

CENTRO UNIVERSITARIO

José Martí Pérez

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

*Título: Sistema de Problemas de Cinemática para
potenciar las relaciones interdisciplinarias con la
asignatura Matemática en décimo grado.*

Autora: Lic Yini Santiesteban Ruíz.

Tutor: Dr. Gustavo Achiong Caballero.

Sancti Spíritus

2005

| INDICE | |
|---|----|
| Introducción. | 1 |
| Capítulo 1: La interdisciplinariedad, su aplicación al proceso de enseñanza-aprendizaje mediante la resolución de Problemas de Física. | 11 |
| 1.1 Caracterización de la interdisciplinariedad y su aplicación al proceso de enseñanza-aprendizaje. | 11 |
| 1.2 Caracterización de las tendencias actuales de la didáctica de resolución de problemas de Física. | 22 |
| 1.3 Caracterización del estado Actual del Problema | 32 |
| 1.4 Caracterización del estudiante del Nivel Medio Superior | 34 |
| Capítulo 2. Cómo potenciar las relaciones interdisciplinarias con la asignatura Matemática en décimo grado mediante un sistema de problemas de Cinemática | 41 |
| 2.1 Análisis de los programas de Física y Matemática de décimo grado | 41 |
| 2.2 Análisis de los problemas propuestos para la Unidad N 2: Descripción del Movimiento Mecánico en el Libro de Texto de décimo grado | 44 |
| 2.3 Orientaciones Metodológicas para aplicar un sistema de problemas de cinemática que permite potenciar las relaciones interdisciplinarias con la asignatura matemática en décimo grado. | 47 |
| 2.4 Sistema de Problemas de Cinemática para potenciar las relaciones interdisciplinarias con la asignatura matemática en décimo grado. | 50 |
| 2.5 Criterios valorativos acerca de la validez de la propuesta. | 56 |
| Conclusiones | 59 |
| Recomendaciones | 60 |
| Bibliografía | 61 |
| Anexos | |

Resumen.

Esta investigación se realiza sobre la base del perfeccionamiento del proceso de enseñanza aprendizaje que se lleva a cabo en nuestro país a partir de las transformaciones actuales en el sistema educacional cubano, las cuales buscan entre otros factores el acceso al conocimiento mediante múltiples fuentes y formas del material educativo con enfoque interdisciplinario, favoreciendo así la capacidad de aprendizaje autónomo por parte de los sujetos 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.

En 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 los preuniversitarios del municipio Sancti Spíritus, caracterizar el estado actual y establecer los principales fundamentos teóricos a considerar en su solución.

La propuesta se sustenta psicológicamente en los fundamentos de la escuela del enfoque Histórico Cultural de Vygostky. Los criterios valorativos obtenidos mediante la consulta a especialistas acerca de la pertinencia y posibilidades de aplicación en las condiciones concretas fueron favorables.

Introducción

El perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje constituye uno de los problemas más universales que se enfrenta actualmente en el campo de la educación. La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y la Organización de Estados Iberoamericanos (E.I), entre otras organizaciones internacionales, se encuentran enfrascados en diversos programas para mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje. Estas organizaciones se pronuncian por cambios en los sistemas educativos que propicien que la educación pueda facilitar el acceso al conocimiento mediante múltiples fuentes y formas del material educativo con enfoque interdisciplinario y favorecer así la capacidad de aprendizaje autónomo por parte de los sujetos, 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 Miguel Fernández (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 viene.
2. Que los individuos adquieran los hábitos de análisis y síntesis que les permitan orientarse en la realidad en que viven.

Luego, 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.

Al asumir estos criterios se hace evidente que, las condiciones actuales en que se encuentra el Sistema Educativo Cubano, inmerso en

profundas transformaciones, impulsan al análisis de la problemática acerca de la educación de los alumnos y las distintas vías que contribuyen a su perfeccionamiento, todos los que disfrutan el placer de influir en la educación de las nuevas generaciones se encuentran motivados por la reflexión profunda y la búsqueda de soluciones, pues constituye una preocupación de esta la formación de los niños, adolescentes y jóvenes en los diferentes niveles y tipos de enseñanza, al ser esta una necesidad social que se sustenta en la adecuada concepción del principio de combinación e integración de los contenidos.

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.

En relación con este aspecto el Ministro de Educación en Cuba, Luis I. Gómez plantea: "No negamos que en toda escuela contamos con valiosos profesores que, por su formación, tienen dominio de su asignatura, pero están de espaldas a los sistemas de conocimientos, habilidades y procedencias de asignaturas afines en relación con la que explican, mientras todos, muchas veces, dan clases a un mismo alumno en un grado". (Gómez, 99, p. 11).

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, la autora 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 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. No obstante, en el diario andar pedagógico se ha podido comprobar, en el caso de las Ciencias Exactas, que estas hacen una importante contribución a la formación de los estudiantes, Sin embargo los profesores que imparten estas disciplinas como se ha referido anteriormente no siempre lo hacen con un enfoque interdisciplinario lo que permite precisar el siguiente problema científico:

Los profesores de Física de décimo grado, del municipio Sancti Spíritus, no potencian las relaciones interdisciplinarias en el área del conocimiento.

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 Cinemática 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 Cinemática?**
- 4. ¿Qué problemas de Cinemática serán necesarios para potenciar las relaciones interdisciplinarias con la asignatura Matemática en décimo grado mediante su resolución?**
- 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 Cinemática.

