nexos que se pueden establecer entre los sistemas de conocimientos de una disciplina y otra, sino también aquellos vínculos que se pueden crear entre los modos de actuación, formas del pensar, cualidades, valores y puntos de vista que potencian las diferentes disciplinas (Fiallo, 1996; Álvarez, 1993). Así, Fernández Pérez (1994) entiende la interdisciplinariedad como "la relación de cada disciplina con el objeto y entre ellas. La relación constitutiva de un objeto

específico y propio de todas ellas. Un "inter objeto" que constituye un contenido sustancial en su desarrollo histórico en ciertos ámbitos científicos.

Fernández Pérez, (1994) precisa la interdisciplinariedad como **principio** de todo diseño curricular y como método didáctico que debe ser asumido por profesores y alumnos.

Rodríguez Neira (1997), interpreta la interdisciplinariedad " como la **respuesta** actual e imprescindible a la multiplicación, fragmentación y división del conocimiento, a la proliferación y desmedido crecimiento de la información y a la complejidad del mundo en que vivimos".

Núñez Jover (1998), comprende la interdisciplinariedad no como meras "relaciones diplomáticas" entre disciplinas y grupos de especialistas diversos, por el contrario, se asocia a la **cooperación orgánica** entre miembros de un equipo, lógica específica de comunicación, barreras que se suprimen, fecundación mutua entre prácticas y saberes.

La interdisciplinariedad trata de los **puntos de encuentro y cooperación** de las disciplinas, de la influencia que ejercen unas sobre otras desde diferentes puntos de vista (Mañalich, 1998). Representa la interacción entre dos o más disciplinas, producto de la cual, estas enriquecen sus marcos conceptuales, sus procedimientos, sus metodologías de enseñanza y de investigación (Perera, 1998). Es una práctica, una manera de pensar (Torres Juraos, 1987).

Un análisis más profundo de las anteriores definiciones nos permite determinar cómo la interdisciplinariedad conlleva a establecer relaciones como momentos necesarios de interconexión entre disciplinas que condicionan una unidad entre ellas, estos nexos hacen que las disciplinas se integren en un sistema con dos funciones básicas implícitas en las relaciones interdisciplinarias:

- La interrelación, mediante la articulación de las diferentes disciplinas dentro del proceso de enseñanza - aprendizaje.
- La cooperación, establece vínculos en el estudio de los diferentes elementos didácticos, implica una colaboración plena y responsable.

La interrelación difiere de la integración en la que esta última lleva implícita la conformación de nuevas estructuras disciplinarias

Desde este punto de vista la relación interdisciplinaria puede ser considerada como una **relación sistémica entre disciplinas** por objetivos comunes, donde cada disciplina como componente del sistema establece nexos estrechos a fin de lograr el cambio en el inter objeto.

Una definición que se considera que expresa la esencia de la interdisciplinariedad en el marco del proceso enseñanza-aprendizaje en función del alumno, es la de Fiallo, Jorge (1996) el cual considera que es una vía efectiva que contribuye al logro de la relación mutua del sistema de conceptos, leyes y teoría que se abordan en la escuela. Además permite garantizar un sistema general de conocimientos y habilidades tanto de carácter intelectual como práctico, así como un sistema de valores, convicciones y de relaciones mutuas hacia el mundo real y objetivo en que le corresponde vivir y, en última instancia, como aspecto esencial que permite desarrollar en los estudiantes una formación integral que les permita prepararse plenamente para la vida social.

La interdisciplinariedad no niega las disciplinas, sino que se relaciona dialécticamente con ellas. Los planteamientos interdisciplinarios surgen y se desarrollan apoyados en las disciplinas, esta será más rica cuanto más se enriquezcan las disciplinas y éstas a su vez, se enriquecen mediante el contacto interdisciplinario entre ellas.

En este sentido resulta esclarecedor el criterio de Heloisa Lück (1994), quien considera que la interdisciplinariedad “es un proceso que integra a los educadores en un trabajo conjunto, de interacción entre las disciplinas del currículo entre sí y con la realidad, para superar la fragmentación de la enseñanza, y dar prioridad a la formación integral de los alumnos, a fin de que puedan ejercer críticamente la ciudadanía, mediante una visión global del mundo y ser capaces de enfrentar los problemas complejos, amplios y globales de la realidad actual”.

Este autor considera que durante el proceso de enseñanza -aprendizaje ha de estar presente un equilibrio sistemático entre espacios de análisis disciplinar y momentos de síntesis interdisciplinarias, tanto teóricas como prácticas. En esto coincide con las posiciones de L.D'Hainaut, (1986) en torno a la combinación de la interdisciplinariedad con la enseñanza por materias.

Sus posiciones teóricas sobre la interdisciplinariedad, avaladas por una vasta experiencia pedagógica, ofrecen una importante valoración sobre el tema. De lo anteriormente expresado se infiere que la interdisciplinariedad puede interpretarse de diferentes formas, entendiéndose como principio, método o filosofía de trabajo, forma de organizar una actividad, invariante metodológica, puntos de encuentro y otros, en función de la óptica, de la posición o contexto desde la que se analice, sí queremos dejar sentado que la interdisciplinariedad no es solo una cuestión teórica, académica, sino ante todo una práctica, vinculada con la forma de pensar y de actuar de las personas y requiere de la convicción de estas y de otras ciertas condiciones objetivas y subjetivas, por lo que no es una moda ni un esquema que pueda imponerse. Como puede apreciarse además son disímiles las definiciones sobre interdisciplinariedad, pero todas ellas apuntan a:

- Existencia de problemas complejos en la realidad pedagógica que necesitan de un enfoque integral para su solución.
- Nexos que se establecen para lograr objetivos comunes entre diferentes disciplinas.
- Vínculos de coordinación, cooperación e interrelación.
- Formas del pensar, cualidades, valores y puntos de vista que deben potenciar las diferentes disciplinas.

También en la literatura sobre el tema existe el criterio de que es imposible dar una definición de interdisciplinariedad, pues como dice Ferreira, (1994), quien trate de conceptualizarla pone límites a su alcance, niega su propia práctica. A su vez, existe también consenso en destacarla como una forma de pensar y de proceder para conocer y resolver cualquier problema de la realidad y que requiere de la convicción y de la cooperación entre las personas.

No obstante, en esta investigación se asume el criterio Fiallo, Jorge (1996) que aborda la interdisciplinariedad como un modelo de enseñanza aprendizaje donde se procure establecer relaciones o conexiones de conocimientos, habilidades, hábitos, normas de conducta, sentimientos y valores humanos en general, en una totalidad no dividida y en permanente cambio.

Claro está que esta forma de organizar el proceso de enseñanza -aprendizaje implica una labor de colaboración de un colectivo de personas, pues esta no puede ser resultado de la actividad espontánea, aislada y ocasional, sino una de las bases para la elaboración de una estrategia centrada en el sujeto, meditada, instrumentada y ejecutada por el colectivo pedagógico.

El concepto de relaciones interdisciplinarias se interpreta entonces como aquellas relaciones que se establecen entre dos o más disciplinas con el objetivo de organizar el proceso de enseñanza -aprendizaje de manera que promueva la participación activa de los alumnos, favorezca su motivación y aumente su funcionalidad mediante una respuesta global de los alumnos basada fundamentalmente en el tratamiento integrado de los distintos contenidos: conceptos, procedimientos y actitudes.

En esta definición queda implícito entonces, que para organizar el proceso de esta manera son necesarias determinadas condiciones que pudieran resumirse en las siguientes:

- Cada profesor debe dominar su disciplina.
- Dominar la disciplina con la que va a potenciar las relaciones interdisciplinarias.
- Tiene que existir comprensión e interés por el docente para llevar a cabo la interdisciplinariedad.
- Es requisito indispensable un eficiente trabajo metodológico en el departamento docente.
- Los órganos de dirección tienen que desempeñar un papel predominante en la dirección del trabajo metodológico.
- Todos los factores comunitarios que influyen en el proceso educativo que se desarrolla en la escuela tienen que aunar sus esfuerzos alrededor del Diseño Educativo Escolar.

Unido a estas condiciones, es responsabilidad del profesor un proceder metodológico adecuado para conjurar los peligros que acarrea la interdisciplinariedad si esta se asume como la tendencia excesiva a la

generalización y un verbalismo que disimule conocimientos insuficientes cuando se presentan y exigen mecánicamente conocimientos de síntesis.

Según Fiallo, Jorge (1996) el cumplimiento de estas condiciones permite enfrentar un proceso de enseñanza -aprendizaje con las siguientes ventajas:

- Elimina las fronteras entre las disciplinas, y contribuye a erradicar los estancos en los conocimientos de los estudiantes, mostrándoles la naturaleza y la sociedad en su complejidad e integridad.
- Aumenta la motivación de los estudiantes, al poder aplicar sus conocimientos en diferentes temas de las distintas disciplinas.
- El estudiante asimila menos conceptos, pues estos son más generales. Disminuye el volumen de información a procesar y a memorizar.
- El estudiante desarrolla más las habilidades intelectuales, prácticas y de trabajo docente, al aplicarlas en las diferentes disciplinas que se imparten en las distintas actividades docentes y extradocentes.
- Se forman normas de conducta que se convierten en hábitos, al lograr la acción coherente y sistemática de todas las influencias educativas potenciales de la institución escolar, acordes con el sistema de valores que requiere la sociedad.
- Educa un pensamiento más lógico, reflexivo e integrador que refleja la complejidad de la propia naturaleza y de la sociedad.
- Exige y estimula un eficiente trabajo metodológico de los departamentos docentes, claustrillos y colectivos de grados.
- Despierta el interés de los profesores por la investigación y búsqueda de conocimientos al sentir la necesidad de integrar los contenidos de las diferentes disciplinas.
- El trabajo interdisciplinario contribuye a la formación de un verdadero colectivo pedagógico, a su consolidación en el trabajo, ya sea a nivel de departamento, claustro o institución escolar.

- Permite a los estudiantes situar los problemas y extender los vínculos que unen fenómenos aparentemente inconexos, a la vez que adquieren visiones más generales de la realidad.
- Facilita la transferencia de los contenidos adquiridos y de los métodos, a otros marcos disciplinares más tradicionales.
- El empleo de métodos que impliquen el desarrollo de lo interdisciplinario coloca a los estudiantes en posición activa ante la adquisición del conocimiento, lo que contribuye a aumentar la autoestima y a crear hábitos de trabajo en colectivo.

Un elemento significativo a tener en cuenta por los docentes que asuman esta forma de organizar el proceso de enseñanza - aprendizaje, son las etapas para el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias, ya que en nuestro país el currículo se organiza por disciplinas, aunque como se había referido, se organizan actividades que lo integran y complementan que es donde se materializan las relaciones interdisciplinarias por parte de los docentes. Estas etapas son las siguientes:

1. Durante la concepción del Diseño Curricular General.
2. Durante la elaboración de los programas de las diferentes disciplinas.
3. Durante la elaboración de los libros de texto, orientaciones metodológicas, cuadernos de ejercicios.
4. Durante la puesta en práctica del diseño educativo escolar por todos los factores influyentes en el proceso docente -educativo. (Fiallo, 1996)

Las relaciones interdisciplinarias en las dos primeras etapas se manifiestan cuando los especialistas elaboran los diferentes materiales docentes.

Al confeccionar el Diseño Curricular General, se tiene en cuenta el fin de la educación que demanda la sociedad y que se requiere lograr en el nivel, los objetivos generales, ejes transversales, programas directores y funciones de la escuela.

Es en la primera etapa donde se confecciona el Plan de Estudios que dará cumplimiento al fin y objetivos generales que plantea la sociedad a la escuela para

formar el ideal de hombre a que se aspira. Aquí se deciden que disciplinas deberán conformar el plan de estudios.

La segunda etapa consiste en la elaboración de los programas de las disciplinas, donde se reflejan, los objetivos generales y los contenidos en términos de conocimientos, habilidades, valores, actitudes que darán cumplimiento a esos objetivos. Aquí precisamente es donde se requiere un profundo y riguroso trabajo interdisciplinario, pues hay que tener presente lo que se quiere lograr con el egresado del nivel correspondiente, así como lo que se debe lograr en cada grado o año del nivel en cuestión.

En la tercera etapa es importante, la interpretación única de los conceptos científicos y del desarrollo de habilidades y hábitos, a lograr en nuestros estudiantes. Los materiales docentes que se elaboren no deben tener divergencias al abordar determinados contenidos, deben guiarse por los requerimientos metodológicos generales planteados al proceso de enseñanza, a la cultura de la lengua materna, la de los cálculos matemáticos, al trabajo con la simbología y abreviaturas de las magnitudes aceptadas y adoptadas por el sistema internacional de unidades (SI), a fin de hacer coherente el proceso de aprendizaje de nuestros estudiantes.

Es en la cuarta etapa, durante la ejecución del Diseño Educativo Escolar, donde se materializan las relaciones interdisciplinarias, ya que es en los órganos de dirección y técnicos, (los propios maestros y profesores como agentes del cambio hacia una mentalidad y una práctica verdaderamente interdisciplinaria), donde se llevan a vías de hecho.

Las relaciones interdisciplinarias, además se concretan con la participación activa de la familia y de la comunidad escolar en su conjunto. Es en la escuela donde se cumplen las cuatro etapas anteriormente señaladas. El éxito de la labor educacional se decide en la institución escolar, con el aporte integrador de todos los factores señalados.

Según el autor, expuesto anteriormente, específicamente en la cuarta etapa solo es posible si tenemos en cuenta las condiciones que ponemos a continuación:

1. Cada profesor debe dominar su disciplina. (Competencia).

2. Tiene que existir interés por el profesor para llevar a cabo la interdisciplinariedad.
3. Es requisito indispensable un eficiente trabajo metodológico en la institución.
4. Los órganos de dirección y técnico tienen que desempeñar un papel predominante en la dirección del trabajo metodológico.
5. Todos los factores comunitarios que influyen en el proceso educativo que se desarrolla en la escuela tienen que aunar sus esfuerzos a nivel del desempeño escolar.

