



FACULTAD DE EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA
MAESTRÍA EN MATEMÁTICA EDUCATIVA

LAS RELACIONES INTERDISCIPLINARIAS ENTRE MATEMÁTICA Y FÍSICA DURANTE LA
RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Tesis presentada en opción al título de Máster en Matemática Educativa

Autora: Lic. Jennifer de la Caridad Pérez Arias.
Tutores: Dr. C. Manuel Guillermo Pino Batista.
Dr. C. María de los Ángeles Valdivia Sardiñas.

MATANZAS 2021

DEDICATORIA

A mi hija Verónica:

Tu afecto y tu cariño son el detonante de mi felicidad, de mi esfuerzo, de mis ganas de buscar siempre lo mejor para ti. Aun a tu corta edad me has enseñado muchas cosas de esta vida. Eres mi motivación más grande para concluir con éxito este proyecto y trazarme nuevas metas.

A mis padres:

Por haberme forjado como la persona que soy hoy; muchos de mis logros se los debo a ustedes, por guiarme en cada uno de mis sueños y metas, por su apoyo incondicional, son mi mayor orgullo y ejemplo en cada una de las esferas de la vida.

A mi esposo:

Por ser mi confidente y un gran pilar en esos momentos difíciles, por tu comprensión y apoyo, por ser mi fuerza y mi ilusión, por ser un hombre tan especial y maravilloso, deseo cumplir todos los proyectos a tu lado.

AGRADECIMIENTOS

A mis tutores:

Dr. C. Manuel Pino Batista y Dr. C. María de los Ángeles Valdivia. Sin ustedes y sus virtudes, su paciencia y constancia este trabajo no lo hubiese logrado, sus consejos fueron siempre útiles en cada momento. Forman parte importante en esta historia con sus aportes profesionales que los caracteriza. Muchas gracias por sus múltiples palabras de aliento cuando más las necesité.

A mis compañeros y amigos:

Hoy culmina esta maravillosa experiencia y no puedo dejar de agradecerles por su apoyo y constancia en los momentos más difíciles. Gracias por estar siempre.

A los docentes y dirección de la maestría:

Sus palabras fueron sabias, sus conocimientos rigurosos y precisos, a ustedes mis profesores queridos los llevaré siempre conmigo. Gracias por su paciencia, por compartir sus conocimientos de manera profesional e invaluable y su dedicación.

A mi familia:

Quiero agradecerles por su apoyo incondicional que siempre me han brindado en todos mis proyectos y metas que me he trazado. Por sus fuerzas y los medios suficientes para poder desarrollarme como profesional, sus consejos siempre oportunos y en el momento indicado.

Resumen

En la investigación se aborda como problema científico ¿Cómo establecer relaciones interdisciplinarias entre la Matemática y la Física durante la resolución de problemas que conducen a ecuaciones lineales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática de décimo grado? Su objetivo es elaborar una estrategia metodológica que contribuya al establecimiento de relaciones interdisciplinarias entre la Matemática y la Física durante la resolución de problemas que conducen a ecuaciones lineales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática de décimo grado. La investigación se realiza utilizando la dialéctica materialista como metodología general del conocimiento, lo que permitió estudiar el objeto de investigación en su desarrollo, en sus contradicciones y transformaciones en la práctica pedagógica. La estrategia metodológica se ajusta a los fundamentos teórico-metodológicos para su aplicación, responde al resultado del diagnóstico aplicado en el Instituto Preuniversitario Urbano (IPU) “José Luis Dubrocq Sardiñas” y su validación se realizó a través de un criterio de expertos que constató su efectividad.