- 4. Elaborar un sistema de problemas de Cinemática 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, en el marco de las transformaciones actuales que se llevan a cabo en este nivel donde ya comienzan a formarse los profesores por área del conocimiento.

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 Cinemática y las orientaciones metodológicas para su aplicación que permite potenciar las relaciones interdisciplinarias con la asignatura Matemática, desde sus clases de Física.

La tesis está conformada por una introducción, dos capítulos, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos. En el capítulo I se realiza una caracterización del enfoque interdisciplinario donde se destaca la importancia y necesidad de su aplicación al proceso de enseñanza aprendizaje de la Física, así como un análisis de las tendencias actuales de la didáctica de resolución de problemas de

Física y Matemática, con énfasis en como este tipo de actividad puede contribuir a potenciar las relaciones interdisciplinarias y una caracterización del estado actual del problema.

En el capítulo II se realiza un análisis de los programas de las asignaturas Física y Matemática, donde se determinan las potencialidades que en ellos existen para las relaciones interdisciplinarias, y del libro de texto de la asignatura Física al analizar los problemas propuestos para el tema Cinemática. Se presenta el sistema de problemas que se propone y las orientaciones metodológicas para su aplicación. Finalmente se exponen los criterios valorativos obtenidos mediante la consulta a especialistas sobre la validez de la propuesta.

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 y su aplicación al 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, en la literatura de autores españoles se observa interdisciplinariedad (Marín Ibáñez, 1997, Rodríguez Neira, 1997) y los autores latinoamericanos interdisciplinariedad (Amados, 1991; Martínez, 1989) otros encuentran pertinencia en el término *ínter ciencia* (Vasconi y Pagallo, 1987). En Cuba, es utilizado el término como interdisciplinariedad (Mañalich, 1998; Perera, 1999; Núñez Jover, 1999; Valcárcel 1998).

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, 1996). 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 "ínter objeto" que constituye un contenido sustancial en su desarrollo histórico en ciertos ámbitos científicos.

Amados Sanjeunio (1991), considera la interdisciplinariedad como **una estrategia** con la virtud potencial de orientar y producir articulaciones entre las ciencias y disciplinas particulares de diversos círculos epistemológicos afines que puedan mejorar más integradamente disposiciones curriculares.

Fernández, 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) de la Universidad de Oviedo, 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, Pring, 1977 propone distinguir entre interdisciplinariedad e integración, la primera más apropiada a referirse a la interrelación de diferentes campos de conocimiento con finalidades de investigación y de solución

de problemas. Al final no se verían afectadas cada estructura del conocimiento. La integración significa la unidad de las partes.

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 íter 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 Tomás Sánchez Iniesta (1994):

“La interdisciplinariedad es una **forma de organizar el proceso enseñanza-aprendizaje** que promueve la participación activa de los alumnos en su proceso de aprendizaje, favorece su motivación y aumenta su funcionalidad mediante una respuesta global de los alumnos, basada fundamentalmente en el tratamiento integrado de los distintos tipos de contenido: conceptos, procedimientos y actitudes”. En ella se manifiesta no solo el qué, sino también el para qué y el por qué debe constituir un principio fundamental del diseño y desarrollo curricular y una invariante metodológica. En esta definición se muestra la unidad de lo cognitivo y lo afectivo del proceso enseñanza-aprendizaje, así como el necesario enfoque personológico del proceso.

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”.

Miguel Fernández, 1994 considera la interdisciplinariedad como **principio** importante de todo diseño curricular por ser una condición fundamental de toda comprensión intelectual mínimamente profunda, a la vez la valora como un método didáctico que al ser asumido por el maestro es transferido y puede llegar a ser un método de trabajo del alumno. Para él la interdisciplinariedad tiene dos objetivos educativos:

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

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 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 de Tomás Sánchez Iniesta que aborda la interdisciplinariedad como una forma de organizar el proceso de enseñanza-aprendizaje, que promueve la participación activa de los alumnos, favorece su motivación y aumenta su funcionalidad mediante una respuesta global de los alumnos basada fundamentalmente en el tratamiento integrado de los distintos contenidos: conceptos, procedimientos y actitudes.

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. “En verdad, a menos que una persona haya dominado más de una disciplina, no podemos hablar propiamente de un trabajo interdisciplinario; sería como llamar bilingüe a una persona antes de que ella haya dominado más de una lengua” (Gardner, 2001, p. 15).
- 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, 1994, 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 etc.
4. Durante la puesta en práctica del diseño educativo escolar por todos los factores influyentes en el proceso docente -educativo. (Fiallo, 1994)

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, etc. 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 tres etapas anteriormente señaladas. El éxito de la labor educacional se decide en la institución escolar, con el aporte integrador de todos los factores señalados.

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 interdisciplinarias.

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:

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. **Disciplinarietà:** 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. **Interdisciplinarietà:** 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. **Transdisciplinarietà:** Nivel superior de interdisciplinarietà. 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 “metadisciplinarietà”, “supradisciplinarietà”, “transespecialidad”, “omnidisciplinarietà” 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 interdisciplinariedad:

- 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 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.

1.2 Caracterización de las tendencias actuales de la didáctica de resolución de problemas de Física y Matemática.

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, p.3), 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, p.3), 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, p.3) 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, p.19) 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. 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, 1991; Valdés y Valdés 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, por ejemplo, V. P. Orejov y V. Usova expresan:

“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.