En este orden de ideas, conviene compartir el criterio de la doctora Diana Salazar Fernández (1999) en su artículo “La Interdisciplinariedad como tendencia de la enseñanza de las ciencias” al considerar que para asumir y diseñar acciones Interdisciplinarias se requiere: la preparación de cada profesor que debe asumir su práctica como proceso de investigación, dominando el sistema disciplinario.

El trabajo cooperado, en equipo formado por las diferentes disciplinas, que lo asuman como una de las vías para desafiar el reto y que con sistematicidad, paciencia y respeto mutuo posibiliten eliminar la imposición y los estilos autoritarios.

La determinación del problema educativo que requiere de un análisis integral.

Los presupuestos teóricos de partida que avalen científicamente la determinación de las interconexiones y los aspectos integrativos.

La identificación de barreras administrativas y estructuras institucionales, que frenen el desarrollo de este proceso.

La evaluación continúa para su perfeccionamiento, lo cual va a favorecer el desarrollo de la didáctica disciplinaria e interdisciplinaria.

Otro elemento importante en torno a la interdisciplinariedad que es necesario conocer, es el que tiene que ver con los criterios que se asumen en la literatura relacionada con los niveles diversos de relaciones interdisciplinarias, los que en ocasiones son empleados indistintamente o se homologan al referenciarlos. Estos criterios han dado lugar a distintas clasificaciones de la interdisciplinariedad, algunas de las cuales, en su esencia, difieren poco entre sí o son equivalentes. De ellas se citarán algunas de las que se consideran más representativas y de interés.

Para Guy Michaud (citado por Torres J., 1994), la interdisciplinariedad es la integración de métodos y conceptos de distintas disciplinas. Establece cuatro niveles de interdisciplinariedad:

1. Multidisciplinariedad: un conjunto de disciplinas que se ofrecen simultáneamente, sin explicitarse las posibles relaciones entre ellas.
2. Pluridisciplinariedad: yuxtaposición de varias disciplinas normalmente a igual nivel jerárquico. Esta agrupación mejora las relaciones entre ellas. Es más bien una práctica educativa.
3. Interdisciplinariedad: interacción entre dos o más disciplinas. Esta interacción puede ir desde la simple comunicación de ideas hasta la integración mutua de conceptos, metodologías, la organización de investigaciones y la enseñanza en un campo más bien grande.
4. Transdisciplinariedad: coordinación de todas las disciplinas en el sistema de educación e innovación sobre la base de una axiomática generalizada y la aparición de su modelo epistemológico. Ej. La Antropología, considerada como “la ciencia del hombre y sus logros”.

Jean Piaget, (citado por Torres J., 1994 y Ander-Egg E., 1994), critica las enseñanzas fragmentadas que apuntan a una especialización que prepara mal a los futuros investigadores. La enseñanza interdisciplinar debe favorecer las colaboraciones e investigaciones interdisciplinares.

Para Piaget existen los siguientes niveles de colaboración e integración:

1. Multidisciplinariedad: Nivel inferior de integración. La interacción no modifica las disciplinas ni las enriquece. Solo hay intercambios de informaciones. Corresponde a la primera etapa de una investigación y no implica que se pase a otros modos de cooperación.
2. Interdisciplinariedad: Hay cooperación entre varias disciplinas e interacciones que provocan enriquecimientos mutuos.
3. Transdisciplinariedad: Etapa superior de integración. Construcción de un sistema total que no tuviera fronteras sólidas entre las disciplinas.

La clasificación quizás más conocida y divulgada es la de la UNESCO presentada durante el simposio de Bucarest en 1983, (citado por Diana Salazar 2004)

1. Multidisciplinariedad: El nivel más bajo de coordinación. La comunicación entre las disciplinas es casi nula. Grupo de materias ofrecidas con el objetivo de mostrar algunos de sus elementos comunes pero sin explicitar sus relaciones.

2. Pluridisciplinariedad: (codisciplinariedad para algunos autores). Forma de cooperación entre disciplinas cercanas. Un intercambio de comunicaciones, de acumulación de conocimientos, producido a igual nivel jerárquico. No hay modificación interior de las disciplinas producto de esta relación. Se produce una unificación del conocimiento de distintas disciplinas, sin perder lo específico de cada una de ellas. En el proceso de enseñanza-aprendizaje favorece las transferencias de contenidos y procedimientos de los alumnos, al poseer un marco conceptual más amplio. Les permite acercarse más a la realidad cotidiana.

3. Disciplinariedad cruzada. Relaciones basadas en posiciones de fuerza. Una disciplina se impone, domina a las otras. La axiomática de una de las disciplinas se impone a las demás. Se evidencia en el reduccionismo de algunas especialidades que pretenden explicar fenómenos sociales o naturales desde sus posiciones. Considero como un ejemplo en nuestro medio la pretensión de reducir el proceso educativo al campo de psicología, disputándosele a la pedagogía.

4. Interdisciplinariedad: Se establece una interacción e intercambio entre las distintas disciplinas que provoca un enriquecimiento mutuo, modificación en sus marcos conceptuales, metodologías de investigación, etc. Las relaciones son de equilibrio.

5. Transdisciplinariedad: Nivel superior de interdisciplinariedad. Concibe una relación entre disciplinas tal que las supera. Surge una macrodisciplina. Esta perspectiva está presente en los marcos teóricos de la teoría de sistemas, del estructuralismo y del marxismo. Este nivel es denominado también “metadisciplinariedad”, “supradisciplinariedad”, “transespecialidad”, “omnidisciplinariedad” y otros. Bajo esta concepción subyace el ideal de la posibilidad y necesidad de la unificación de la ciencia.

Por su parte, L.D'Hainaut (1980) plantea tres perspectivas de la enseñanza:

1. Intradisciplinaria: Si se enseñan los distintos principios y conceptos dentro de una disciplina.
2. Interdisciplinaria: Si los principios se enseñan, a partir de las múltiples aplicaciones y facetas de cada principio mediante las disciplinas en que son aplicables.
3. Pluridisciplinaria o temática: Escoger situaciones que conjugan principios y conceptos determinados por la situación. Es sinónimo, a nuestro entender, de los que otros autores denominan "globalización" o "enfoque globalizador" (Torres J., 1994).

Finalmente se considera importante destacar que existen varias formas de lograr la interdisciplinaria:

- Ejes transversales.
- Método de proyectos.
- Programas directores.
- Líneas directrices.

Para el desarrollo de esta investigación se ha seguido el trabajo con los programas directores, ya que las relaciones interdisciplinarias se desean potenciar con la asignatura Matemática y en Cuba se ha optado por una categoría denominada Programa Director, en Historia, Lengua Materna y **Matemática**. Estos constituyen los documentos rectores que guían la proyección, conducción y evaluación de las acciones específicas de todas las disciplinas que se imparten en el nivel de enseñanza de forma tal que se alcancen los objetivos propuestos.

Desde el curso escolar 1999-2000, los programas directores se implementaron a partir del trabajo metodológico que se desarrolla en las escuelas, de la preparación de las clases y de los propios sistemas de clases que se llevan a los estudiantes.

Con la existencia de estos programas directores, con contenidos de disciplinas tales como: Matemática, Lengua materna e Historia, se aspira a que cualquiera que sea la disciplina que se imparta, el profesor tenga presente en cada una de las

actividades que desarrolle frente al alumno, los objetivos formativos generales que se formulan para el nivel, así como los objetivos formativos que se formulan para cada grado y de esta manera contribuir a formar una cultura más integral y completa en cada una de estas ciencias y propiciar el cumplimiento del fin del nivel.

En la escuela la instrumentación de los programas directores parte del diseño curricular de las asignaturas y se concreta través del diseño del trabajo metodológico con cada asignatura del área de conocimientos. La preparación metodológica es la vía por la cual se da salida directa a las habilidades comunes en ellos contenidos y es esta, la que posibilita se planifique una clase donde se puedan trabajar de forma armónica los contenidos y las habilidades comunes en ellos contenidos, que no es más que el establecimiento de relaciones interdisciplinarias entre las asignaturas del área del conocimiento.

El programa director de la Matemática se convierte en un criterio concreto para establecer las relaciones interdisciplinarias él considera cinco conceptos matemáticos básicos, que por su carácter sistematizador del conocimiento y posibilidades de interpretación que como modelo encierran en las demás asignaturas se denominan núcleos conceptuales de dicho programa: números, magnitudes, variables, funciones, figuras.

Asociados a estos núcleos se desarrollan habilidades que son utilizadas para el desarrollo de muchas tareas de las que se desarrollan en clase: leer, escribir, comparar, ordenar, esbozar, construir, identificar, relacionar, resolver, interpretar, graficar, despejar.

Tanto los núcleos o conceptos y las habilidades deben ser trabajados por todas las asignaturas ,aun siendo así, el trabajo metodológico comprende a través de temas y talleres dar solución a la integración de estas a partir de las asignaturas del área, proyección que sale desde el Consejo Técnico, pasa por los colectivos de departamento y llega a la Preparación metodológica, hoy son limitaciones para su implementación las insuficiencias en la preparación del personal docente desde el punto de vista científico metodológico y la calidad con que se realiza la Preparación

Metodológica, que hacen no se pueda llevar a vías de hecho el objetivo y fin con que este fue elaborado.

1.2 Tendencias actuales de la didáctica de resolución de problemas de Física.

La resolución de problemas constituye una de las tres actividades, junto a las prácticas de laboratorio y el tratamiento de conocimientos teóricos, a la que se le concede mayor importancia en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, así mismo es considerada dentro de la asignatura Matemática.

Hay un acuerdo generalizado de que los problemas ayudan a reforzar y clarificar los principios que se enseñan y es mediante esta actividad que se alcanza un pleno dominio del aparato conceptual de la Física, de los elementos de carácter metodológico para la aplicación creadora de estos conocimientos y de los recursos matemáticos necesarios para ellos. También es importante considerar, entre otros factores, que la resolución de problemas es una de las vías claves para lograr una actitud positiva de los alumnos hacia la Física y la Matemática y en particular, hacia el propio proceso de resolución de problemas, el cual contribuye además a desarrollar las actitudes y capacidades que conducen al desarrollo de un pensamiento científico y en general a la formación de una sólida base cultural.

¿Qué debemos de entender por problemas?

Desde el punto de vista de la Psicología, según Kilpatrick (1985), un problema es una situación en la cual una meta quiere ser lograda y una vía directa a ella está bloqueada. Usualmente la Psicología requiere de sujetos que “tienen” el problema. De este modo para la mayoría de los psicólogos, ya no se puede ver el concepto de problema aislado del sujeto y así, el objeto de estudio debe ser la resolución de problemas como actividad de un sujeto. Una definición desde esta visión es proporcionada por Brownell (citado en Kilpatrick, 1985), el cual entiende por problema una situación que se le presenta a un sujeto, donde este en ese momento desconoce un medio directo de realización y experimenta perplejidad, pero no una total confusión.

Por otra parte, la resolución de problemas llega a ser el proceso por el cual un sujeto se desprende del problema. Brownell (citado en Kilpatrick, 1985) considera un

problema como un concepto relativo, que supedita su carácter, al sujeto que lo enfrenta, de este modo, una tarea se puede encontrar dentro de las situaciones familiares para un sujeto y para otro puede ser un enigma.

Por otra parte, según Mayer (1983) la mayoría de los psicólogos concuerdan en que un problema tiene ciertas características y que cualquier definición de problema debería contener tres ideas:

1. El problema está dado actualmente en un estado, pero
2. Se desea que esté en otro estado, y
3. No hay una vía directa y obvia para realizar el cambio.

Luego, para Mayer la resolución de problemas se refiere al proceso de transformar el estado inicial dado del problema a otro final, donde dicha transformación es realizada por el pensamiento.

Respecto a los psicólogos de Gestalt, Mayer señala que de acuerdo con ellos el proceso de resolución de un problema es un intento de relacionar y organizar los elementos de la situación problemática, de forma que se adquiere una comprensión estructural de la situación que conlleva a estos a la resolución y solución del problema.

Para los psicólogos de la Gestalt, los términos solución y resolución se identifican plenamente y adoptan por resolución al proceso cognitivo de adquirir una comprensión estructural y la reorganización de la situación problemática que conduce a la meta.

Para la Física, problemas son aquellos que se resuelven con ayuda de alguno o algunos de los siguientes factores: deducciones lógicas, operaciones matemáticas y experimentos, sobre la base de las Leyes y métodos de la Física. Como al enunciar esta definición se usa el concepto general de problema esta no queda suficientemente precisada si no se esclarece el sentido en que se utiliza este término, en este caso dicho término está utilizado en correspondencia con la siguiente definición:

Un problema es aquella tarea cuyo método de realización o resultado son desconocidos para el alumno a priori, pero que este, posee los conocimientos y habilidades necesarios, por lo que está en condiciones de acometer la búsqueda del resultado o del método que ha de aplicar. (Solucionario de Física 10mo Grado, (1988).

Para la aplicación práctica y sin incongruencia de la definición de problemas de Física formulada anteriormente, resulta conveniente precisar lo siguiente:

Esta definición, en contraposición con otras menos utilizadas, restringe el concepto de problema a las tareas que exigen una actividad racional, o sea, en las que resulta necesario el pensamiento.

En este sentido, por ejemplo, la pregunta: ¿qué plantea la segunda Ley del movimiento?, formulada a un estudiante de décimo grado, después de haber tratado y asimilado el tema correspondiente, no lo hace pensar, pues para responder bastan sus conocimientos anteriores. Por supuesto, esta pregunta formulada sin ningún tipo de antecedente, aunque constituye lo que se denomina una situación problémica tampoco es, en estas condiciones, un problema. En este sentido existe acuerdo generalizado entre los investigadores que han abordado esta cuestión, en caracterizar como problemas a aquellas situaciones que plantean dificultades para las que no se poseen soluciones hechas, Rubinstein, 1996; Galperin, 1982; MINED, 1987; Razumovski 1987; Gil, (1993);

Con respecto a los criterios de los especialistas en Matemática, es posible afirmar que no existe ya que existe acuerdo generalizado al definirlo como: "... toda situación en la que hay un planteamiento inicial que obliga a transformarlo. La vía para pasar de la situación o planteamiento inicial a la nueva situación exigida, tiene que ser desconocida, cuando es conocida deja de ser problema". (L. Campistrous y C. Rizo, 1996).