Índice

	Página
Introducción	1
Capítulo 1: La resolución de problemas en Matemática: un nodo interdisciplinario con la Física en el décimo grado	7
1.1- Las relaciones interdisciplinarias en el proceso de enseñanza – aprendizaje en el preuniversitario	7
1.2- La resolución de problemas en la enseñanza aprendizaje de las ciencias	15
1.3-Las relaciones interdisciplinarias de la Matemática con la Física durante la resolución de problemas que conducen a ecuaciones lineales, en décimo grado	22
Capítulo 2: Estrategia metodológica para la implementación del tratamiento interdisciplinario con la física en la resolución de problemas en la asignatura de Matemática en el décimo grado.	32
2.1- Caracterización del estado actual del tratamiento interdisciplinario con la Física en la resolución de problemas en la asignatura de Matemática en el décimo grado del preuniversitario José Luis Dubrocq Sardiñas.	32
2.2- Estrategia metodológica para el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias de la Matemática con la Física durante la resolución de problemas que conducen a ecuaciones lineales en décimo grado.	38
2.3- Validación teórica de la estrategia metodológica que contribuya al establecimiento de relaciones interdisciplinarias entre la Matemática y la Física durante la resolución de problemas que conducen a ecuaciones lineales en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la Matemática en el décimo grado.	56
Conclusiones	59
Recomendaciones	60
Bibliografía	61
Anexos	67

Introducción

La educación es una tarea priorizada de la Revolución Cubana, desde el propio primero de enero de 1959. Este hecho se corrobora en la idea de Fidel Castro cuando expresó "... en la base de todo esfuerzo revolucionario, ha de estar la educación, y que la función más importante de la educación es educar, y que el trabajo más honroso y más útil que puede desempeñar cualquier ciudadano en nuestro país es enseñar." (Castro, 1962, pág. 3)

Todo esto conlleva a la necesidad del establecimiento de una concepción científica propia sobre el modo de enfocar la educación de las nuevas generaciones, acorde con las mejores tradiciones pedagógicas de la historia y cultura cubanas, en consonancia con las posibilidades y exigencias de la sociedad socialista y sus proyecciones en la actualidad. Una vía para lograr esta aspiración es a través de la interdisciplinariedad. Ella evidencia los nexos entre las diferentes áreas curriculares, refleja una acertada concepción científica del mundo; lo cual demuestra cómo los fenómenos no existen por separado y que, al interrelacionarlos por medio del contenido, se diseña un cuadro de interpelación, interacción y dependencia del desarrollo del mundo. Constituye además una condición didáctica y una exigencia para el cumplimiento del carácter científico de la enseñanza al tener presente la interacción de las disciplinas científicas, sus conceptos, directrices, metodología, procedimientos y de la organización de la enseñanza.

Mediante la interdisciplinariedad debe lograrse en las personas la creación de capacidades, habilidades y hábitos intelectuales que contribuyan a formar los conocimientos, el procesamiento de información, el trabajo colaborativo y la creatividad. Permite además promover un pensamiento reflexivo, atender a las necesidades, intereses, estructuras cognitivas-afectivas y al papel de las experiencias personales en los procesos de aprendizaje, así como las relaciones con la tecnología y la sociedad en un momento histórico concreto dado. Para esta investigación se comenzó el estudio del concepto de interdisciplinariedad a través de investigaciones realizadas en el ámbito escolar por (Perera, 2004); (Caballero, 2000); (Salazar, 2001); (Adinne, 2002); (Fiallo, 2005) y (Jiménez, 2007) que se consideran trascendentales y de obligada consulta y otros que la aplican en el proceso de enseñanza aprendizaje, (Quintero, Disotuar, & Guilarte, 2018), (Pedroso, 2021), (Hernández, 2021).

Se analizaron además los aportes realizados por investigadores de la temática en diferentes niveles educativos autores como (García, 2001); (Escalona, 2007); (Soler, 2012); (Valdivia & Campos, 2013); (Campos, 2014); (Ortega, 2014) (Sánchez & Pacheco, 2016); (García, 2020) donde argumentan, cómo a través de la asignatura Matemática pueden desarrollarse relaciones interdisciplinarias con otras disciplinas, pues son estas relaciones las que permiten concretar la interdisciplinariedad en la etapa escolar.

Una de las actividades fundamentales que se desarrolla en la Matemática es la resolución de problemas, sobre ella hay abundante información y un consenso general en cuanto a su importancia y el papel que ellos representan en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las asignaturas de ciencias y en particular entre esta asignatura y la Física.