G. A. Misiunas expresa que la solución de ejercicios y problemas ocupa un lugar fundamentalmente importante en cualquier tipo de clase, pues esto constituye el principal método de lucha contra el formalismo de los conocimientos.

V. Usanov expresa, que es imposible estudiar Física sin resolver ejercicios y problemas.

Daniel Gil Pérez y Pablo Valdés Castro, 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 1999)

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 (1990) 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 exigen 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.
3. El desarrollo de la capacidad de razonamiento.

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, isotermas 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 (según la definición dada por Shtof, 1996) 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.

1.3 Caracterización del estado Actual del Problema.

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 los Institutos Superiores Pedagógicos 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.

Para fundamentar el problema planteado para 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 611 estudiantes que representan el 100 % de los estudiantes que cursan décimo grado en el municipio Sancti Spíritus y los 17 profesores de Física de este municipio de los cuales se tomaron como muestra mediante un muestreo aleatorio simple un total de 183 estudiantes que representan el 30 % 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 60 % 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 Cinemática.

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 Cinemática 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 16 clases y las 10 vídeo clases correspondientes al tema Cinemática mediante una guía de observación que aparece en el anexo 3 con el objetivo de constatar como mediante las clases de Física se potencian las relaciones interdisciplinarias con la asignatura Matemática, donde se pudo observar que los profesores de Física no potencian las relaciones interdisciplinarias con la asignatura Matemática, por lo que no aprovechan las potencialidades que brinda para ello el programa de esta asignatura.

Capítulo 2. Cómo potenciar las relaciones interdisciplinarias con la asignatura Matemática en décimo grado mediante un sistema de problemas de Cinemática.

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 Cinemática. Se presenta un análisis de los problemas propuestos por el texto para la Cinemática, 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 Cinemática 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. Movimiento mecánico. Posición.
2. Desplazamiento. Rapidez. Movimientos en una dimensión.
3. Velocidad Media. Velocidad instantánea. Movimiento rectilíneo uniforme.
4. Medios para describir el movimiento. Movimiento rectilíneo uniformemente variado (M.R.U.V).
5. Aceleración. Posición, velocidad y desplazamiento en el M.R.U.V.
6. Gráficas del movimiento. Relatividad del movimiento.
7. Caracterización de los movimientos bidimensionales. Lanzamiento horizontal de proyectiles. Movimiento uniforme circular. Velocidad angular. Relación entre la velocidad lineal y angular.
8. Aceleración centrípeta. Movimientos con aceleración variable.

Este sistema de conocimientos, perteneciente a la Unidad 2 Descripción del Movimiento Mecánico la cual persigue el siguiente objetivo:

1. Dar solución al problema fundamental de la Cinemática.
 - Resolver problemas de la vida sobre el movimiento rectilíneo (uniforme y uniformemente variado) para determinar la posición, velocidad, desplazamiento en cualquier instante de tiempo.
 - Construir e interpretar gráficos de $x = f(t)$, $v = f(t)$, $a = f(t)$ en la solución de problemas de interés social o personal.

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.

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.

2.2. Análisis de los problemas propuestos para la Unidad 2: Descripción del Movimiento Mecánico en el Libro de Texto de décimo grado.

Durante el análisis de los problemas que propone el texto para desarrollar esta temática se encontraron las siguientes regularidades: existen problemas resueltos relacionados con la interpretación de gráficas del movimiento y de velocidad, lo cual posibilita acorde a la representación obtener información de conceptos y conocimientos matemáticos sobre las funciones lineales y cuadráticas y sus propiedades (pendiente, intercepto, monotonía y ceros), pero no se tienen en cuenta estos aspectos para su realización.

En la totalidad de las tareas generales del capítulo no se contempla la representación gráfica de las situaciones físicas planteadas.

No se indica la obtención de ecuaciones particulares ni se brinda la información del problema con ayuda de estas.

No se pregunta por términos matemáticos específicos (excepto ángulo) ni se modela matemáticamente fenómeno físico alguno.

Tampoco se proponen problemas donde el estudiante tenga que resolver sistemas de ecuaciones excepto el 5 y el 8.

Como puede apreciarse, los problemas que propone el texto no potencian las relaciones interdisciplinarias con la asignatura Matemática, por lo que su utilización no propicia el acceso al conocimiento mediante diferentes fuentes, siendo parcializada la forma en que se adquieren los conocimientos, para corroborar lo antes expuesto a continuación se exponen algunos ejemplos:

Problema 3

Un ciclista que viaja a una velocidad constante de $30 \frac{km}{h}$ desde una ciudad A hasta una B emplea $2h$ en realizar su recorrido.

- a) ¿Cuál es la distancia entre las dos ciudades?
- b) ¿Qué velocidad debe desarrollar el ciclista para regresar al punto de partida en la mitad del tiempo de ida.

Este es un problema sencillo, que solamente requiere aplicar las ecuaciones correspondientes al MRU.