Según esta definición, en cualquier situación siempre estarán presentes dos elementos invariantes:

Primero: una situación desconocida que necesita ser transformada.

Segundo: la vía para la transformación de la situación es desconocida.

En correspondencia con esto pudieran ser características fundamentales de los problemas las siguientes:

- Una situación desconocida.
- No se conoce la vía de solución.
- Se desea trabajar en ella.
- Se tienen los conocimientos necesarios para abordar la situación.

Son numerosos los especialistas que realzan la importancia de la solución de problemas en el curso de Física y Matemática.

“Los problemas proporcionan material para los ejercicios que exigen la aplicación de las Leyes Físicas en la explicación de los fenómenos que surgen en unas y otras condiciones concretas. Por eso, ello tiene un gran significado para la concreción de los conocimientos. Sin concretar los conocimientos, estos se mantienen bajos y sin nivel práctico alguno.” (Orejov y Usova, 1980, p. 9)

También afirman estos autores que la solución de problemas es uno de los medios fundamentales de repaso, fijación y verificación de los conocimientos de los estudiantes.

Daniel Gil Pérez y Pablo Valdés Castro (1996), plantean que una representación más completa acerca de la importancia de la resolución de problemas debe incluir los siguientes aspectos:

- La promoción del interés por la asignatura sobre la base de su significación para el desarrollo de la cultura en general y la preparación científico técnica en particular.
- La formación del aparato conceptual, vale decir, todo el proceso de sistematización, generalización, profundización y consolidación de los conceptos leyes y teorías.
- El desarrollo de habilidades teóricas, experimentales, de cálculo y generales.
- El desarrollo del pensamiento creador y del talento para el trabajo científico
- La vinculación del material docente con la práctica.
- El fortalecimiento de las convicciones sobre la objetividad de la Leyes de la naturaleza.
- El fortalecimiento de las relaciones interdisciplinarias.

➤ La formación de valores relacionados con el amor al trabajo, el patriotismo, el internacionalismo, la preservación del ambiente, el espíritu crítico, el colectivismo, la flexibilidad intelectual el rigor, la confianza, la voluntad, la honestidad etc.

Estas consideraciones revelan también la necesidad de organizar el proceso de enseñanza-aprendizaje sobre la base de la resolución de problemas. El diseño integral de este enfoque requiere precisar también los rasgos distintivos de este tipo de actividad durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. En este sentido se deben distinguir los problemas que se utilizarán durante las etapas que tienen como objetivo central:

- El estudio de un nuevo material, es decir, durante el proceso de formación inicial de un determinado sistema de conceptos, leyes y teorías.
- Desarrollar habilidades y aplicar los conocimientos.
- Sistematizar, generalizar y profundizar en los contenidos.
- Controlar lo aprendido.

Es importante hacer énfasis en que estos elementos no se presentan por separado, ni en una interacción lineal y simple.

En este sentido, un enfoque basado en la resolución de problemas revela la necesidad de:

- Precisar el papel y lugar de la resolución de problemas en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física.
- Organizar el aprendizaje sobre la base de la resolución de problemas.
- Propiciar el dominio de la elaboración de estrategias para la resolución de problemas.
- Diseñar adecuadamente las formas de organización de este tipo de actividad.

Por la importancia que tiene para el desarrollo de esta investigación la organización del aprendizaje sobre la base de la resolución de problemas, a continuación se analizará el contenido de este requerimiento y su significación en la práctica docente.

Diseño de los sistemas de problemas:

Un enfoque del aprendizaje basado en la resolución de problemas requiere que el proceso tenga un carácter de sistema, donde los problemas estén en

correspondencia con los objetivos más trascendentes de la disciplina y propicien la incorporación de los alumnos de forma activa y consciente (significativa) en el proceso de asimilación consciente (construcción) de los contenidos de la disciplina. Sobre la base de este requerimiento, al que no siempre se le presta la atención necesaria, descansa en buena medida la posibilidad de que este tipo de actividad (resolución de problemas) de los frutos esperados.

Puede resultar oportuno señalar que este es un aspecto poco tratado en las investigaciones sobre el tema y que, en general, en la literatura sobre solución de problemas se le presta mayor atención a los diversos aspectos relacionados con las estrategias de solución de los problemas. Esta es una de las causas de que importantes resultados, de muchos trabajos realizados en esta dirección, no rindan en la práctica los frutos esperados.

Por ejemplo, algo tan natural y necesario como abordar la resolución de problemas en correspondencia con la metodología científica, en contraposición con la enseñanza de soluciones elaboradas mediante problemas tipos, si se hace en forma aislada, sin una proyección adecuada, mediante la cual los problemas propicien una gradual asimilación, sistematización y profundización del aparato conceptual y de los métodos para operar con ellos en forma creadora, pueden devenir en una actividad estéril y poco interesante para los alumnos (Valdés Castro 1983)

De todas las definiciones del concepto “sistema” que se analizaron, una de las más recientes y la que en mayor medida tributa al logro del objetivo de esta investigación, es la ofrecida por el mexicano Lara Lozano (1995), citado por Álvarez Martha (2004), con las siguientes condicionantes: “... **un sistema es un conjunto de elementos que cumple tres condiciones:**

1. Los elementos están interrelacionados.
2. El comportamiento de cada elemento o la forma en que lo hace afecta el comportamiento del todo.
3. La forma en que el comportamiento de cada elemento afecta el comportamiento del todo depende al menos de uno de los demás elementos”.

Según este criterio, para diseñar un sistema de problemas, es necesario entonces tomar en consideración los siguientes factores:

- Los objetivos.
- El contenido y sus niveles de asimilación, profundización, sistematización y generalización.
- La estructura didáctica del sistema, en especial la lógica del proceso de enseñanza -aprendizaje.

El requerimiento relacionado con los objetivos es esencial para asegurar que el sistema sea diseñado en función de las expectativas, está claro que el requerimiento vinculado con el contenido se relaciona de manera directa con los objetivos, la diferencia fundamental estriba en la mayor proximidad de este aspecto con los elementos específicos del aparato conceptual. Este requerimiento permite asegurar que en el sistema de problemas se aborden adecuadamente:

- Los conocimientos que deben ser aprendidos por los alumnos al nivel de sistematización, generalización y profundización adecuado.
- Las habilidades teóricas que deben ser desarrolladas, es decir, aquellas que permiten operar con los diferentes componentes de las teorías físicas para la solución exitosa de determinadas tareas teórico o prácticas, así como las de carácter lógico que resultan útiles en este sentido.
- Las habilidades matemáticas que deben ser desarrolladas, al establecer con claridad el nivel de complejidad, generalización y profundización con que se exige los procedimientos aritméticos, algebraicos, trigonométricos y gráficos en la solución de problemas.
- Las habilidades que para el trabajo experimental deben ser desarrolladas a partir de que se especifiquen los instrumentos y dispositivos que deben ser aprendidos a manipular y los métodos a emplear para el procesamiento de los resultados experimentales.
- Las habilidades generales relacionadas con el uso del libro de texto y otras fuentes bibliográficas de consulta, la preparación de resúmenes, la elaboración de informes de laboratorios, entre otros.

La estructura didáctica del sistema. En especial la lógica del proceso de enseñanza - aprendizaje, resulta esencial para el establecimiento de los vínculos internos que deben caracterizar a este sistema. En este sentido se deben tener en consideración los siguientes tipos de problemas:

- Los que se utilizarán, preferentemente de forma problemática, para la presentación de un nuevo tema o aspecto como estrategia general para organizar el proceso de aprendizaje al nivel cognitivo, instrumental y actitudinal.
- Los que se asignarán en las clases para orientar el estudio de los alumnos, reafirmar los conceptos fundamentales y desarrollar habilidades básicas para la continuidad del trabajo.
- Los que se emplearán en las clases con el objetivo específico de desarrollar determinadas habilidades y / o aplicar los conocimientos.
- Los que se asignarán para consolidar los conocimientos, las habilidades y los rasgos característicos del proceso de aplicación de los conocimientos.
- Los que se utilizarán para la sistematización, generalización y profundización de los contenidos.
- Los que se aplicarán para el control del aprendizaje.

Con el objetivo de mejorar o darle más recursos al estudiante a la hora de enfrentar la solución de problemas, se han desarrollado diferentes estrategias, por ejemplo la dada por Schoenfeld (1985) que tiene características similares a la ofrecida por Polya (1975), pero con las acciones explicadas de forma más explícita y acabada en el orden de aplicación:

1. Analizar y comprender el problema: Dibujar un diagrama. Examinar un caso especial. Intentar simplificarlo.

2. Diseñar y plantear la solución: Planificar la solución y explicarla.

3. Explorar soluciones: Considerar una variedad de problemas equivalentes. Considerar ligeras modificaciones del problema original. Considerar amplias modificaciones del problema original.

4. Verificar soluciones.

También Bransford y Stein (1987) proponen otra estrategia llamada IDEAL; dentro de las fases de esta estrategia se descomponen las propuestas por Polya en otras más simples y de mayor aplicabilidad en la práctica.

I- Identificación del problema.

D- Definición y presentación del problema.

E- Elaboración de posibles estrategias.

A- Actuación fundada en esa estrategia.

L- Logros, observación, evaluación de los efectos de la actividad.

Para el desarrollo de esta investigación se asumirá el propuesto por Müller, por considerarse más completo que los presentados anteriormente el cual consta de las siguientes fases

- 1. Fase de Elaboración:** Análisis y precisión. Búsqueda de la idea de solución.
- 2. Fase de Trabajo en el problema:** Reflexión sobre los métodos (lógicos, físicos y matemáticos). Elaboración de un plan de solución.
- 3. Fase de Realización:** Realización del plan de solución. Representación de la solución.
- 4. Fase de Evaluación:** Comprobación de la solución. Determinación del número de las soluciones. Subordinación de la solución en el sistema existente. Memorización de la "ganancia" de la información metodológica. Consideraciones perspectivas.

Según las ideas desarrolladas por Hadamard, (1945), no se puede perder de vista la relación existente entre la Psicología y la resolución de problemas. A continuación se presenta la relación que se establece entre las fases propuestas para la solución de problemas por Polya, al ser este autor la base de las estrategias restantes, y los momentos para el desarrollo de la actividad, según la teoría de Leontiev, (1976); estos son: orientación, ejecución y control.

Al estudiar las operaciones propuestas para cada fase, se corrobora que las dos primeras están relacionadas de manera directa, con la fase de orientación; la tercera con la fase de ejecución y la cuarta con la fase de control. Esta relación puede establecerse con el resto de las estrategias, hasta ahora declaradas.

No existe un consenso entre los autores en las denominaciones de los elementos constituyentes de las diferentes estrategias para la resolución de problemas; algunos consideran que son fases, los menos estiman que una sucesión de pasos y otros hablan de acciones.

Un aspecto esencial, es que la aplicación exitosa de esta estrategia no es posible lograrla sin considerar la importancia que tiene potenciar las relaciones interdisciplinarias para la resolución de problemas, pues el estudiante debe tener claridad de que **existen diferentes métodos de solución (lógicos, físicos y matemáticos)** y que lo más importante no es obtener un resultado, sino la confrontación y comparación de los métodos y vías de solución que posibilitan su obtención.

A continuación se presentan las características fundamentales de los diferentes tipos de problemas de Física que pueden conformar el sistema y su importancia.

Problemas cualitativos:

Serán llamados problemas cualitativos a aquellos que se resuelven mediante deducciones lógicas, apoyadas solo en los aspectos cualitativos de las Leyes que permiten describir el comportamiento de los fenómenos físicos, es decir, aquellos que para su solución no requieren de la utilización de las ecuaciones que reflejan las dependencias funcionales entre las magnitudes involucradas en el problema.

Importancia de los problemas cualitativos:

La importancia para el proceso docente, deriva del hecho que todos los problemas tienen un fuerte componente de carácter cualitativo, es decir, este tipo de problemas permite centrar la atención en aspectos claves del proceso de solución de problemas en general. Entre estos aspectos se destacan los siguientes:

1. El papel del análisis cualitativo de la situación física planteada por el problema.
2. La comprensión clara de la esencia de los fenómenos físicos y de las leyes que los describen.

El desarrollo de la capacidad de razonamiento.

Problemas cuantitativos: Aquellos donde hagan uso del cálculo como elemento rector de la habilidad. Estos deben ser muy sencillos, en dependencia del tipo de estudiantes al que van dirigidos.

Problemas gráficos:

Serán llamados problemas gráficos a aquellos que se caracterizan porque el objeto de investigación son las gráficas de las dependencias funcionales entre las magnitudes físicas involucradas en el problema y también, en general, a aquellos cuya solución se alcanza o se facilita mediante un enfoque sobre la base del tratamiento gráfico.

Importancia de los problemas gráficos:

- La importancia de los problemas gráficos está determinada por un gran número de circunstancias entre las que podemos destacar las siguientes:
- El estudio de muchos fenómenos físicos requieren del análisis de las dependencias funcionales entre las magnitudes físicas que caracterizan al fenómeno natural o técnico en cuestión, y la representación gráfica de las dependencias funcionales permite esclarecer con relativa sencillez y gran profundidad el significado de estas relaciones.
- Muchas dependencias funcionales que no pueden ser estudiadas de forma analítica en un nivel escolar determinado, sí pueden ser trabajadas de forma gráfica en dicho nivel. Por ejemplo: Trabajo de fuerzas variables, isothermas del gas real, interacción molecular, cinemática de las oscilaciones armónicas entre otras.
- El método gráfico es un poderoso recurso de la investigación científica.
- El método gráfico es un poderoso recurso para resolver problemas físicos o para desbrozar el camino hacia su solución analítica.