En Cuba se han realizado investigaciones dedicadas a la resolución de problemas tanto en Matemática como en Física, entre las que se encuentran (Campistrout & Rizo, 1996); (Sánchez, 2000); (Mazarío, 2002); (Rivero, 2002); (Mondejar, 2005); (Llivina, 1999); (Ballester, 2002); (Rivera, 2018); (Pino & Almeida, 2017), (Pino & Almeida, 2020), (Ferreira & Pino, 2020) y (Pino & Ferreira, 2020), entre otras.

En la resolución de un problema tanto en Matemática como Física, el estudiante está obligado a pensar, razonar, a encontrar los contenidos necesarios que conducen a la respuesta o solución del problema. "...el hombre siente necesidad del análisis cuando no sabe cómo llevar a cabo un acto (solución de un problema) siempre y cuando él desee realizarlo (y haya "aceptado" el problema que se le ofrece y esté dispuesto a buscar la solución) o cuando una acción (solución del problema) resulta inaplicable en unas circunstancias nuevas." (Rubinstein, 1987, pág. 373).

En consecuencia, la autora considera que la necesidad por resolver un problema surge en la interacción del sujeto con el problema. Si la contradicción generada por el problema y las posibilidades cognoscitivas de los estudiantes no están en condiciones de solucionar la tarea, a pesar de que el estudiante ponga todo su empeño en poder resolverlo, en lugar de favorecer el trabajo y ser fuerza motriz del proceso, se convierte en un freno de la actividad intelectual del estudiante y sobreviene el fracaso.

Es importante que el profesor conozca el por qué es favorable, para el desarrollo integral de la personalidad, la resolución de problemas. "Para que los alumnos aprendan a resolver problemas, parecen ser importantes los recursos cognitivos, las estrategias de pensamiento con que cuentan, el conocimiento que tienen de sus propios procesos de pensamientos y la regulación de estos durante la resolución de problemas, sus creencias sobre la ciencia y su aprendizaje, los aspectos afectivos que inciden en su desempeño en un área dada y la calidad de las interacciones que se desarrollan en la comunidad donde realizan sus aprendizajes". (Álvarez, 2004, pág. 198)

La resolución de los problemas en la asignatura de Matemática tiene nexos y relaciones con esta actividad en Física, el método general de resolver problemas en Matemática y los procedimientos metodológicos para comprender un problema, buscar las estrategias de solución y evaluar la solución obtenida, permiten establecer relaciones entre ambas disciplinas.

En el proceso de enseñanza-aprendizaje de la resolución de problemas, las contradicciones son cada vez más evidentes; se presentan conocimientos fragmentados y se exige un individuo cada vez más integral, un ciudadano crítico, participativo, incluido e insertado en el contexto social. Establecer relaciones interdisciplinarias entre Matemática y Física en esta actividad contribuye a la integración de los conocimientos. Al resolver una situación que trascienda la simple aplicación de algoritmos, la mente realiza un viaje enriquecedor por todos los rincones del conocimiento, escudriñándolos y adaptándolos en la búsqueda de estrategias; es allí donde el conocimiento existente se robustece y se transforma en nuevo conocimiento y se crean las condiciones para buscar en otras fuentes y aprender cosas nuevas.

La autora durante la investigación realizó revisiones de varios documentos acerca de la resolución de problemas tanto en Matemática como en Física y las relaciones interdisciplinarias que se establecen entre ellas, así como lo observado durante su experiencia de más de cinco años en la impartición de ambas asignaturas, donde se pudo constatar:

- Poca profundización desde la investigación científica en las relaciones interdisciplinarias que se establecen entre Matemática y la Física durante la resolución de problemas que conducen a ecuaciones lineales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática en el preuniversitario.
- No se desarrollan actividades metodológicas relacionadas con el establecimiento de nexos entre el método general de resolución de problemas que se utiliza en Matemática, con el que se emplea en Física.
- La autopreparación (individual o colectiva) que realizan los profesores de Matemática para la preparación de clase donde se resuelven problemas, no tiene en cuenta el establecimiento de nexos con otras asignaturas que apoyarían esta actividad.
- Los estudiantes no utilizan adecuadamente procedimientos metodológicos con carácter heurístico para resolver problemas de Matemática, los que pueden ser utilizados con igual fin en Física.