Si el alumno realizara una correcta comprensión del problema, tomando en cuenta la utilidad del método lógico, podría apoyarse en las relaciones de proporcionalidad y el cálculo porcentual para conjeturar y comparar el posible resultado a obtener. Pudiera percatarse además de que en este problema no están indicadas las condiciones iniciales respecto a la posición, lo cual puede influir en que confunda ecuaciones por lo que sería muy útil realizar las representaciones gráficas de las magnitudes que caracterizan el movimiento, lo cual permite definir el tipo de función y sus características fundamentales (intercepto, ceros monotonía)

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

- a) ¿Cuál es el desplazamiento y la posición final del ciclista?
- b) Si la velocidad en el tiempo de ida fuera dos veces mayor, qué tiempo emplearía en recorrer esta distancia.
- c) Construya la gráfica de posición en función del tiempo para la ida y regreso del ciclista y compare el comportamiento de las velocidades del cuerpo, según la interpretación matemática de este comportamiento.

Problema 5:

Dos trenes parten de una estación y avanzan por una línea recta en el mismo sentido, animados de MRU. La velocidad del primero es de $30 \frac{km}{h}$ y la del segundo $40 \frac{km}{h}$. Si el segundo sale dos horas después del primero:

- a). Determina sus posiciones $5h$ después de salir el primer tren
- b). ¿Qué tiempo emplea el segundo tren en alcanzar el primero?
- c). ¿A qué distancia de la estación lo alcanza?

Este problema tiene mayor grado de complejidad por referirse a dos móviles, no obstante siguen siendo válidas las consideraciones anteriores, se debe enfatizar en la representación gráfica del comportamiento de las magnitudes y en la obtención de ecuaciones particulares (lo cual no aparece indicado en el problema), y posibilitaría en mayor medida comparar las particularidades del movimiento para cada móvil.

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

- a). Representa a intervalos de una hora el comportamiento de $X = f(t)$ para ambos cuerpos.
- b). Relacione en un cuadro comparativo los siguientes términos y magnitudes: Intercepto, velocidad, ceros, pendiente y posición inicial.
- c). Obtenga las ecuaciones particulares que definen el comportamiento del movimiento de ambos cuerpos.

Problema 17.

Un tren parte de una estación y se acelera durante 10s con una aceleración constante de $1,2 \frac{m}{s^2}$. Después marcha con velocidad constante durante 30s y, a continuación comienza a frenar a razón de $2,4 \frac{m}{s}$ hasta detenerse. ¿Cuál es la posición del ferrocarril cuando se detiene?

Este tipo de problema tiene carácter integrador y cierta complejidad, pues en el se requiere del análisis de diferentes movimientos, no obstante no se explotan las posibilidades de definir las funciones tratadas indistintamente por diferentes procedimientos, tabla de valores, fórmulas y gráficas, potenciando confrontar y comparar la certeza de los resultados obtenidos.

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

- a) Exprese en una tabla, el comportamiento de la velocidad en función del tiempo del ferrocarril hasta detenerse.
- b) Represente en una gráfica el comportamiento de la velocidad del móvil en función del tiempo.
- c) Calcule el área parcial y total bajo la curva de la gráfica anterior. Qué información brinda este resultado desde el punto de vista físico.

2.3. Sistema de problemas de Cinemática que permite potenciar las relaciones interdisciplinarias con la asignatura Matemática en décimo grado.

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 ha determinadas figuras o cuerpos se le hace corresponder un área y un volumen mediante las formulas correspondientes.

En séptimo grado se sistematizan y profundizan estas ideas al aprender que ha cada número real le corresponde un único punto en la recta numérica, un único opuesto, un único recíproco si es distinto de cero etc. 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 que conozcan 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 Cinemática 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.

El nuevo sistema de problemas que se propone 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 de Aritmética, Álgebra, Trigonometría y Geometría.

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 trigonometría.

- Identidades trigonométricas sencillas.

El sistema está conformado por problemas cualitativos 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.

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 .

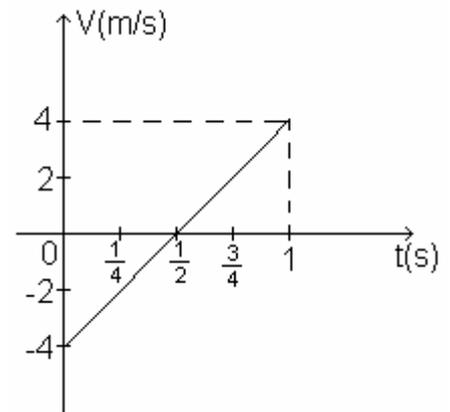
Las orientaciones metodológicas que lo acompañan se encuentran en función de revelar al profesor la posibilidad de analizar el problema desde múltiples perspectivas a partir de la confrontación de los diferentes métodos empleados para la obtención de la solución acorde a la estrategia propuesta.

A continuación se presenta el sistema de problemas y en el anexo 5 aparecen las soluciones de estos.

1. Un joven nada a velocidad constante e igual a $0,6 \frac{m}{s^2}$, realizando un recorrido de 20 m río abajo en línea recta para lo cual empleó 25 s luego retorna a la posición inicial empleando 50s.
 - a). Obtenga un sistema de ecuaciones que le permita determinar la velocidad de la corriente del río.

- b). Para un observador que se encuentra en la orilla, cuál es la velocidad del nadador en ambas ocasiones.
- c). Cuáles serían las condiciones para que el nadador se mantuviera en reposo respecto a este observador.
- d). Obtenga la ecuación particular que define la posición del nadador y represente este comportamiento.
- e). Qué porcentaje representa el valor numérico de la velocidad de río respecto a la del nadador.

2. La gráfica representa el comportamiento de la velocidad en función del tiempo para un cuerpo que parte de 2m a la derecha de un punto de referencia.