- Permite con mucha facilidad analizar de manera efectiva aspectos específicos involucrados en los fenómenos, leyes y teorías objeto de estudio.

Problemas experimentales:

Serán llamados problemas experimentales a aquellos cuya solución se basa en la actividad experimental entendida esta como la que se realiza para obtener un conocimiento científico, o descubrir las leyes objetivas que rigen el comportamiento del objeto o proceso estudiado, por medio de mecanismos e instrumentos especiales, gracias a lo cual se obtiene:

- La separación, el aislamiento del fenómeno estudiado de la influencia de otros similares, no esenciales y que ocultan su esencia, así como su estudio en forma pura.
- Reproducir muchas veces el curso del proceso en condiciones fijadas y sometidas a control.
- Modificar planificadamente, variar, combinar diferentes condiciones, con el fin de obtener el resultado buscado.

Importancia de los problemas experimentales:

La experiencia adquirida durante el trabajo de investigación de diferentes especialistas conduce a plantear que la importancia específica de los problemas experimentales esta dada por los siguientes factores:

Los conocimientos y las habilidades para el trabajo experimental se adquieren y desarrollan con mayor solidez y profundidad cuando se entrena a los alumnos en este tipo de actividad mediante su planteamiento en forma de problemas.

La significación de la actividad experimental para la formación de una cultura científica general, en tanto que estos conocimientos y habilidades trascienden el marco de la Física y penetran en muchas otras esferas de la vida. En este sentido, puede resultar conveniente resaltar que, de acuerdo con el criterio asumido, la esencia del trabajo experimental (identificar una porción del mundo que nos rodea, obtener información de ella e interpretarla) abarca un espectro muy amplio de la actividad humana.

La fertilidad de los problemas experimentales en el proceso de desarrollo de la creatividad y detección del talento para el trabajo científico.

El trabajo está conformado por un sistema de problemas de Dinámica, cualitativos, cuantitativos y gráficos con diferentes grados de complejidad que van desde problemas de solución sencilla hasta compleja, los cuales pueden ser utilizados en las clases de desarrollo de habilidades, tareas extraclase para orientar el estudio de los alumnos y la consolidación de los contenidos, en todos los casos se aplicarán los conocimientos matemáticos que poseen los estudiantes y se brindan las orientaciones metodológicas para su solución, que sirve de base a los profesores de Física y Matemática para el trabajo de integración interdisciplinar.

1.3 Situación actual de la relación interdisciplinaria en el Departamento de Ciencias Exactas.

Por lo general, el modelo de enseñanza aprendizaje de las ciencias en la actualidad es aquel que criticó el ilustre pedagogo cubano Enrique José Varona hace más de cien años, cuando escribió: “se elabora un programa, se amolda al programa un texto, el profesor se esclaviza al texto, y el alumno aprende que cuanto necesita es contestar de cualquier modo a una serie de preguntas estereotipadas” (Citado por E. Moltó 1998).

Los marcos disciplinares rígidos que imperan entre el profesorado actual es uno de los escollos fundamentales que entorpecen la interdisciplinariedad en el proceso de enseñanza -aprendizaje de la Física.

Enseño como me enseñaron, es una frase que oculta en ocasiones una resistencia al cambio de las condiciones metodológicas y es, por lo general señal de una deficiente formación profesional, basada en un modelo educativo profesional que se reproduce en el aula.

No obstante, ya se observan avances en lo relacionado con la formación de los profesores por área del conocimiento, según las transformaciones en el preuniversitario, los cuales no solo se forman en el conocimiento de más de una disciplina, sino además en los elementos de carácter metodológico necesarios para establecer los nexos entre ellas.

Por otra parte ya se hace notable la preocupación de la Universidad de Ciencias Pedagógicas por ofrecer cursos de postgrado a los profesores en ejercicio que han

tenido una formación disciplinar, lo cual facilitaría a largo plazo enfrentar un proceso de enseñanza -aprendizaje organizado de forma interdisciplinar.

Durante el desarrollo de la investigación se aplicaron diferentes métodos investigativos como la encuesta a profesores y alumnos, observaciones a clases y prueba de entrada, para ello conformaron la población 182 estudiantes que representan el 100 % de los estudiantes que cursan décimo grado en el IPUEC: Celia Sánchez Manduley del municipio Banes y los 4 profesores de Física de este centro de los cuales se tomo como muestra un grupo de 30 estudiantes que representan el 16,5 % de la población y el 100 % de los profesores.

Se aplicó una encuesta a profesores, (anexo 1), con el objetivo de constatar el conocimiento que poseen acerca de las potencialidades que existen en los programas de las asignaturas Física y Matemática para las relaciones interdisciplinarias y la importancia que le conceden, así como las actividades que se realizan en función de estas.

Con la aplicación de esta encuesta se obtuvo el siguiente resultado: Los profesores consideran que es importante potenciar las relaciones interdisciplinarias entre las asignaturas Física y Matemática, pero no son capaces de argumentar con criterios sólidos.

Consideran que el programa de su asignatura brinda posibilidades para ello, pero solo las reconocen en el trabajo con ecuaciones, despejes, cálculo, algunos elementos de trigonometría y el Sistema Internacional de Unidades.

El 50 % de los profesores encuestados tiene conocimiento de que funciones han estudiado los alumnos hasta el décimo grado, pero no argumentan en que medida estas pueden ser condiciones previas para el estudio de la Dinámica.

Afirman que siempre realizan actividades de forma consciente para potenciar este tipo de relaciones, pero no cuentan con un sistema de acciones planificadas, por último plantean que los problemas propuestos en el texto de Física décimo grado, para el tema relacionado con los problemas de Dinámica permiten potenciar las relaciones interdisciplinarias en los aspectos antes mencionados.

Estos resultados permiten plantear que los profesores no tienen dominio de todas las potencialidades que brindan los programas para las relaciones interdisciplinarias

y aunque consideren que son de gran importancia, las acciones que realizan son muy limitadas y de forma aislada. Se manifiesta además que el conocimiento teórico que tienen acerca de la interdisciplinariedad es insuficiente.

Se aplicó una encuesta a alumnos, (anexo 2), con el objetivo de constatar el conocimiento que tienen los estudiantes de la relación que existe entre los contenidos de las asignaturas Física y Matemática, así como la posibilidad que han tenido de aplicar en las clases de Física conocimientos adquiridos en Matemática.

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que los alumnos conocen que la asignatura Física se relaciona con la Matemática, pero no son capaces de poner ejemplos donde estas se ponen de manifiesto, limitándose solamente al trabajo con ecuaciones, despeje de fórmulas y cálculos.

Se aplicó además una prueba de entrada a los alumnos, (anexo 4), en cuyos resultados se evidencia que en la etapa de análisis de la solución de las situaciones que se le mostraron, los alumnos no tienen en cuenta la utilidad de los métodos lógicos y matemáticos.

Fueron observadas 11 clases frontales y las vídeo clases correspondientes al tema de Dinámica con el objetivo de constatar cómo se potencian las relaciones interdisciplinarias con la asignatura Matemática, donde se pudo comprobar que los profesores de Física presentan dificultades a la hora de establecer dichas relaciones, ya que no se aprovechan las posibilidades que brinda para ello el programa de esta asignatura, derivado de las insuficiencias en la preparación metodológica, y la falta de sistematicidad en la salida a los ejes transversales y las habilidades comunes del programa director de la Matemática. Todo ello, generado por la falta de conocimientos científicos metodológicos, en especial de los docentes en formación, la poca dedicación a la autopreparación para el desarrollo de sus clases, el débil seguimiento de los directivo, a través de las visitas a clases, a la salida a los programas directores y sus habilidades comunes, y la insuficiente planificación de actividades metodológicas para la preparación del docente.

Capítulo 2. Las relaciones interdisciplinarias entre las asignaturas Física y Matemática en décimo grado.

El presente capítulo se encuentra dividido en cinco epígrafes, en el se expone un análisis de los programas de las asignaturas Física y Matemática al determinar las potencialidades que contienen para potenciar las relaciones interdisciplinarias entre ellas mediante la resolución de problemas de Dinámica. Se presenta un análisis de los problemas propuestos por el texto para la Dinámica, haciendo énfasis en como estos no aprovechan todas las posibilidades para potenciar las relaciones interdisciplinarias con la asignatura Matemática y se propone un sistema de problemas de Dinámica para dar solución al problema planteado para la investigación. Además se ofrecen las orientaciones metodológicas para su aplicación durante las clases de Física.

Finalmente en el capítulo aparecen los criterios valorativos que sobre la validez de la propuesta se obtuvieron mediante la consulta a especialistas.

2.1 Análisis de los programas de Física y Matemática de décimo grado.

En la revisión del programa de Matemática se pudo constatar que el trabajo en función del programa director de la Matemática debe propiciar que las distintas disciplinas del área de **Ciencias Exactas** asuman su responsabilidad en el logro de aquellos objetivos que se pueden potenciar dentro de cada una de ellas, atendiendo al diagnóstico de los alumnos. A continuación se presentarán cuales de estos objetivos se potenciarán mediante la disciplina Física en esta investigación:

- Plantear el estudio de los nuevos contenidos en función de resolver nuevas clases de problemas y no considerar la resolución de problemas como un medio para fijar contenidos. Se trata de considerar un concepto amplio de problema y sobre todo propiciar la comprensión conceptual y el análisis de que métodos son adecuados.
- Sistematizar continuamente conocimientos, habilidades y modos de la actividad mental como son los procedimientos lógicos y heurísticos a fin de que puedan dominarse los conceptos y se integre el saber procedente de los alumnos en las diferentes áreas de la matemática y de otras asignaturas.

Como ya se ha referido con anterioridad, la resolución de problemas es una de las tres actividades básicas del proceso de enseñanza aprendizaje de la Física y al organizar este tipo de actividad sobre la base de un enfoque interdisciplinario en el área del conocimiento propiciará una mayor comprensión conceptual a partir de que se integre el saber de ambas disciplinas, y se sistematicen conocimientos, habilidades y modos de la actividad mental fundamentalmente los procedimientos lógicos.

Mediante el análisis del programa de Física se seleccionaron los siguientes elementos del sistema de conocimientos que permitirán potenciar los objetivos antes mencionados:

El curso de Física en el décimo grado está dedicado al estudio del movimiento mecánico, como un cambio importante en el universo, sobre la base de dos interacciones fundamentales de la naturaleza: gravitatorias y electromagnéticas y dos leyes de conservación: cantidad de movimiento y energía.

En cada una de las temáticas, se analiza el movimiento mecánico de sistemas, haciendo énfasis en el estudio de movimientos de sistemas que se mueven a velocidades mucho menores que la velocidad de la luz en el vacío, y se destaca que el movimiento mecánico está en la base de otros cambios físicos.

Sistema de conocimientos:

1. Primera ley del movimiento mecánico.
2. Fuerza. Características de las fuerzas. Presión.
3. Segunda ley del movimiento mecánico.
4. Tercera ley de Newton.
5. Leyes de Newton en un movimiento circunferencial. Fuerza centrípeta.

Este sistema de conocimientos, perteneciente a la Unidad 3 Interacciones en la naturaleza y movimiento mecánico la cual persigue el siguiente objetivo:

1. Dar solución al problema fundamental de la Dinámica.
 - Resolver problemas cualitativos y cuantitativos sobre las leyes del movimiento mecánico en diversas situaciones de la vida donde sea necesario aplicar las expresiones matemáticas de las leyes y su combinación las ecuaciones fundamentales de la Cinemática hasta el caso de un cuerpo sobre el que actúa una

fuerza de valor constante, que forma un ángulo con la dirección del movimiento, y se considere la acción de fuerzas que se oponen al movimiento relativo del cuerpo (rozamiento, resistencia, otras).

➤ Calcular fuerzas de rozamiento estático y dinámico.

Este sistema de conocimientos se selecciona por las posibilidades que brinda de establecer relaciones y dependencias funcionales entre las diferentes magnitudes que caracterizan el movimiento mecánico, teniendo en cuenta que numerosas de las situaciones prácticas que el hombre enfrenta encuentran interpretaciones y soluciones con ayuda de estas.

Este elemento hace evidente además la posibilidad que encierra este contenido para ilustrar la relación que existe entre la Matemática y la realidad objetiva y comprenderla como un medio para transformar la realidad.

En la escuela este tema constituye centro para el estudio de otras unidades temáticas que proporcionan una sólida formación matemática de los estudiantes. Mediante su estudio se brinda una contribución al desarrollo del pensamiento funcional en los alumnos como una forma específica del pensamiento matemático.

Para lograr esto se debe partir de considerar relaciones o dependencias entre, **conjuntos, magnitudes, variables**, etcétera, al tratar de delimitar como unas determinan las otras. En general el pensamiento funcional se desarrolla al descubrir o determinar cantidades variables, y las relaciones que determinan unas cantidades en dependencia de las otras, es decir, descubriendo relaciones entre objetos matemáticos u objetos de la vida cotidiana, donde uno depende del otro, teniendo en cuenta una ley de formación.

Otro elemento de significativa importancia para seleccionar esta temática es que en el programa de Matemática se encuentra en la Unidad 2 el siguiente sistema de conocimientos:

■ Definición de función (como una correspondencia y como un conjunto de pares ordenados). Análisis de correspondencias dadas en distintas formas para decidir si son o no funciones. Variable independiente o pre imagen, variable dependiente o imagen. Dominio y conjunto imagen de una función. Función numérica. Función lineal: casos particulares (función constante e idéntica). Representación gráfica. A

partir de la función lineal formalizar las siguientes propiedades: Dominio, imagen, cero, signo y monotonía (función lineal de dominio acotado).

■ El concepto de función cuadrática como la correspondencia definida por la ecuación $Y = ax^2 + bx + c$ ($a \in R^*$, $b \in R$, $c \in R$). Estudio de la ecuación definida por la ecuación: $Y = ax^2$ y $Y = ax^2 + bx + c$ ($a \in R^*$, $c \in R$). Representación gráfica, dominio, imagen, ceros, monotonía, signos y paridad. Deducción de la fórmula para calcular la abscisa del vértice de la parábola que representa gráficamente la función cuadrática. Traslación de una parábola en la dirección de los ejes coordenados.