Lo analizado anteriormente permite apreciar una contradicción entre, la necesidad de establecer relaciones interdisciplinarias durante la resolución de problemas desde la Matemática con la Física y la insuficiente preparación metodológica de los profesores de esta asignatura para llevar a cabo esta actividad.

A partir de estas observaciones, la autora declara para esta investigación el problema científico: ¿Cómo contribuir al establecimiento de las relaciones interdisciplinarias entre la Matemática y la Física durante la resolución de problemas que conducen a ecuaciones lineales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática de décimo grado?

Se reconoce como objeto de investigación las relaciones interdisciplinarias durante la resolución de problemas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática en el preuniversitario y como campo de acción las relaciones interdisciplinarias entre la Matemática y la Física durante la resolución de problemas que conducen a ecuaciones lineales, en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática en el décimo grado del IPU “José Luis Dubrocq Sardiñas”.

Por tanto, se propone como objetivo de la investigación: Diseñar una estrategia metodológica que contribuya al establecimiento de las relaciones interdisciplinarias entre la Matemática y la Física durante la resolución de problemas que conducen a ecuaciones lineales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática en el décimo grado del IPU “José Luis Dubrocq Sardiñas”.

Para abordar el problema científico planteado y su posible solución es necesario responder las siguientes preguntas científicas:

1. ¿Cuáles son los fundamentos teórico-metodológicos que sustentan las relaciones interdisciplinarias entre la Matemática y la Física durante la resolución de problemas que conducen a ecuaciones lineales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática en el preuniversitario?
2. ¿Cuál es el estado actual del establecimiento de las relaciones interdisciplinarias entre la Matemática y la Física durante la resolución de problemas que conducen a ecuaciones lineales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática en el décimo grado del IPU “José Luis Dubrocq Sardiñas”?
3. ¿Qué estructura debe tener una estrategia metodológica que permita establecer relaciones interdisciplinarias entre la Matemática y la Física durante la resolución de problemas que conducen a ecuaciones lineales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática en el décimo grado del IPU “José Luis Dubrocq Sardiñas”?
4. ¿Qué resultados se obtienen en la aplicación del criterio de expertos sobre la estrategia metodológica?

Para dar respuesta a las preguntas científicas se plantean como tareas de la investigación:

1. Sistematización de los fundamentos teórico-metodológicos que sustentan las relaciones interdisciplinarias entre la Matemática y la Física durante la resolución de problemas que conducen a ecuaciones lineales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática en el preuniversitario.
2. Caracterización del estado actual del establecimiento de las relaciones interdisciplinarias entre la Matemática y la Física durante la resolución de problemas que conducen a ecuaciones lineales en

el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática en el décimo grado del IPU “José Luis Dubrocq Sardiñas”.

3. Determinación de los componentes de la estrategia metodológica que contribuya al establecimiento de las relaciones interdisciplinarias entre la Matemática y la Física durante la resolución de problemas que conducen a ecuaciones lineales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática en el décimo grado del IPU “José Luis Dubrocq Sardiñas”.
4. Valoración de la estrategia metodológica mediante un criterio de expertos.

Se asume como método general de la investigación el dialéctico materialista lo que permite la fundamentación de las relaciones interdisciplinarias entre la Matemática y la Física durante la resolución de problemas que conducen a ecuaciones lineales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática, su sistematización y la determinación de conclusiones que permitan contribuir a la solución del problema científico. Se emplean métodos del nivel teórico, empíricos y estadísticos.