- a). Escriba la ecuación particular que define el comportamiento de la velocidad para este cuerpo.
- b). Cuántos metros se desplazó.
- c).Cuál es su posición final.

3. La siguiente tabla define el comportamiento de la posición función del tiempo de un cuerpo que parte del reposo.

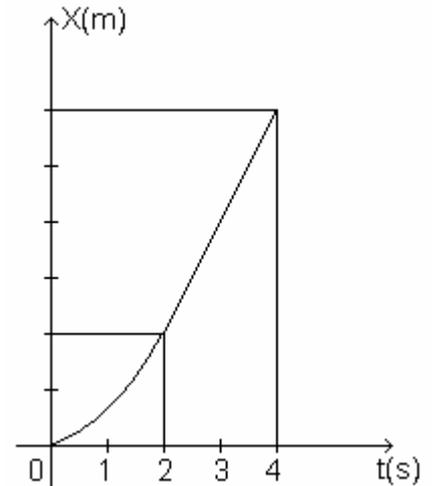
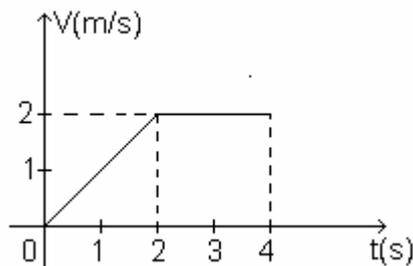
| | | | | |
|-------|---|-----|------|------|
| t (s) | 0 | 1 | 2 | 3 |
| y (m) | 0 | 4,9 | 19,6 | 44,1 |

- a) A que tipo de movimiento corresponde este comportamiento.
- b) Obtenga la ecuación particular que rige este comportamiento.
- c) A qué fenómeno físico está asociado este comportamiento.

4. Dos cuerpos A y B se mueven con velocidad constante de forma rectilínea, partiendo al unísono del mismo lugar. La suma de sus desplazamientos es igual a 300 m durante una hora. A la distancia recorrida por el cuerpo A le corresponde el 20% de la recorrida por el cuerpo B.

- a). ¿Cuántos metros se desplazó cada cuerpo en particular durante ese intervalo de tiempo?
- b). ¿Qué distancia habrá recorrido cada cuerpo al cabo de dos horas?

5. Las gráficas representan el comportamiento de la velocidad y la posición de un cuerpo en función del tiempo.
- Complete los valores numéricos en el eje de la ordenada de la segunda gráfica representada.
 - Identifique tipo de función particular y general que le corresponde a cada tramo, por gráficas.
 - Obtenga y compare los resultados del desplazamiento obtenidos por los datos que ofrecen ambas gráficas.



6. Por dos puntos **A** y **B** separados a 240m pasan simultáneamente dos carritos, el que pasa por A se mueve con velocidad de $3 \frac{m}{s}$ y el que pasa por B se mueve con velocidad de $\frac{m}{s}$, ambos con movimiento rectilíneo uniforme. ¿A qué distancia de **A** y qué tiempo habrá transcurrido para que ambos cuerpos estén uno al lado del otro? si se mueven:

- En el mismo sentido.
- Uno al encuentro del otro.
- Represente en una gráfica de $X = f(t)$ las situaciones anteriores.

7. En la siguiente figura la distancia que separa los puntos A y B es 36 m, por B pasa un carrito con velocidad constante de $9 \frac{m}{s^2}$ hacia la derecha, mientras que de A, parte otro carro, que inicialmente se

encontraba en reposo en el mismo instante en que el primero pasó por

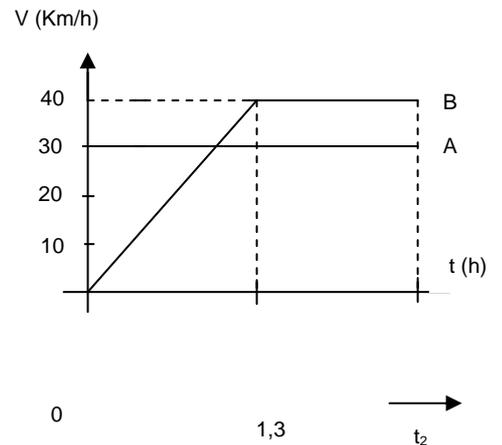
B, con una aceleración constante de $2 \frac{m}{s^2}$.

a) ¿Qué tiempo demorará el carrito A en alcanzar al B?

b) ¿A qué distancia de A se produjo el alcance?

A*-----*B

8. En la siguiente gráfica se muestran las velocidades alcanzadas por dos móviles en función del tiempo que en el instante inicial de comenzar la observación se encontraban uno al lado del otro.



a) ¿Qué tiempo demora B en alcanzar a A?

b) Construye la gráfica de $S = f(t)$ desde que se inició la observación hasta que se produjo el alcance.

9. Un cuerpo que parte del reposo y se mueve con aceleración constante recorre un metro durante el primer segundo de su movimiento siguiendo una trayectoria rectilínea. ¿Qué distancia recorre durante el cuarto segundo?