Unidad # 4 el siguiente sistema de conocimiento

■ Triángulos, teorema de Pitágoras, razones trigonométricas en el triángulo rectángulo, y uso de las tablas trigonométricas

Como se puede apreciar existen valiosas potencialidades para las relaciones interdisciplinarias entre las disciplinas Física y Matemática en décimo grado, no solo al establecer nexos entre los sistemas de conocimientos, sino además en los modos de actuación, formas del pensar y puntos de vista.

Para lograr que el alumno se apropie del cuadro integral de ambas asignaturas se debe enfatizar en la recuperación y sistematización de los conocimientos estudiados. Esta sistematización debe ser activa, a partir de la formulación de ejercicios y problemas, los cuales serán el medio esencial para organizar de forma sistémica los contenidos en torno a las siguientes clases de problemas:

- Problemas de descripción de una masa de datos y de análisis de sus propiedades generales.
- Problemas de estimación y determinación de cantidades (cantidades de magnitud) y de relaciones entre ellas, así como de parámetros e incógnitas en expresiones matemáticas.
- Problemas de representación de situaciones mediante modelos analíticos y gráficos y viceversa, de interpretación de sistemas de la realidad a partir de modelos dados.
- Problemas de demostración o refutación de proposiciones matemáticas.

En estos aspectos esenciales se sustenta la propuesta de tareas que se propone por ser una vía factible para el desarrollo de habilidades generales y particulares de ambas asignaturas aspecto indispensable para el logro de la interdisciplinariedad.

2.2. Análisis de los problemas propuestos para la Unidad 3: Interacciones en la naturaleza y movimiento mecánico.

En estudios y análisis realizados a los programas y libros de textos de Matemática y Física en el 10mo grado así como a los problemas propuestos, se ha podido constatar que existen puntos de contacto para establecer relaciones interdisciplinarias con eficiencia a través del trabajo con magnitudes y unidades específicas, en fórmulas, con números, con ecuaciones, en problemas y en aspectos generales o ramas de de la asignatura específica: trabajo con tablas y gráficos, uso de la geometría y la trigonometría, relaciones matemáticas generales.

Sin embargo existen en muchos casos posibilidades que no se aprovechan en función de un trabajo interdisciplinar más profundo.

Es la actividad metodológica en el Departamento de ciencias Exactas la encargada a través de los distintos momentos, (Reuniones Metodológicas, Preparación Metodológica, Preparación para la asignatura) de conjunto con los profesores de Matemática y Física de realizar un análisis de los programas y de sus posibilidades para integrarse y dar cumplimiento al programa director de la Matemática.

A continuación se hace análisis de algunos problemas que aparecen en el libro de texto.

Problema 4:

Dos jóvenes, A y B, cuyas masas son de 40 kg y 60 kg respectivamente, patinan sobre una superficie de granito. Uno de los jóvenes se separa del otro empujándolo con una fuerza de 12 N ¿Qué aceleración adquiere cada uno de ellos?

Este es un problema cuantitativo y sencillo, tiene como objetivo contribuir a desarrollar habilidades básicas en la solución de problemas de dinámica, puede resultar apropiado para la actividad independiente extraclase previa a las clases de desarrollo de habilidades. Si el alumno realizara una correcta comprensión del

problema, tomando en cuenta la utilidad del método lógico, podría apoyarse en la segunda y tercera ley de Newton para el cálculo de la aceleración y las relaciones de proporcionalidad entre la masa, la fuerza y la aceleración el cálculo porcentual para conjeturar y comparar el posible resultado a obtener. Pudiera percatarse además que en este problema no está indicado que se representen las fuerzas que actúan ni las demás magnitudes físicas que se relacionan para su solución, lo cual puede influir en que confunda ecuaciones por lo que sería muy útil realizar las representaciones anteriormente descritas

En correspondencia con lo anterior, se pudiera complementar el problema en función de objetivo planteado con las siguientes indicaciones:

- a) Represente las fuerzas que actúan en el sistema.
- b) Represente la dirección y sentido de la aceleración en cada joven
- c) Demuestre que $F_1 = F_2$.

Problema 11:

El valor de la velocidad de un vehículo de 520 kg de masa que se mueve por una carretera recta, aumenta su velocidad de 4 m/s a 12 m/s en 4 s.

¿Qué valor posee la fuerza neta que actúa sobre él ?

Este problema es cuantitativo y complejo en el que se utilizan conocimientos de Dinámica y Cinemática. Esto contribuye a mantener activo los conocimientos de Cinemática adquiridos en la unidad anterior y desarrollar las habilidades correspondientes en este sentido. El problema puede resultar útil para la actividad independiente extracurricular posterior a las clases de desarrollo de habilidades. Es conveniente aclarar además que la proyección de la aceleración en x y de la fuerza resultante en x son positivas y reflejan el aumento de velocidad en el transcurso del tiempo.

En correspondencia con lo anterior, se pudiera complementar el problema en función del objetivo planteado con las siguientes indicaciones:

- a). Representa en una gráfica de $V = f(t)$
- b). (t) este movimiento.
- c). Calcule el área total bajo la curva de la gráfica anterior. ¿Qué información desde el punto de vista físico nos brinda?

d). ¿Qué valor posee la fuerza neta que actúa sobre él?

Problema 10:

Un cuerpo de 50 kg. de masa esta sobre una superficie horizontal de coeficiente de rozamiento igual a 0.2 y se le aplica:

- a) Una fuerza de 120 N paralela a la superficie.
- b) Una fuerza de 24 N que forma un ángulo de 30° con la horizontalidad.

En cada caso calcula el valor de la aceleración adquirida y di qué harías para calcular la velocidad alcanzada y la distancia recorrida en un tiempo dado si al inicio la velocidad era cero.

Este es un problema cualitativo y complejo cuyo objetivo fundamental es el de contribuir a desarrollar habilidades en la solución de problemas relacionados con la segunda ley de Newton. Puede ser utilizado en las clases para el desarrollo de habilidades o para la actividad independiente extraclase posterior a éstas.

Resulta aconsejable que el proceso de solución de este tipo de problemas, no se mecanice hasta que los alumnos comprendan el porqué de cada paso, es decir, deben llegar a establecer el algoritmo ellos mismos después de la solución de varios problemas. Esta es la razón por la cual la solución se presenta con bastante detalle.

En resumen, es conveniente que los alumnos dominen la solución por vía algorítmica, pero de forma racional, nunca sobre la base de la memoria mecánica.

El último aspecto del problema puede contribuir o mantener activos los conocimientos de cinemática adquiridos en la unidad anterior.

En correspondencia con lo anterior, se pudiera plantear que es un problema con grandes potencialidades para relacionarlo con los aspectos matemáticos, los mismos están en correspondencia con las indicaciones que ofrezca el profesor a los alumnos a la hora de enfrentar la solución para cumplir con el objetivo.

2.3. Sistema de problemas de Dinámica y las orientaciones metodológicas en la unidad # 3 del 10mo grado en función de las relaciones interdisciplinarias con la Matemática.

El sistema está conformado por problemas cualitativos, cuantitativos y Gráficos los cuales se encuentran interrelacionados entre sí de manera 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 adecuados, lo cual permite el desarrollo de las habilidades teóricas que permiten 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, trigonométricos y gráficos en la solución de los problemas.

El nuevo sistema de problemas propuesto en esta investigación se encuentra en total correspondencia con los objetivos más trascendentales de la disciplina en el grado y el nivel, potenciando las relaciones interdisciplinarias en la medida en que se recuperan los conocimientos y habilidades adquiridos en la asignatura Matemática, fundamentalmente los relacionados con las funciones elementales ya que sin dejar de ser problemas de Física se hace necesario para su solución el dominio de contenidos matemáticos.

Se encuentran estructurados 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.

Para la elaboración de este sistema de problemas, fue necesario tener en cuenta que el desarrollo del concepto función en los alumnos comienza desde la edad preescolar, cuando el niño se relaciona con correspondencias unívocas de distintos tipos y de este modo comprende determinadas partes de la estructura de la familia y el medio, así todo niño tiene una madre y un nombre, a los objetos se le hacen corresponder nombres, a las familias casas, a las casas números etc.

En el nivel primario el alumno aprende que todo número natural tiene exactamente un sucesor, que a cada número fraccionario le corresponde exactamente un punto en el rayo numérico, que a determinadas figuras o cuerpos se le hace corresponder un área y un volumen mediante las fórmulas correspondientes.

En séptimo grado se sistematizan y profundizan estas ideas al aprender que a cada número real le corresponde un único punto en la recta numérica, un único opuesto, un único recíproco si es distinto de cero. En el octavo grado el alumno conoce también relaciones de la Física que representan funciones $S = v \cdot t$ y $m = \rho \cdot V$

Ya en noveno grado se introduce y define el concepto función que es muy importante en toda la Matemática escolar por lo que constituye una línea directriz y a partir de este grado un objeto directo de la enseñanza. En esta unidad los alumnos deben comprender el concepto función y su relación con la dependencia funcional, así como el conocimiento de las diferentes formas de representar una función y sus relaciones mutuas mediante el estudio de las funciones lineales.

En décimo grado se profundiza el concepto función al definir esta **como un conjunto de pares ordenados** y se estudian además las funciones cuadráticas, a la vez que en la asignatura Física, comienza a profundizarse en el tratamiento de la Dinámica a partir de los conocimientos precedentes ya mencionados del octavo grado, lo cual constituye un sustento esencial para el sistema de problemas que se propone.

Contenidos de Aritmética:

- ❖ Operaciones con números enteros.
- ❖ Tanto por ciento.
- ❖ Proporcionalidad: directa e inversa.
- ❖ Trabajo con escala.
- ❖ Área de figuras planas.
- ❖ Ecuaciones sencillas.
- ❖ Conversión de unidades.

Contenidos de Álgebra:

- ❖ Descomposición factorial.
- ❖ Traducción del lenguaje común al algebraico.
- ❖ Funciones elementales.
- ❖ Gráficos de funciones sencillas.
- ❖ Ecuaciones lineales y cuadráticas.
- ❖ Sistemas de ecuaciones.
- ❖ Despeje de elementos de una fórmula.

Contenido de Geometría:

- ❖ Área de figuras planas.

Contenido de rigonometría.

❖ Identidades trigonométricas sencillas.

Contenidos de Física.

- Primera Ley del movimiento mecánico.
- Fuerza. Características de la Fuerza.
- Segunda ley del movimiento mecánico.
- Tercera ley del movimiento.
- Fuerza elástica, Fuerza Normal, Fuerza de rozamiento entre superficies sólidas.
- Leyes de Newton en un movimiento Circunferencial. Fuerza centrípeta.

Orientaciones metodológicas:

El autor considera que son los pasos que desde el punto de vista metodológico condicionan la orientación, ejecución y control del sistema de problemas propuesto. Es flexible pues su dinámica esta en dependencia de la experiencia profesional y compromiso del docente para alcanzar la integración de los contenidos de Dinámica en las asignaturas Física y Matemática.

Las orientaciones metodológicas que lo acompañan se encuentran en función de revelar al profesor la posibilidad de analizar el problema desde múltiples perspectivas a partir de la confrontación de los diferentes métodos empleados para la obtención de la solución acorde a la estrategia propuesta.

La comprensión y resolución de la tarea fundamental de la Dinámica exige la asimilación por parte de los estudiantes de la profundización de algunas características de la fuerza, la fuerza resultante (Principio de superposición), se estudian además la fuerza elástica, la fuerza de rozamiento, la fuerza normal, la fuerza centrípeta y otras, adquiere singular importancia para la resolución de ejercicios la representación en un diagrama de todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo, magnitudes y su escritura en forma escalar y tener claridad de que las funciones se definen de tres formas

- ▶ Fórmulas.
- ▶ Tablas de valores.
- ▶ Gráficas.

Aunque en la asignatura Física no se trabaja directamente con las fórmulas, sino con enunciados literales que se deben traducir al lenguaje algebraico y solo entonces expresarlo en fórmulas.

Las tablas de valores no son de uso común y su utilidad generalmente se reserva como vía para construir las gráficas y se obtienen al evaluar las fórmulas, por tanto el profesor debe abordar la solución de los problemas haciendo énfasis en la utilización de las tres formas antes mencionadas, lo cual permitirá analizar el problema desde múltiples perspectivas.

El estudio de las gráficas se hace importante ya que contiene las dos formas restantes y permite el desarrollo de habilidades para su construcción e interpretación, en la primera, no obstante a la forma en que se presente el problema, el profesor debe hacer énfasis en la comprensión de este, lo que posibilita un análisis correcto de la posible solución y la representación gráfica sería la solución del problema.

El resultado obtenido permite comprobar la solución y confrontarlo con las dos acciones anteriores (esto se fundamenta en la metodología propuesta para la solución de problemas), de esta manera se trata de evitar el operativismo abstracto que tanto atenta contra el proceso de resolución de problemas de Física.

Si el problema tiene como objetivo construir gráficas a partir de las ecuaciones particulares o tabla de valores, o viceversa, ofrece las mayores posibilidades para potenciar las relaciones interdisciplinarias, pues con anterioridad el alumno ha trabajado con esas ecuaciones en la asignatura Matemática y aunque comúnmente no se trabaja con fórmulas ni sus representaciones, se debe aprovechar esta posibilidad.

El profesor de Física generalmente hace lo contrario, por lo que cada cual procede diferente (habla cada uno su propio lenguaje) sin abordar el tratamiento conceptual y sin hacer un trabajo comparativo de las posibles variantes de solución, lo que permitiría enriquecer la interpretación y generalización del problema.