Para el análisis de los métodos de la investigación educativa que se utilizaron en la tesis, fueron consultados diferentes autores entre los que se encuentran: (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010), (Cerezal, Fiallo, Ramírez, García, Valledor, & Ruiz, 2010)y(Cerezal & Fiallo, 2004)

Entre los métodos del nivel teórico empleados se encuentran:

El histórico lógico, permitió hacer un estudio del problema en su desarrollo histórico, al analizar su manifestación en la escuela cubana, se estudió la lógica interna de las etapas que se proponen para la resolución de problemas tanto en Matemática como en Física.

El analítico sintético, para develar la esencia de la elaboración de una estrategia metodológica que contribuya al establecimiento de las relaciones interdisciplinarias entre la Matemática y la Física durante la resolución de problemas que conducen a ecuaciones lineales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática en el décimo grado, sistematizar la información recopilada y arribar a generalizaciones.

El inductivo deductivo, posibilitó caracterizar el problema investigado, en la integración de los contenidos a partir de los programas de Matemática y de Física del décimo grado.

La modelación permitió encontrar un modelo integrado para la resolución de problemas con contenidos de la Física que conducen a ecuaciones lineales en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática. Permitted la integración de los componentes y acciones por etapas que conforman la estrategia metodológica. Se emplearon como métodos del nivel empírico:

La encuesta a estudiantes con el objetivo de verificar el nivel de satisfacción que tienen sobre la enseñanza-aprendizaje de los problemas en Matemática que conducen a ecuaciones lineales en las clases de Matemática y su aprendizaje.

La entrevista a los profesores para diagnosticar y explorar el estado actual de cómo se trabajan las relaciones interdisciplinarias con la Física en el proceso de enseñanza-aprendizaje durante de la resolución de problemas en Matemática que conduzcan a ecuaciones lineales en el décimo grado en el IPU “José Luis Dubrocq Sardiñas”.

Revisión del plan de clases de profesores Matemática y libretas a los estudiantes para analizar las relaciones interdisciplinarias con la Física durante la resolución de problemas en Matemática que conduzcan a ecuaciones lineales en el décimo grado. Revisión del plan metodológico del Departamento de Ciencias Exactas para conocer el estado actual en que se encuentra la preparación metodológica de los profesores. Se empleó el criterio de expertos, con la finalidad de valorar teóricamente la estrategia propuesta, así como las dimensiones y los indicadores determinados para la evaluación de la variable y obtener criterios sobre las actividades metodológicas.

Se emplearon como métodos estadísticos: Procedimientos de la Estadística Descriptiva para mostrar los resultados de la tabulación de los datos obtenidos con los instrumentos utilizados, determinar las distribuciones de frecuencias absolutas y porcentuales y sus representaciones gráficas. Método Delphi en el criterio de experto.

La población estuvo compuesta por 13 profesores del departamento de Ciencias Exactas además de 189 estudiantes de décimo del preuniversitario “José Luis Dubrocq Sardiñas”. La muestra estuvo compuesta por cuatro profesores de Matemática y 21 estudiantes del grupo uno de décimo grado.

El aporte práctico de la labor investigativa realizada consiste en una estrategia metodológica que aborda las relaciones interdisciplinarias de la Matemática con la Física para la resolución de problemas en la enseñanza-aprendizaje de la Matemática, la cual ha sido enriquecida como resultado del intercambio entre los profesores de Matemática y Física durante las actividades metodológicas desarrolladas en el Departamento en el marco del trabajo metodológico.

La novedad científica del trabajo radica en la conceptualización del establecimiento de las relaciones interdisciplinarias entre la Matemática y la Física durante la resolución de problemas que conducen a ecuaciones lineales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática en décimo grado y la integración de los procedimientos de solución heurísticos y metodológicos que se emplean tanto en la Matemática como en la Física para resolver problemas.

CAPÍTULO 1: LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN MATEMÁTICA: UN NODO INTERDISCIPLINARIO CON LA FÍSICA EN EL DÉCIMO GRADO

En el presente capítulo se abordan los fundamentos teórico-metodológicos que sustentan el proceso de investigación acometido, en correspondencia con la respuesta que se ofrece a la primera pregunta científica declarada en el diseño teórico metodológico. Se asumen conceptos y categorías relacionadas con la interdisciplinariedad, las relaciones interdisciplinarias, los nodos interdisciplinarios en la resolución de problemas y su importancia en el trabajo metodológico de los profesores y su colectivo.