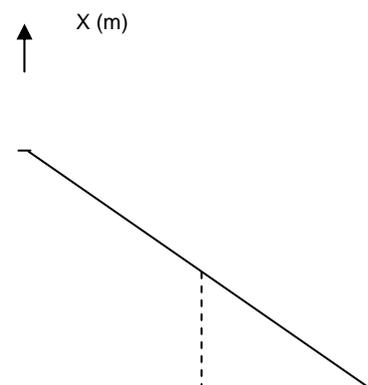
10. Un cuerpo se mueve con movimiento rectilíneo uniformemente variado, recorre 20m en los dos primeros segundos de su movimiento y 15m en los 3s siguientes:

a) ¿Cuál es la velocidad inicial del cuerpo?

b) ¿Con qué aceleración se movió el mismo?

11. A continuación se muestra la gráfica del movimiento de dos cuerpos A y B.

a) ¿Qué tipo de dependencia funcional representa y cuál es la



ecuación matemática que la define.

b) Compare el comportamiento del movimiento de los cuerpos teniendo en cuenta los siguientes términos:

- Posición inicial y final.
- Desplazamiento.
- Velocidad.
- Aceleración.
- Tipo de movimiento.

d) Obtenga la ecuación particular que define el comportamiento de las magnitudes que se relacionan en estas gráficas.

12. Dos cuerpos que se encuentran a una distancia de 12m se mueven de forma rectilínea uno al encuentro del otro con velocidades de acuerdo a las siguientes expresiones:

$$V_A = 6 \text{ (V en m/ s)}$$

$$V_B = - 2 + 2t \text{ (V en m/s y t en s)}$$

a) Compare matemáticamente estas ecuaciones teniendo en cuenta a qué función representa.

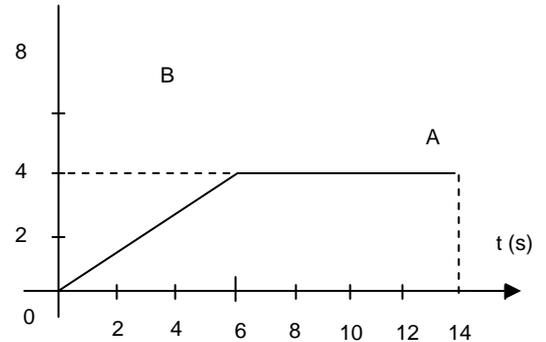
b) Evalúe estas ecuaciones para valores de tiempo en el intervalo de 0 a 5 s cada 1s y represente estas tabulaciones.

c) Interprete la representación gráfica obtenida y diga cuántos metros se desplazó cada cuerpo antes de encontrarse.

13. Desde cierta altura sobre la superficie de la tierra se lanza un cuerpo con una velocidad de $20 \frac{m}{s^2}$ en la dirección horizontal. ¿Qué valor debe tener esa altura para que la distancia horizontal recorrida tenga el mismo valor que ella?

14. Un cuerpo se lanza verticalmente hacia arriba con una velocidad de $40 \frac{m}{s^2}$, 2s más tarde desde el mismo lugar y con una velocidad de

$50 \frac{m}{s}$ se lanza un segundo cuerpo.



- a) ¿Qué tiempo después de haber lanzado el primero estarán a la misma altura?
- b) ¿A qué altura del suelo se encuentran en ese momento?
- c) Construye la gráfica de $V = f(t)$ y $y = f(t)$ correspondientes al movimiento de ambos cuerpos.

15. Un cuerpo se mueve de forma tal que la ecuación que describe su movimiento es:

$$X = t^2 + 4t - 5 \quad (X \text{ en m y } t \text{ en s}).$$

- a) ¿Con qué tipo de movimiento se mueve el cuerpo?
- b) ¿Construye la gráfica de $X = f(t)$ para cuando hallan transcurrido 4s?
- c) Demuestre analíticamente que tiempo demora el cuerpo en alcanzar el punto de referencia. Confronte este resultado con el método gráfico.

2.4. Orientaciones metodológicas para aplicar el sistema de problemas propuesto

La comprensión y resolución de la tarea fundamental de la Cinemática exige la asimilación por parte de los estudiantes de los conceptos coordenadas de un punto, sistema de referencia, y de los vectores posición, desplazamiento, velocidad y aceleración, así como al análisis de los gráficos de las funciones: $V = f(t)$, $X = f(t)$, $S = f(t)$ por lo que es importante la asimilación y utilización del concepto sistema de referencia y del método de coordenadas en la resolución de problemas. Asimismo el profesor debe prestar atención al carácter vectorial de las 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.

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 4 y 8). 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.

Si el problema tiene como objetivo construir gráficas a partir de las ecuaciones permite definir con precisión las propiedades de las funciones, por lo que el profesor debe explotar el trabajo con la ecuación obteniendo información respecto a estas propiedades que luego comprobaría y compararía con el resultado que se obtenga de la representación gráfica. A continuación se presenta un ejemplo de todo lo anteriormente orientado mediante el problema 4 que aparece en el sistema.de problemas:

Generalmente el alumno es capaz de reconocer el tipo de movimiento al observar el comportamiento de la velocidad en la gráfica y acorde a este las ecuaciones características, casi siempre apelando a la memoria.

Esto posibilita que pueda realizar los cálculos necesarios para completar los valores de la ordenada en la segunda gráfica, pero de esta manera al alumno le resulta muy difícil resolver los demás incisos ya que este tipo de acciones conducen a un operativismo abstracto carente de un significado físico.

Por tales motivos se hace importante prestar atención al comportamiento funcional por intervalos de tiempo, ejemplo: para ambas gráficas es característico un comportamiento diferente cada dos segundos, luego definir a que función le es característico tomando en cuenta relaciones de proporcionalidad y comportamiento de la pendiente e identificar la ecuación general desde el punto de vista matemático con las propiedades particulares reflejadas en la gráfica.