Los problemas propuestos 1,2 y 3 son sencillos y cualitativos, apropiados para orientar el estudio de los alumnos, su objetivo es contribuir a que se apropien de los conceptos de las leyes de Newton, relacionen magnitudes físicas y reconozcan

ecuaciones lineales y cuadráticas aspecto este que se estudia desde los primeros grados, los problemas 4, 5 y 6 son cualitativos y cuantitativos con una solución sencilla que requiere de que el estudiante sepa representar magnitudes vectoriales y operar con ellas geométricamente, reconozca figuras planas y aplique el **Teorema de Pitágoras** con el que se comienza a operar desde el noveno grado por tanto se sugiere que el profesor de física realice un análisis bien detallado de este teorema a partir de ejemplos concretos donde quede claro que se aplica para un triángulo rectángulo que el mismo tiene dos ángulos agudos y uno recto, reconocer cuáles son los catetos y cuál la hipotenusa, trabajar con la tabla de raíces y reconocer cuando está en presencia de un trío pitagórico .

El problema 7 es cuantitativo y sencillo sirve para las clases de desarrollo de habilidades en la aplicación de la segunda ley de Newton vinculada con Cinemática donde debe quedar bien claro la relación de proporcionalidad entre la fuerza, la masa y la aceleración. Si el problema tiene como objetivo interpretar gráficas se debe tener en cuenta que estas permiten definir el comportamiento funcional de las magnitudes analizadas en el intervalo que se quiera (pudiendo expresarse en pares ordenados), identificando tipo de función, valores iniciales y finales, puntos de intercepción, posibles relaciones de proporcionalidad, magnitudes constantes y propiedades características de las funciones representadas (ceros, monotonía, intercepto, pendiente, etc.) El trabajo con los datos que ofrece permite no solo obtener las ecuaciones o fórmulas que definen este comportamiento, sino que además posibilita obtener información del comportamiento de otras magnitudes que no se relacionan en la gráfica directamente (ver problema 7 y 18). Por último, se considera importante el trabajo con la interpretación de varias representaciones en una misma gráfica, lo cual permite mediante la comparación de estas, identificar tipos de función y sus propiedades generales y específicas a la vez.

Generalmente el alumno es capaz de reconocer el tipo de movimiento para aplicar las leyes de Newton es decir si es uniforme, variado o circunferencial de manera que el alumno debe de profundizar en la representación en un sistema de coordenadas de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo y la proyección en el eje X y Y de la componente de la fuerza cuando esta forma un ángulo con la dirección del

movimiento, en este último caso se requiere de una preparación del profesor de cómo hallar los valores de F_x y de F_y pues hasta este momento el alumno no ha trabajado con las razones trigonométricas para un triángulo rectángulo por lo que se sugiere ver en el libro de texto Matemática de décimo grado definición 1 página 145 y ejemplos 1 y 2 página 147 y 152 y dedicar un tiempo en la clase a dejar claro en los estudiantes este contenido para poderlo aplicar en los ejercicios (14 al 18). Estos problema son cuantitativos y complejos apropiado para las clases de desarrollo de habilidades en los cuales hay que aplicar los conocimientos relacionados con las leyes de Newton vinculados con cinemática apoyados en los elementos matemáticos anteriormente descritos.

A continuación se presenta el sistema de problemas:

1- Seleccione la respuesta correcta:

La segunda Ley de Newton o Ley de la fuerza plantea.

___ La aceleración imprimida a un cuerpo es directamente proporcional a la fuerza resultante que actúa sobre él y siempre tiene el mismo sentido y dirección que dicha fuerza.

___ El estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme de un cuerpo se mantiene si sobre él no actúan otros cuerpos o las acciones de estos se compensan.

___ Los cuerpos interactúan unos sobre otros con fuerzas de módulos iguales, con la misma dirección y en sentidos opuestos.

a) Escriba la ecuación matemática para el cálculo de la fuerza.

b) ¿Qué magnitudes físicas se relacionan?

Sugerencia Metodológica: Es un problema cualitativo y sencillo, cuyo objetivo es contribuir a que el alumno se apropie del concepto de la Segunda Ley de Newton, así como de la ecuación matemática y las magnitudes físicas que la relacionan, es apropiado para orientarlo para el trabajo independiente en la casa.

2- A continuación te mostramos diferentes situaciones físicas. Marque con una x en cuál o cuáles de los casos siguientes se aplica la segunda Ley de Newton.

___ Un niño tira de un carrito y este se mueve con velocidad constante.

___ Un hombre tira de una caja atada a una cuerda y su velocidad varía de 2 a 4 m/s.

___ Un niño sostiene un libro en sus manos.

___ Un auto que se mueve a 40km/h aplica los frenos hasta que se detiene.

a) ¿Qué magnitudes físicas se relacionan en la Segunda Ley de Newton?

b) Escriba la ecuación general de la Segunda Ley de Newton de forma escalar. Clasifíquela en lineal o cuadrática.

Sugerencia Metodológica: Es un problema cualitativo y sencillo, cuyo objetivo es el de contribuir a que el alumno se apropie del concepto de la Segunda Ley de Newton así como de la ecuación matemática y las magnitudes físicas que la relacionan además de reconocer si la ecuación es lineal o cuadrática. es apropiado para orientarlo para la casa.

3.- Hemos estudiado una serie de leyes de fuerza algunas muy semejantes en su forma algebraica, cuyas expresiones son:

$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{R^2}$	$F = m \cdot g$	$F = K \frac{q_1 \cdot q_2}{R^2}$
$F = q \cdot E$	$F = q \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha$	$F = \mu \cdot N$
	$F = K \cdot X$	

a) ¿Qué magnitudes físicas se relacionan en cada ecuación.

b) ¿Cumplen todas con la segunda ley de Newton?

c) ¿Diga si las ecuaciones anteriores son lineales o cuadráticas?

Sugerencia Metodológica: Es un problema cualitativo y sencillo, cuyo objetivo es que los alumnos reconozcan la segunda ley de Newton, relacionen magnitudes e identifiquen ecuaciones lineales y cuadráticas, puede resultar apropiado para la actividad independiente extraclasses previa a las clases para el desarrollo de habilidades.

4. Represente a partir de un punto dos fuerzas iguales de 10N que formen un ángulo de 30° . Dibuje su resultante y mida su valor ¿Qué clase de paralelogramo se ha formado? ¿Qué ángulo forma la resultante con cada fuerza?

Sugerencia Metodológica: Es un problema cualitativo y sencillo. Puede resultar apropiado para contribuir al desarrollo de habilidades básicas mediante la actividad independiente extraclasses para discutir en la introducción de la próxima clase.

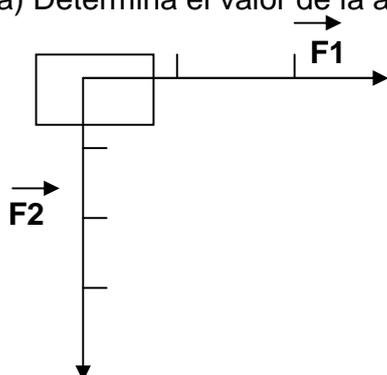
5. Sobre un cuerpo actúan dos fuerzas concurrentes de 9 y 12 N respectivamente que forman un ángulo de 90° .

- Represente a partir de un punto \vec{F}_1 y \vec{F}_2 , si $1\text{ cm} \triangleq 3\text{N}$
- Represente la fuerza resultante.
- ¿Qué clase de paralelogramo se forma?
- La fuerza resultante se puede calcular con el teorema de Pitágoras. Hazlo y compara el resultado con el obtenido gráficamente.

Sugerencia Metodológica: Es un problema sencillo, cualitativo y cuantitativo, cuyo objetivo fundamental es la representación gráfica de la fuerza resultante y aplicar el Teorema de Pitágoras. Puede ser útil para las clases de desarrollo de habilidades.

6. En la figura se representa un cuerpo de 2 kg. de masa sobre el cual actúan las fuerzas \vec{F}_1 y \vec{F}_2 perpendiculares entre sí y cuyos valores son de 3N y 4N respectivamente.

- Determina el valor de la aceleración y represéntela en la escala: $1\text{cm} \triangleq 1\text{m/s}^2$



Sugerencia Metodológica: Es un problema sencillo, cuantitativo, cuyo objetivo es la aplicación de la Segunda ley de Newton para el cálculo de la aceleración, así como su representación gráfica. Puede ser útil para las clases de desarrollo de habilidades.

7- La tabla muestra los valores de fuerza a los que ha sido sometido un cuerpo de masa 10 kg.

- Complete los espacios en blanco aplicando la segunda Ley de Newton.
- Construya una gráfica de $F = f(a)$.
- ¿Que Información te brinda desde el punto de vista físico?

F (N)	10	20		40
m (kg)	10		10	10
a (m/s ²)		2	3	

Sugerencia Metodológica: Es un problema cuantitativo y sencillo para aplicar la Segunda ley de Newton, se sugiere para las clases de desarrollo de habilidades.

8. Un niño tira de una caja de masa 10 kg con una fuerza paralela a la superficie que le provoca una aceleración de 2 m/s^2 . Si la fuerza de rozamiento del cuerpo y la superficie es de 10 N.

- Represente las fuerzas en un diagrama.
- Calcule el valor de la fuerza aplicada.
- La ecuación obtenida es lineal o cuadrática.

Sugerencia Metodológica: Es un problema cuantitativo y sencillo para aplicar la Segunda ley de Newton cuando actúa la Fuerza de rozamiento, es apropiado para las clases de desarrollo de habilidades.

9. Sobre una mesa horizontal se coloca un ladrillo de 0.5 kg de masa. Si para que el ladrillo se mueva con movimiento rectilíneo uniforme es necesario aplicarle una fuerza de 0,98 N. ¿Cuál será el coeficiente de rozamiento dinámico entre la superficie de la mesa y el ladrillo en contacto con ella?

Sugerencia Metodológica: Es un problema cuantitativo y complejo, apropiado para las clases de desarrollo de habilidades. Resulta importante que los alumnos dominen el método de solución empleado, la vía propuesta para su solución contribuye al desarrollo del pensamiento lógico y evitar un estereotipo de la solución del problema.

10. Un cuerpo que tiene una masa de 20 g se coloca en un plano horizontal rígido y liso. Si se aplica una fuerza de $4 \cdot 10^{-3}$ paralela al plano.

- a) ¿Qué aceleración adquiere el cuerpo?
- b) ¿Qué valor tiene la fuerza que ejerce el cuerpo sobre la mesa?

Sugerencia Metodológica: Es un problema cuantitativo y sencillo cuya solución debe realizarse de forma detallada, puede figurar dentro de los primeros que se resuelvan durante las clases de desarrollo de habilidades.

11. Desde un helicóptero momentáneamente detenido a gran altura se lanza un bulto en un paracaídas. En cierto instante posterior a la caída el valor de la fuerza de frenado que ejerce el paracaídas al bulto es de 60 N. Halle en ese instante el valor de la aceleración del bulto sabiendo que su masa es de 4 kg.

Nota: desprecie en el problema la masa del paracaídas y sus accesorios con respecto a la masa del bulto.

Sugerencia Metodológica: Es un problema cuantitativo y complejo, cuyo objetivo es la aplicación de la Segunda Ley de Newton donde se mueve el cuerpo en el eje Y. Puede ser apropiado para las clases de desarrollo de habilidades.

12. Un pequeño carro de masa m se desplaza sobre una superficie horizontal al tirar del mismo mediante una fuerza paralela a la superficie. Bajo estas condiciones el valor de la aceleración es de 10 m/s^2 . Posteriormente se coloca sobre él un bloque de masa 30 kg y se observa que la acción de la misma fuerza adquiere una aceleración de 2 m/s^2 .

Nota: desprecie la fricción entre la superficie y el carro.

- a) Halle la masa del carro vacío.
- b) ¿Cuál es el valor de la fuerza con que se tira del carro?

Sugerencia Metodológica: Es un problema cuantitativo y complejo. Apropiado para el trabajo con los alumnos más aventajados, en el los estudiante además de aplicar la Segunda ley de Newton y los procedimientos matemáticos comunes deben agrupar términos semejantes y aplicar la propiedad distributiva.

13. ¿Cuál es la máxima velocidad que puede desarrollar un automóvil en una curva plana de 1 km de radio, si el coeficiente de rozamiento entre las gomas y el pavimento es igual a 0.2?

Sugerencia Metodológica: Es un problema cuantitativo y complejo en el que se aplica la Segunda ley de Newton en combinación con los conocimientos de la Cinemática de la rotación. Puede ser apropiado para discutir en las clases para el desarrollo de habilidades.

14. Sobre una superficie horizontal lisa se encuentra un bloque de masa 5 kg. Si el bloque está en reposo y se le aplica una fuerza de 30 N que forma un ángulo de 45° .

- a) Haz el diagrama de fuerza.
- b) Calcula la aceleración.
- c) Calcula el desplazamiento al cabo de 20 s.

Sugerencia Metodológica: Es un problema cuantitativo y sencillo, donde el estudiante aplica la segunda ley de Newton con la fuerza aplicada formando un ángulo con la dirección del movimiento la cual se debe descomponer en el eje X y Y. Resulta apropiado para la clase de desarrollo de habilidades.

15. Sobre un bloque de masa 3 kg actúa una fuerza de 40 N que forma cierto ángulo con la dirección del movimiento. La fuerza de rozamiento entre el bloque y la superficie es de 12 N.

- a) Si el valor de la componente de la fuerza en y es de 20 N. Calcule el valor de la componente de la fuerza en x.
- b) Calcule el valor del ángulo que formó la fuerza con la dirección del movimiento.
- c) Haz el diagrama de fuerzas.
- d) Calcule la aceleración con que se movió el bloque.

Sugerencia metodológica: Es un problema cuantitativo y sencillo, apropiado para las primeras clases de desarrollo de habilidades en la aplicación de la Segunda ley de Newton cuando la fuerza forma un ángulo con la dirección del movimiento. Resulta importante que se discuta con los alumnos los incisos a y b para que quede claro las razones trigonométricas en un triángulo rectángulo.

16. Bajo la dirección de la fuerza igual a 10N que forma un ángulo de 60° con la dirección del movimiento. Un cuerpo de masa igual a 2.8 kg. Se desplaza con

movimiento rectilíneo uniforme a lo largo de una pista horizontal colocada sobre la superficie de la tierra.