1.1-Las relaciones interdisciplinarias en el proceso de enseñanza- aprendizaje en el preuniversitario

La ciencia, la tecnología y la pedagogía están en constante desarrollo y por eso siempre está presente la contradicción entre el nivel real que posee el personal docente y el necesario para desarrollar su trabajo con calidad y eficiencia, de ahí que, desde todos los puntos de vista, sea importante y fundamental, el constante perfeccionamiento de los conocimientos, sus métodos de trabajo, a la par de su nivel político-ideológico. Estar actualizado en los avances de la pedagogía, en las particularidades de la ciencia y la tecnología que incide en sus especialidades, constituyen responsabilidades injustificables del personal docente. Por consiguiente, la preparación que se lleva a cabo en la escuela, es factor determinante para que los docentes desarrollen su trabajo con calidad y la eficiencia que se requiere.

De acuerdo con las transformaciones que caracterizan a la Educación Preuniversitaria en Cuba, la interdisciplinariedad deviene como uno de los principios en los que se fundamenta el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Exactas. En este proceso la interdisciplinariedad se erige como criterio epistemológico y metodológico que a los docentes le brinda nuevas y variadas posibilidades en el difícil camino hacia el conocimiento integrado y su propio perfeccionamiento.

La formación de un pensamiento interdisciplinar propicia al estudiante los conocimientos y habilidades que le permitan integrar el volumen de información y conocimientos con que cuenta, donde no vea los fenómenos desde determinada ciencia, sino tal como se manifiestan en la naturaleza, autores como (Moloney, 2015), (Öksüz & Küçük, 2015), (Broggy, O'reilly, & Erduran, 2017), (Cepeda, Díaz, & Acosta, 2017) y (Ahandas & Brown, 2016), destacan la importancia de la formación de un pensamiento que les permita a los estudiantes la búsqueda de nexos y relaciones para interpretar fenómenos desde las ciencias y la vida cotidiana.

Como concepción integradora y actitud mental la interdisciplinariedad en el proceso de enseñanza-aprendizaje es un requerimiento innovador dirigido a superar un saber fragmentado, es una combinación ordenada de disciplinas y ciencias.

El análisis crítico de la bibliografía realizado por la autora, le ha permitido encontrar como antecedentes importantes investigaciones por estudiosos cubanos sobre el tema quienes relacionan la interdisciplinariedad con diferentes especialidades pedagógicas y profundizan en su tratamiento en los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje. Tal es el caso (Caballero, 2004) quien aborda la interdisciplinariedad como estructura didáctica en el componente académico, (Perera, 2004) sobre el enfoque interdisciplinar-profesional entre otros.

El colectivo de autores integrado por (Caballero, 2004) asocia la interdisciplinariedad como proyecto integrador del trabajo docente educativo y que en esencia contiene como elementos claves, el conocimiento profundo de las asignaturas, la actividad de las personas que la desarrollan, su cooperación, flexibilidad de análisis, comunicación, enriquecimiento mutuo de conocimientos, integración al grupo en la formación de valores, así como, la profundización y solución creativa de los problemas.

Según (Jiménez, 2007) el término interdisciplinariedad, desde su derivación original más elemental, expresa conexiones y mutuas influencias entre las disciplinas docentes, como expresión de las relaciones entre las respectivas ciencias con fines educativos y de formación profesional, pero que este significado resulta restringido, al quedarse por debajo de las expectativas que actualmente se le atribuyen al concepto.

Vista desde la preparación metodológica, el término interdisciplinariedad se concibe como 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, objetivando la formación integral de los alumnos, a fin de que puedan ejercer críticamente la ciudadanía mediante una visión global del mundo y ser capaz de enfrentar los problemas complejos, amplios y globales de la realidad en que viven.