Estas acciones posibilitan precisar con claridad el modelo matemático a utilizar adecuándolo a la situación física planteada de acuerdo al

comportamiento gráfico y el alumno no necesita realizar cálculos, pues se apoyaría en mayor grado en los métodos lógicos y físicos, utilizando solo a modo de comprobación el método matemático.

Del primer gráfico se puede inferir (como una medición indirecta) los valores de la aceleración del cuerpo (solo con observar) ya que

$$a = \tan \varphi = \frac{co}{ca} = 1. \text{ También se puede conocer el comportamiento del}$$

desplazamiento del cuerpo por ser numéricamente igual al área bajo la curva, por tanto $S_T = A_T = S_1 + S_2$. Estando entonces en condiciones de resolver el problema.

2.5. Criterios Valorativos acerca de la validez de la propuesta según criterio de especialistas.

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 que aparece en el anexo 5.

Se recogieron los criterios de 10 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 solo 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. Es objetivamente necesaria la introducción de este enfoque para la óptima dirección del proceso de enseñanza aprendizaje en las condiciones actuales.
4. Indudablemente posee actualidad por estar estrechamente vinculado con la realidad y necesidad de la escuela en estos momentos.
5. Se aprecia un alto nivel científico ya que se estructura de acuerdo con los criterios actuales de la didáctica de la Física.
6. La propuesta favorecerá el logro de los objetivos propuestos tanto en el plano instructivo como educativo.

7. Es perfectamente aplicable a otros grados considerando siempre las características de los textos y el nivel alcanzado por los estudiantes.
8. 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.

Conclusiones.

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

1. El proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Física de décimo grado, en el municipio Sancti Spíritus, no está organizado sobre la base de las relaciones interdisciplinarias con la asignatura Matemática.
2. En los programas de las asignaturas Física y Matemática de décimo grado, existen valiosas potencialidades para las relaciones interdisciplinarias entre estas.
3. 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.
4. Los criterios obtenidos mediante la consulta a especialistas permiten plantear que la aplicación del sistema de problemas de Cinemática, siguiendo las orientaciones metodológicas propuestas, puede contribuir 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 Cinemática 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 Sancti Spíritus el informe final de esta investigación para que le sirva como material de consulta.

Bibliografía.

1. Alonso Onega Hilda.- Apuntes sobre las investigaciones interdisciplinarias. En Revista Cubana de Educación Superior. Vol 14, no. 2 1994 pág. 130.
2. Álvarez de Zayas, Carlos. La escuela en la vida, 1999. Edit. Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana, Cuba.
3. Alvarez Marta.- Potenciar las relaciones interdisciplinarias en los ISP. Ponencia presentada en Pedagogía 99.
4. 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.
5. Avendaño Olivera Rita, Labarrere Sarduy, Alberto. Sabes enseñar a clasificar y comparar. Edit. P. Y Educación 1989 pag. 9-16
6. Ballester Pedroso Sergio y otros. Metodología de la enseñanza de la Matemática, tomo 1, 1999. Edit. Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana, Cuba.
7. 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.
8. Bruno Wilms.- Didáctica de la actividad científica en el marco de una disciplina e interdisciplinariedad en las condiciones de unidad de la enseñanza y la investigación en los CES en Revista La Educación Superior Contemporánea 2
9. Cabrera Alcántara y Adorna Carmenate.- Alternativa para la aplicación de las relaciones interdisciplinarias en Química y Geografía. Trabajo de Diploma ISPEJV, 1998.
10. Campistrus Pérez, Luis. Matemática Décimo grado, 1990. Edit. Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana, Cuba.
11. Castro Ruz Fidel. Discurso pronunciado en la graduación del Destacamento Pedagógico Universitario Manuel Ascunce

Doménech. Julio, 1981.

12.CENAMEC. Boletín multidisciplinario 6. Caracas, Venezuela. 1992.

13.Colectivo de autores. Orientaciones Metodológicas Matemática Décimo grado, 1977. Edit. Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana, Cuba.

14.Colectivo de autores. Orientaciones Metodológicas Matemática Noveno grado, 1977. Edit. Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana, Cuba.

15.Colectivo de autores. Orientaciones Metodológicas Matemática Octavo grado, 1977. Edit. Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana, Cuba.

16.Fdez. Pérez M. Las tareas de la profesión de enseñar. Siglo veintiuno de España. Editores SA 1994, pag.167.

17.Fiallo J.: Las relaciones intermaterias y su relación con la educación en valores. Revista Desafío Escolar Año 2, Vol 9. Oct-Dic 99. México.

18.Fiallo J.: Las relaciones intermaterias: una vía para incrementar la calidad de la educación. Edit. Pueblo y Educación. Cuba.1996

19.García Batista, Gilberto. Curso de Metodología de La Investigación Educativa impartido en la maestría de Metodología de la Enseñanza del Español. ISPJV, edición 1998.

20.Gómez. Luis I.: Conferencia Especial Congreso Pedagogía. 99. Pag 11

21.Jungk, W. Conferencias sobre Metodología de la Enseñanza de la Matemática, tomos1 y 2. Edit. Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana. Cuba.

22.González Soca, Ana María y Carmen Reinoso Cápiro. 2002. Nociones de Sociología, Psicología y Pedagogía. Edit. Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana. Cuba.