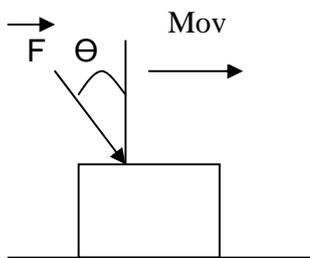
- Calcule el coeficiente de rozamiento entre el cuerpo y la pista.
- El sistema se traslada a otra región del espacio donde la aceleración de la gravedad es menor que en la tierra, manteniéndose invariables las restantes condiciones.

¿Continuará moviéndose el cuerpo con velocidad constante? Explica tu respuesta.

Sugerencia metodológica: Es un problema cuantitativo y complejo, puede ser utilizado en las clases de desarrollo de habilidades o para la actividad de consolidación de las habilidades de forma independiente extraclase posterior a estas.

17. Un bloque de 2.5 kg está sometido a una fuerza de 20 N que actúa formando un ángulo de 15° como se indica en la figura. En estas condiciones el bloque se desplaza con respecto a la superficie con velocidad constante.

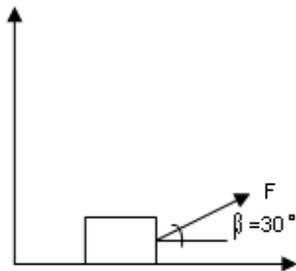
- Calcule el valor del coeficiente de fricción dinámico entre el bloque y la superficie.
- Luego moviéndose el cuerpo con la misma velocidad, se invierte el sentido de la fuerza manteniéndose su valor y dirección. Calcule la aceleración del bloque.



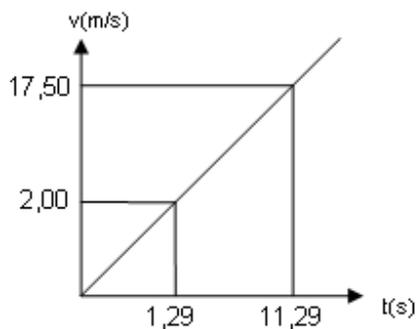
Datos: $\text{Sen } 15^\circ = 0.26$
 $\text{Cos } 15^\circ = 0.97$
 $\text{Tan } 15^\circ = 0.27$

Sugerencia metodológica: Es un problema cuantitativo y complejo, puede ser utilizado como tarea extraclase para aquellos estudiantes más aventajados o los que se preparan para concursos de conocimientos.

18.- Sobre una superficie horizontal rugosa, se encuentra en reposo un bloque con una masa igual a 10kg, si sobre este comienza a actuar una fuerza F que forma un ángulo con la horizontal, según muestra la figura.



Y el coeficiente fricción cinética entre el bloque y la superficie es de 0.250. Calcula, teniendo en cuenta el gráfico de la velocidad en función del tiempo que se muestra en la figura.



- El valor de la aceleración del bloque.
- El valor de la fuerza reacción normal de la superficie horizontal sobre el bloque.
- El valor que debía tener la masa del bloque para que se moviese con MRU.
- El valor de la fuerza resultante que ejerce el bloque sobre la superficie horizontal.

Nota: $\text{Coseno } \beta = 3/5 = 0.600$. $\text{Seno } \beta = 4/5 = 0.800$. $g = 9.8 \text{ m/s}^2$.

Sugerencia metodológica: Es un problema cuantitativo y gráfico, puede ser utilizado en las clases de desarrollo de habilidades o para la actividad de consolidación de las habilidades de forma independiente extraclasses posterior a estas y para los alumnos más aventajados o de concursos.

2.4. Valoración de la propuesta aplicada.

Para ofrecer una valoración del sistema de problemas, se escogió intencionalmente el centro IPUEC Celia Sánchez Manduley del municipio de Banes,

por presentar insuficiencias en el aprendizaje en las asignaturas Física y Matemática y especialmente, el décimo grado.

De los grupos de décimo grado se escogió el 10^{mo} 5 porque presentaba insuficiencias en el aprendizaje de los contenidos de ambas asignaturas. El cual tiene una matrícula de 30 estudiantes, de ellos 19 son hembras y 11 varones y provienen de la ESBE: “Lidio Rivaflecha Galán” del propio municipio.

Se aplicó una prueba de entrada, (anexo 4) y una prueba de salida, (anexo 7) que recogen los resultados obtenidos. Si se realiza una comparación entre ambos instrumentos se pueden apreciar los siguientes resultados que muestran la efectividad de la propuesta aplicada.

Muestra	MUY BIEN			BIEN			REGULAR			MAL		
	PE	PS	D	PE	PS	D	PE	PS	D	PE	PS	D
Estudiantes	2	8	+6	6	18	+12	8	4	-4	14	-	-14

Desde el inicio de la investigación se estableció una estrecha comunicación con profesores que por su grado de acercamiento y experiencia acumulada, aportaron elementos importantes para conocer los problemas y necesidades en relación con el tema que se trata.

Ya elaborada la propuesta se procedió a la selección de los especialistas que pudieran ofrecer criterios valorativos en cuanto a la aplicabilidad del sistema de problemas, con el objetivo de obtener criterios valorativos acerca de su validez en función del objetivo de la investigación.

Una vez seleccionados los especialistas fueron encuestados mediante una guía, (anexo 5).

Se recogieron los criterios de 4 especialistas cuyos datos se contemplan en el (anexo 6), obteniéndose los siguientes resultados:

Los especialistas consideran que la propuesta puede contribuir a potenciar las relaciones interdisciplinarias entre las asignaturas Física y Matemática en décimo grado, ya que no sólo se establecen los nexos entre los sistemas de conocimientos

de ambas disciplinas, sino además en lo relacionado con el desarrollo de habilidades y formas del pensar en correspondencia con los objetivos del grado y del nivel, sobre todo porque los elementos del sistema de conocimientos que fueron escogidos son de gran importancia para ambas disciplinas constituyendo además una línea directriz de la Matemática escolar.

Durante los criterios emitidos se puso de manifiesto además que los profesores consideran adecuada la vía utilizada para potenciar las relaciones interdisciplinarias debido a la gran importancia que tiene dentro del proceso de enseñanza aprendizaje de la Física y la Matemática la resolución de problemas y al carácter de sistema que debe cumplir todo tipo de actividad que se realice en función de la interdisciplinariedad, ya que esta no puede ser fruto de la espontaneidad del docente, aunque lo haga de forma consciente. Además existe correspondencia entre los objetivos y contenidos.

En cuanto a la necesidad de concebir el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física con un adecuado enfoque interdisciplinario en el área del conocimiento, todos los criterios fueron favorables.

El 100 % de los profesores coinciden en que la propuesta puede ser perfectamente aplicable siguiendo las orientaciones metodológicas que se sugieren.

A continuación se presentan algunos de los criterios recogidos, que por su contenido hacen un importante aporte a la valoración de la propuesta:

1. Tiene un elevado nivel de aplicabilidad, puesto que propone a los docentes una vía fundamental para potenciar las relaciones interdisciplinarias.
2. Es factible su aplicación en la práctica escolar, pues le brinda al docente de forma clara y asequible como debe proceder.
3. El 30 % de los profesores de física encuestados poseen poco dominio de los contenidos matemáticos que se aplican así como del vocabulario técnico de la asignatura.
4. Es objetivamente necesaria la introducción de este enfoque para la óptima dirección del proceso de enseñanza aprendizaje en las condiciones actuales.
5. Indudablemente posee actualidad por estar estrechamente vinculado con la realidad y necesidad de la escuela en estos momentos.

6. Se aprecia un alto nivel científico ya que se estructura de acuerdo con los criterios actuales de la didáctica de la Física.
7. Ayuda tanto al profesor de Física como al de Matemática.
8. La propuesta favorece el logro de los objetivos propuestos tanto en el plano instructivo como educativo.
9. Es perfectamente aplicable a otros grados considerando siempre las características de los textos y el nivel alcanzado por los estudiantes.
10. Es indiscutible el nivel científico y de actualidad del trabajo ya que su fundamentación está basada en criterios actuales y la necesidad que existe de que los estudiantes adquieran los conocimientos de forma integrada para favorecer el desarrollo del aprendizaje y el pleno dominio del contenido del área de Ciencias Exactas, partiendo del contenido y las habilidades del Programa Director de la Matemática.

Conclusiones

Como resultado de esta investigación se arriba a las siguientes conclusiones:

1. En los programas de las asignaturas Física y Matemática de décimo grado, existen valiosas potencialidades para las relaciones interdisciplinarias entre estas.
2. La resolución de problemas de Física constituye una vía fundamental para potenciar las relaciones interdisciplinarias con la asignatura Matemática ya que permite alcanzar un pleno dominio del aparato conceptual de la Física y de los recursos matemáticos necesarios para la aplicación de estos conocimientos.
3. Se confeccionó un sistema de problemas con sus orientaciones metodológicas que se sustenta en la interdisciplinariedad entre las asignatura Física y Matemática, se encuentran estructurados a partir de una secuencia progresiva del nivel de complejidad e inciden en la sistematización y profundización de los componentes de las teorías físicas y las habilidades matemáticas.
4. La aplicación del sistema de problemas de Dinámica, siguiendo las orientaciones metodológicas propuestas, contribuye a potenciar las relaciones interdisciplinarias con la asignatura Matemática en décimo grado.

Recomendaciones

1. Sugerir al Consejo Técnico de la enseñanza preuniversitaria, aplicar la propuesta de sistema de problemas en el tratamiento de la Dinámica en décimo grado de manera que permita comprobar su eficacia en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física.
2. Poner a disposición de los profesores de Física del municipio Banes el informe final de esta investigación para que le sirva como material de consulta.

Bibliografía

1. Aballe Pérez, Víctor. _ _ La interdisciplinariedad algunas reflexiones epistemológicas. _ _ ISPEJV, 2001.
2. Acercamiento a la interdisciplinariedad en la enseñanza aprendizaje de las ciencias. / Marta Álvarez Pérez _ _ _ [et al] _ _ _ La Habana: Ed. Pueblo y Educación 2002.
3. Alonso Onega Hilda.- Apuntes sobre las investigaciones interdisciplinarias. En Revista Cubana de Educación Superior. Vol 14, no. 2 1994 pág. 130.
4. Álvarez de Zayas, Carlos. La escuela en la vida, 1999. Ed. Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana, Cuba.
5. Álvarez D. Integración de áreas e interdisciplina, en Revista Referencias Pedagógicas .Ed S.A. Ediciones Juntos. Buenos Aires, 1993.
6. Ander – E G G – E. Ander – EGG Ezequiel. Interdisciplinariedad en educación. Magisterio del Río de la Plata. Buenos Aires, 1993.
7. Álvarez Marta.- Potenciar las relaciones interdisciplinarias en los ISP. Ponencia presentada en Pedagogía 99.
8. Álvarez, Silvia. Integración de áreas e interdisciplina. _ _ Buenos Aires: Ed. S.A. Ediciones 1993.
9. Álvarez Marta. La resolución de problemas en el área de ciencias. En Una aproximación desde la enseñanza aprendizaje de las ciencias. Ed. Pueblo y Educación, La Habana, 2004.
10. Amador Martínez, Amelia y otros. El adolescente cubano una aproximación al estudio de su personalidad, 1995. Edit. Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana, Cuba.
11. Ander _ E66, Ezequiel - - Interdisciplinariedad en Educación. _ _ Buenos Aires: Magisterio del Río de la Plata. 1993.
12. Avendaño Olivera Rita, Labarrere Sarduy, Alberto. Sabes enseñar a clasificar y comparar. Edit. P. Y Educación 1989 Pág. 9-16
13. Ballester Pedroso Sergio y otros. Metodología de la enseñanza de la Matemática, tomo 1, 1999. Edit. Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana, Cuba.

14. Blanco Guillermo.- Universidad e Integración del saber, en Revista Docencia.Vol.6 no.6. Dic. 31 de 1977. Publicado por la universidad Autónoma de Guadalajara pág. 13.
15. Bransford, J.D. and Stein, B. S. The ideal problem solver. A guide for improving thinking, learning and creativity. New York W. H. Freeman and Company. 1986.
16. Bruno Wilms.- Didáctica de la actividad científica en el marco de una disciplina e interdiscipliniedad en las condiciones de unidad de la enseñanza y la investigación en los CES en Revista La Educación Superior Contemporánea 2.
17. Cabrera Alcántara y Adorna Carmenate.- Alternativa para la aplicación de las relaciones interdisciplinarias en Química y Geografía. Trabajo de Diploma ISPEJV, 1998.
18. Campistrus Pérez, Luis. Matemática Décimo grado, 1990. Edit. Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana, Cuba.
19. Campistrus y Celia Rizo. Aprender a resolver problemas aritméticos. Ed. Pueblo y Educación, La Habana.1996.
20. Castro Ruz Fidel. Discurso pronunciado en la graduación del Destacamento Pedagógico Universitario Manuel Ascunce Doménech. Julio, 1981.
21. CENAMEC. Boletín multidisciplinario 6. Caracas, Venezuela. 1992
22. Colectivo de autores. Orientaciones Metodológicas Matemática Décimo grado, 1977. Edit. Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana, Cuba.
23. Colectivo de autores. Orientaciones Metodológicas Matemática Noveno grado, 1977. Edit. Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana, Cuba.
24. Colectivo de autores. Orientaciones Metodológicas Matemática Octavo grado, 1977. Edit. Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana, Cuba.
25. Colectivo de autores: Solucionario de Física 10 grado, Ed. Pueblo y Educación. 1998.
26. Fernández Pérez, M. Las tareas de la profesión de enseñar. Siglo veintiuno de España. Editores SA 1994, Pág.167.
27. Fiallo J.: Las relaciones intermaterias y su relación con la educación en valores. Revista Desafío Escolar Año 2, Vol 9. Oct-Dic 99. México.