El investigador Fiallo define la interdisciplinariedad como "...proceso y filosofía de trabajo, es una forma de pensar y de proceder para enfrentar al conocimiento de la complejidad de la realidad y resolver cualquiera de los complejos problemas que esta plantea..." (Fiallo J. , 2004, pág. 28), este autor acentúa su carácter de instrumento para desafiar los retos que impone el desarrollo del conocimiento y de la personalidad de manera integral, lo cual le concede importancia capital en las condiciones actuales del proceso de enseñanza-aprendizaje y en particular por las exigencias que resultan para la preparación de los docentes. Señala además que es una vía efectiva que contribuye al logro de la relación mutua del sistema de conceptos, leyes y teorías que se abordan en la escuela, por lo que son una condición didáctica que permite cumplir con el principio de sistematicidad de la enseñanza y asegurar el reflejo consecuente de las relaciones objetivas de la naturaleza y la sociedad, mediante el contenido de las diferentes asignaturas que integran el plan de estudio de la escuela actual.

Para (Caballero, 2004) la interdisciplinariedad es el verdadero lenguaje de la naturaleza y la sociedad, su existencia y movimiento, que se expresa en la enseñanza mediante situaciones de aprendizaje creadas con ese fin, reflejo de la realidad natural y social.

Este pedagogo señala que la interdisciplinariedad como reto pedagógico es multifactorial, complejo y difícil, ya que no basta el deseo de evidenciarla mediante situaciones de aprendizaje, sino saberla, o sea, cómo hacer comprender la realidad objetiva sin parcelas, en todas sus relaciones externas e internas.

(Álvarez, 2004) considera la interdisciplinariedad como una forma de aproximación al conocimiento que permite enfocar la investigación de problemas complejos de la realidad a partir de formas de pensar y actitudes asociadas a la necesidad de comunicarse, cotejar y evaluar aportaciones, integrar datos, plantear interrogantes, determinar lo necesario de lo superfluo, buscar marcos integradores, interactuar con hechos, validar supuestos, extraer conclusiones.

Esta valoración, permite enfocar a la interdisciplinariedad en tres dimensiones: la metodológica, la cognitiva y la axiológica (Castro, Moreno, & Bustamente, 2004).

Lo metodológico enfatiza en la dirección del proceso de resolución de problemas; lo cognitivo se refiere al conjunto de conocimientos: conceptos, leyes principios, teorías, procedimientos de las distintas asignaturas que se complementan o que guardan una estrecha relación entre ellos, como presupuestos del proceso de resolución de problemas y desde lo axiológico coloca a la interdisciplinariedad como elemento valorativo, actitudinal y de sentido para el docente que encierra la comprensión y transformación de su modo de actuación en el proceso de resolución de problemas.

(Addine & Garcia, 2004) identifican la interdisciplinariedad como principio que posibilita el proceso significativo de enriquecimiento del currículo y de los aprendizajes de los participantes que se alcanza como resultado de reconocer y desarrollar las interrelaciones existentes entre las diferentes disciplinas con objetos comunes, En este análisis se destaca la relación entre la interdisciplinariedad y el currículo, que propicia el enriquecimiento de los participantes y genera un proceso de síntesis del conocimiento.

Según (Salazar, 2004, pág. 45) "...en el contexto del proceso docente educativo, el concepto interdisciplinariedad abarca no solo 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...". Aquí se destaca no solo los nexos entre las asignaturas, sino también a las interrelaciones entre los modos de actuación de los docentes.

Por lo que la autora de esta investigación plantea que la interdisciplinariedad revela interrelaciones que generan síntesis en la que juega un papel fundamental la cooperación, la interrelación entre los docentes y un enriquecimiento recíproco, y como resultado la transformación del modo de actuación.

(González M. , 2015) plantea que el tratamiento de los contenidos con un enfoque interdisciplinar desde las disciplinas de las ciencias básicas en la enseñanza preuniversitaria, propiciará un aprendizaje que revela la construcción de nuevos significados a partir de los conocimientos que poseen los estudiantes; la posibilidad de aprender está, en relación directa con la cantidad y calidad de los aprendizajes anteriores y de las conexiones que se establecen entre ellos y el nuevo conocimiento.