23.Klinberg, Lothear. Introducción a la Didáctica General, 1972. Edit. Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana. Cuba.

- 24.Labarrere Reyes, Guillermina, 1999. Pedagogía. Edit. Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana. Cuba.
- 25.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.
- 26.Mañalich Suárez Rosario.- Interdisciplinariedad y didáctica. En Revista Educación no. 94 Mayo- Agosto 1998 pág. 5 - 8. (54) 1986.
- 27.Martí José,: Obras Completas, tomo 8, pag. 285
- 28.Martí José.: Obras Completas, tomo 8, pag. 281
- 29.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.
- 30.Maura González, Viviana y otros. 1995. Psicología para Educadores. Edit. Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana. Cuba.
- 31.MINED. Programa de Física de décimo grado, 2004. Ciudad de La Habana. Cuba.
- 32.Modelo de Preuniversitario. Documento del ICCP. Proyecto Escuela. Impresión Ligera, 1998, Cuba.
- 33.Muñoz Baños, Félix y otros, 1990. Matemática octavo grado. Edit. Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana. Cuba.

34.Panza Margarita.- Notas sobre planes de estudio y relaciones disciplinarias en el currículo, En Revista Perfiles Educativos no. 36

35.Perera Fernando.- Diseño curricular de la Física estableciendo relaciones interdisciplinarias con la Biología. Informe de Investigación ISPEJV, 1998.

36.Pérez Pantaleón Guillermo.- ¿Cómo lograr la articulación entre asignaturas diferentes ?. Ponencia III Taller Internacional sobre la enseñanza. CEPES, 1996.

| |
|--|
| 37. Petrovski, A. V.: Psicología General. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de la Habana. 1978 |
| 38. Piaget Jean. A dónde va la Educación. Pág. 104 (Barcelona Editorial Taide, S.A. (1974) |
| 39. Rizo Cabrera, Celia y Luis Campistrus. Didáctica y Solución de Problemas. Congreso Internacional de Didáctica de Las Ciencias, 2002. |
| 40. 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 pág.95-107 |
| 41. Rudolf Fritz, Oberleher, 1980. Orientaciones Metodológicas octavo grado. Edit. Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana. Cuba. |
| 42. Torres Lima, Pastor, 1992. Orientaciones metodológicas noveno grado. Edit. Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana. Cuba. |

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:
___ si ___ no ___ no se.

a) Cite ejemplos.
2. Posee usted conocimiento de elementos teóricos que le permitan potenciar estas relaciones interdisciplinarias:
___ si ___ no ___ no se.
3. Realiza usted conscientemente en sus clases, actividades que posibiliten potenciar las relaciones interdisciplinarias con la asignatura Matemática.
___ si ___ no.
4. Con qué frecuencia lo hace:
___ Algunas veces. ___ Pocas veces.

___ Casi siempre. ___ Nunca.
5. Cuando lo hace, qué vías utiliza.
6. Considera usted que es importante realizar este tipo de actividad>
___ si ___ no ___ no se.

a) Por que?
7. Que funciones elementales conoce el estudiante de décimo grado.
8. Considera usted que algunas de estas sean condiciones previas para el estudio de la Cinemática.
___ si ___ No ___ no se.

a) En caso de responder si diga cuales.
9. Considera usted que los problemas propuestos en el texto para la unidad Cinemática, contribuyen a potenciar las relaciones interdisciplinarias con la asignatura Matemática.

Anexo 2. Encuesta a estudiantes.

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.

___ si ___ no.

a) ¿Cuáles?

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

----- si ---- no

a) Cuáles.

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

----- si ---- 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:

Si ___ No ___ En ocasiones ____

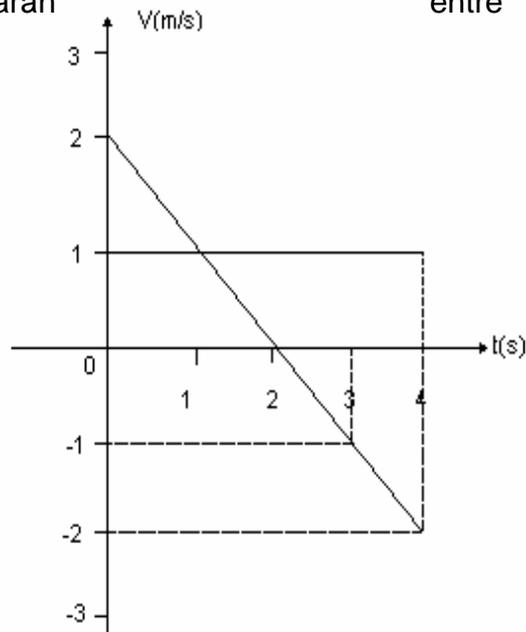
2. En caso de potenciar las relaciones interdisciplinarias:

- Qué vías utiliza.
- En que 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. La gráfica representa el comportamiento de la velocidad en función del tiempo para dos móviles que parten al unísono de un mismo lugar. Observe y defina para ambos cuerpos:
- Valores iniciales y finales de la velocidad durante el movimiento.
 - Valor del tiempo para el cual la velocidad de ambos cuerpos es la misma.
 - Tipos de movimiento.
 - Desplazamiento de ambos cuerpos.
 - Posición final de cada uno de ellos y distancia a la que se encontrarán entre sí.



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 Cinemática 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.

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.