28. Fiallo J.: Las relaciones intermaterias: una vía para incrementar la calidad de la educación. Edit. Pueblo y Educación. Cuba.1996.
29. Fiallo J: La interdisciplinariedad para la calidad del currículo. – p. 32- 33.- En Desafío Escolar. – Año 1 N0 2. —México, mayo- junio. 1992.
30. Ferreira, M. A. “Ciencias e interdisciplinariedades”, en practicas interdisciplinarias no escolares, pp. 19-22. Editorial Cortez, Sao Paulo.
31. Galperin.P. Y “Sobre el método de formación por etapas de las acciones intelectuales. En antología de la psicología pedagógica y de las edades”Ed Pueblo y Educación. La Habana. 1986.
32. García Batista, Gilberto. Curso de Metodología de La Investigación Educativa impartido en la maestría de Metodología de la Enseñanza del Español. ISPJV, edición 1998.
33. Gil Pérez, Daniel. Enseñanza de las ciencias y las Matemáticas: Tendencias e innovaciones. Madrid, Ed. Popular. 1993.
34. Gil. D. y P. Valdés: “Tendencias actuales en la enseñanza- aprendizaje de la Física”, en Temas escogidos de la didáctica de la Física, pp. 1- 20. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1996.
35. González Soca Ana María y Carmen Reinoso Capiro.2002. Nociones de Sociología, Psicología y Pedagogía. Edit. Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana, Cuba.
36. Hainaut, Luis. La interdisciplinariedad en la enseñanza general. UNESCO, Paris, 1996.
37. Jungk, W. Conferencias sobre Metodología de la Enseñanza de la Matemática, tomos1 y 2. Edit. Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana. Cuba.
38. Kilpatric J. Resolución de Problemas. En Revista Educación Matemática (primera edición de enero 1995). (pp 55- 57) Ed Iberoamericana. México.
39. Klinberg, Lothear. Introducción a la Didáctica General, 1972. Edit. Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana. Cuba.
40. Labarrere Reyes, Guillermina, 1999. Pedagogía. Edit. Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana. Cuba.

41. Lamas J, Rabassa L y Colectivo.- Un procedimiento para la articulación entre asignaturas. En Revista Cubana de Educación Superior vol 4 no.4 1984 pág. 72-96.
42. Lück Heloisa: Pedagogía interdisciplinar. Fundamentos teóricos metodológicos. 2da Edición. Editorial Voces, Petrópolis, 1994.
43. Mañalich Suárez Rosario.- Interdisciplinariedad y didáctica. En Revista Educación no. 94 Mayo- Agosto 1998 pág. 5 - 8. (54) 1986.
44. Martí José,: Obras Completas, tomo 8, pg. 285
45. Martí José.: Obras Completas, tomo 8, pg. 281
46. Martínez Leyva Carlos.- La noción de Interdisciplinariedad en el programa de formación docente del CISE en Revista Perfiles Educativos. Enero- Junio 1989, no. 43-44.
47. Maura González, Viviana y otros. 1995. Psicología para Educadores. Edit. Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana. Cuba.
48. Mayer. F. Describing and improving learning. In R. R Schemeck. Ed. Style and strategies of learnig. New York:Plenum. 1983.
49. MINED: Matemática. Proyecto. Concepción General de la asignatura en subsistema de la educación general politécnica y laboral. Folleto. 1987
50. MINED. Programa de Física de décimo grado, 2004. Ciudad de La Habana. Cuba.
51. Modelo de Preuniversitario. Documento del ICCP. Proyecto Escuela. Impresión Ligera, 1998, Cuba.
52. Morin, Edgar: Introducción al pensamiento complejo. Ed. Gedisa. Barcelona. 1994.
53. Muñoz Baños, Félix y otros, 1990. Matemática octavo grado. Edit. Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana. Cuba.
54. Núñez Jover, Jorge. Epistemología, interdisciplinariedad y medicina. Soporte magnético, 1999.
55. Núñez Jover, Jorge: Interpretación teórica de la ciencia. Ed. Ciencias Sociales, La Habana, 1989.
56. Núñez Jover, Jorge... La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar. Soporte Electrónico, La Habana. 1998.

- a.Orejov, O Y, A Usanova: Metodología de la enseñanza de la Física para 7 y 8 grado. Editorial: Pueblo y educación. La Habana.
57. Panza Margarita.- Notas sobre planes de estudio y relaciones disciplinarias en el currículo, En Revista Perfiles Educativos no. 36.
58. Perera Fernando.- Diseño curricular de la Física estableciendo relaciones interdisciplinarias con la Biología. Informe de Investigación ISPEJV, 1998.
59. Perera Fernando. La formación interdisciplinar de los profesores de Ciencia: "Un ejemplo en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la Física, Tesis de doctorado. La Habana, 2000.
60. Pérez Pantaleón Guillermo.- ¿Cómo lograr la articulación entre asignaturas diferentes ?. Ponencia III Taller Internacional sobre la enseñanza. CEPES, 1996.
61. Petrovski, A. V.: Psicología General. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de la Habana. 1978.
62. Piaget Jean. A dónde va la Educación. Pág. 104 (Barcelona Editorial Taide, S.A. (1974).
63. Polya, G: ¿Cómo plantear y resolver problemas?, Ed. Trillas, México, 1975.
64. Razumoluski, V. B. Desarrollo de las capacidades creadoras de los estudiantes en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física. Editorial Pueblo y Educación, 1987.
65. Rodríguez Palacios Alvarina.- Consideraciones teóricas metodológicas sobre el principio de la relación intermateria a través de nexos conceptuales. En Revista Cubana de Educación Superior. Vol V no.1, 1985 pp.95-107.
66. Rodríguez Neira, Teofilo: Interdisciplinariedad: Aspectos Básicos. Aula Abierta, pp. 3- 21. N0. 59. Junio, Madrid, 1997.
67. Rizo Cabrera, Celia y Luis Campistrus. Didáctica y Solución de Problemas. Congreso Internacional de Didáctica de Las Ciencias, 2002. Piaget Jean. A dónde va la Educación. Pág. 104 (Barcelona Editorial Taide, S.A. (1974).
68. Rubinstein. S. L. Psicología del pensamiento. Editorial Universitaria. Las Habana, 1966.
69. Rudolf Fritz, Oberleher, 1980. Orientaciones Metodológicas octavo grado. Edit. Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana. Cuba.

70. Salazar Fernández, D. La interdisciplinariedad, resultado del desarrollo histórico de la ciencia. - - La Habana: ISP Enrique José Varona, 1998.
71. Schuenfeld, H. Alan. "Ideas y tendencias en la resolución de problemas" En separata del libro La enseñanza de la Matemática a debate" Ministerio de Educación y Ciencias. Madrid. España., 1985.
72. Torres Lima, Pastor, 1992. Orientaciones metodológicas noveno grado. Edit. Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana. Cuba.
73. Torres Santomé, Jura: Globalización e interdisciplinariedad: el currículo integrado. Edición Morata, Madrid, 1994.
74. Usanov, Veniamin: Metodología de la enseñanza de la Física. Conferencias.- La Habana. Ed. Pueblo y Educación, --pp 113- 121, 1982.
75. Valdés P, Y R. Valdés. Características del proceso de enseñanza aprendizaje de la Física en las condiciones contemporáneas, en Revista Enseñanza de la Ciencias, N0 31, pp 521- 531.1999.
76. Vaideanu, Jorge." La interdisciplinariedad en la enseñanza: ensayo y síntesis". Perspectivas. UNESCO. Vol XVII, N0 4 (64) pp531- 534. 1987.
77. Valdés. C. P.: Activación del proceso cognitivo de los escolares durante el estudio de la Física. Editorial Ciencias Pedagógicas. La Habana, 1983.
78. Varcacel Izquierdo, Norberto: "Estrategia interdisciplinaria de superación para profesores de ciencias en la enseñanza media". Tesis doctoral ISPEJV, La Habana, 1998.

ANEXO 1. Encuesta a profesores

La presente encuesta forma parte de una investigación acerca de las relaciones interdisciplinarias entre las asignaturas Física y Matemática de décimo grado, por este motivo solicitamos su cooperación con la mayor seriedad.

1. ¿Considera usted que en los objetivos y contenidos de la asignatura Física de décimo grado, existan posibilidades de potenciar las relaciones interdisciplinarias con la asignatura Matemática?

2. ___ Sí ___ no ___ no se.

a) Cite ejemplos.

3. ¿Posee usted conocimiento de elementos teóricos que le permitan potenciar estas relaciones interdisciplinarias?

___ Sí ___ no ___ no se.

4. ¿Realiza usted conscientemente en sus clases, actividades que posibiliten potenciar las relaciones interdisciplinarias con la asignatura Matemática?

___ Sí ___ no.

5. ¿Con qué frecuencia lo hace?

___ Algunas veces. ___ Pocas veces.

___ Casi siempre. ___ Nunca.

6. ¿Cuándo lo hace, qué vías utiliza?

7. ¿Considera usted que es importante realizar este tipo de actividad?

___ Sí ___ no ___ no se.

a) ¿Por qué?

8. ¿Qué funciones elementales conoce el estudiante de décimo grado?

9. ¿Considera usted que algunas de estas sean condiciones previas para el estudio de la Dinámica?

___ Sí___ No ___ no sé.

a) En caso de responder si diga cuáles.

10. ¿Considera usted que los problemas propuestos en el texto para la unidad Dinámica, contribuyen a potenciar las relaciones interdisciplinarias con la asignatura Matemática?

ANEXO 2. Encuesta a alumnos

La presente encuesta forma parte de una investigación acerca de las relaciones interdisciplinarias entre las asignaturas Física y Matemática de décimo grado, por este motivo solicitamos su cooperación con la mayor seriedad.

1. ¿Considera que existe relación entre algunos contenidos de las asignaturas Física y Matemática de décimo grado?

___ Sí ___ no.

a) ¿Cuáles?

2. ¿La resolución de algunos problemas de Física le ha permitido aplicar conocimientos adquiridos en el estudio de las funciones elementales?

___ Sí ___ no

a) Cuáles.

3. ¿Existe algún otro conocimiento adquirido en las clases de Matemática que haya podido aplicar en las clases de Física?

___ Sí ___ no

b) ¿Cuáles?

ANEXO 3. Guía de observación a clases

Objetivo: Constatar como mediante las clases de Física de décimo grado se potencian las relaciones interdisciplinarias con la asignatura Matemática.

Tiempo de observación:

Tema o asunto a tratar:

Aspectos a observar:

1. En la clase observada el profesor potencia las relaciones interdisciplinarias con la asignatura Matemática:

Sí ___ no ___ en ocasiones ____

2. En caso de potenciar las relaciones interdisciplinarias:

¿Qué vías utiliza?

¿En qué momento lo hace?

3. En las tareas concebidas para el estudio independiente se tienen en cuenta las relaciones interdisciplinarias.

ANEXO 4. Prueba de entrada

1.- Sobre un bloque de masa 10 kg que inicialmente se encuentra en reposo sobre una superficie horizontal dura, se aplica una fuerza de 40 N cuya dirección es paralela a la superficie. El coeficiente de rozamiento cinético entre el bloque y la superficie tiene un valor de 0.2. Determina:

- El valor de la aceleración que adquiere el bloque.
- La velocidad y el desplazamiento del bloque cuando han transcurrido 5s.
- Represente este movimiento en una gráfica de $V = F(t)$

Resultados:

Muestra	MUY BIEN		BIEN		REGULAR		MAL	
	Cant	%	Cant	%	Cant	%	Cant	%
Estudiantes	2	6.6	6	20.0	8	26.7	14	46.7

ANEXO 5. Encuesta a profesores para validar el sistema de problemas propuestos.

Compañero profesor, usted ha sido seleccionado como especialista para evaluar la propuesta de un sistema de problemas de Dinámica para 10 grado, que ha sido elaborado con el objetivo de contribuir a potenciar las relaciones interdisciplinarias con la asignatura Matemática, por lo que le agradecemos que emita sus criterios con sinceridad, pues sus opiniones resultan de gran valor para el perfeccionamiento del mismo antes de su puesta en práctica. En este sentido nos interesa conocer su opinión referida a los siguientes aspectos:

1. Favorece el logro del objetivo propuesto.
 2. Correspondencia con los objetivos del grado y el nivel.
 3. Necesidad de introducir el enfoque interdisciplinario en el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Física en el área del conocimiento.
 4. Nivel de aplicabilidad de la propuesta.
- Otro que usted considere necesario abordar.

ANEXO 6. Datos de los especialistas

Datos generales del especialista.

Nombre y apellidos: _____

Graduado de: _____

Años de experiencia profesional: _____

Años de experiencia impartiendo la asignatura en el nivel _____

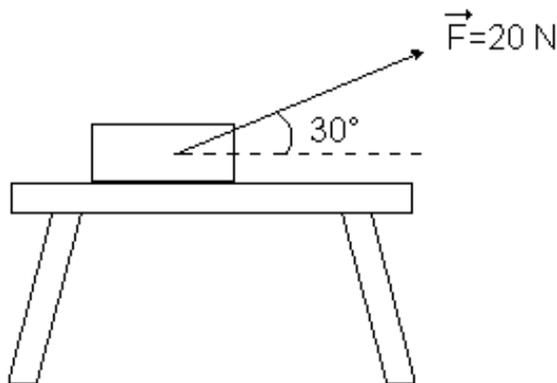
Otros _____

Agradecemos su colaboración.

ANEXO 7. Prueba de salida.

1- Sobre una superficie horizontal y lisa se encuentra un bloque de masa 5 Kg. Si el bloque está en reposo, se le aplica una fuerza de 20 N, como se indica en la figura. Responda.

- Represente en un diagrama las fuerzas que actúan sobre el bloque.
- Calcule la aceleración que provoca dicha fuerza.
- Calcule la velocidad que adquiere el bloque al cabo de 5 s.
- Represente este movimiento en una grafica de $V=f(t)$.



Resultados:

Muestra	MUY BIEN		BIEN		REGULAR		MAL	
	Cant	%	Cant	%	Cant	%	Cant	%
Estudiantes	8	26,6	18	60.0	4	13.3	-	-