En consecuencia con lo anterior (Llano, 2016) plantea que los estudios sobre la interdisciplinariedad consisten en fomentar la integración de ciencias particulares (disciplinas) en la solución de problemas reales; integrar el conocimiento, su metodología, sus tácticas y la realidad misma; mostrar la coordinación y participación de las ciencias particulares en sus niveles filosóficos, epistemológicos, en el planteamiento y solución de problemas; inducir la información de profesionales que busquen la síntesis del conocimiento dentro de los campos epistemológico e interdisciplinar y ofrecer alternativas de solución a problemas propios, racionalizando recursos disciplinarios, para que así la integración disciplinar se nutra y proyecte en la realidad en un sistema que propicie el desarrollo de la ciencia y el de la sociedad.

Un criterio similar defiende la interdisciplinariedad como principio para la preparación de los docentes y afirma que es necesario que piensen y actúen interdisciplinariamente ya que la interdisciplinariedad es una concepción integradora del trabajo del proceso docente educativo.

Sobre la base de las principales ideas expuestas, la autora considera necesario para la investigación asumir la posición de que distingue la interdisciplinariedad como principio “que determina en los profesores una actitud mental y una concepción integradora del proceso de enseñanza–aprendizaje, que en las condiciones actuales se identifica como exigencia del modo de actuación” (Jiménez, 2007, pág. 92).

Este modo de actuación requiere del establecimiento de relaciones interdisciplinarias, que según (Fiallo J. , 2004) estas no son sinónimo de interdisciplinariedad pues ellas son las que tienen que permitir en la escuela ese pensamiento, esa filosofía. Y define a las relaciones interdisciplinarias como: “una condición didáctica que permiten cumplir el principio de sistematicidad de la enseñanza y asegurar el reflejo consecuente de las relaciones objetivas vigentes en la naturaleza, la sociedad y el pensamiento, mediante el contenido de las diferentes disciplinas que integran el plan de estudio de la escuela” (Fiallo J. , 2004, pág. 30).

Según, (Salazar, 2004); (García, 2004); (Campos I. , 2014) existen varias clasificaciones de relaciones interdisciplinarias de acuerdo a los niveles de interdisciplinariedad que se asuma valoradas por diferentes

autores y en diferentes épocas históricas que tuvo su auge en Cuba en la década del 60 del siglo XX. Entre estas clasificaciones se consideran en un primer nivel a la multidisciplinariedad como una relación que entiende la cooperación entre disciplinas que tienen algo en común, un nivel intermedio denominado interdisciplinariedad en sentido estrecho y la transdisciplinariedad como un último nivel (Álvarez, 2004).

En consecuencia, las relaciones interdisciplinarias permiten coordinar y diseñar acciones entre las diferentes disciplinas del currículo que poseen diferentes perspectivas conceptuales y metodológicas. Ellas se tienen en cuenta en la preparación de los planes de estudios y se materializa en cada asignatura a través de los colectivos de profesores.

Para esta investigación, se asume la multidisciplinariedad como clasificación de las relaciones interdisciplinarias que se estudian para la integración de contenidos comunes entre la matemática y la física, en particular, pues se trata de encontrar información (tanto conceptual, como procedimental y axiológica) de otra disciplina, en este caso la Física para la formulación y resolución de problemas que conducen a ecuaciones lineales en el proceso de enseñanza de la Matemática.

Es por ello, que los profesores deben estar preparados para diseñar acciones interdisciplinarias en el desarrollo de sus funciones como docentes, por tanto, su preparación es un proceso intencionado y sistemático, dirigido a la preparación interdisciplinaria como resultado del perfeccionamiento de las relaciones de coordinación, cooperación y combinación del modo de actuación de los docentes a través del trabajo metodológico. La preparación de los docentes a partir de las transformaciones que se llevan a cabo en la Educación Preuniversitaria debe asumir una dimensión que complemente el conocimiento especializado de los docentes.

Por otra parte (García, 2018) expresa que en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática en el preuniversitario la interdisciplinariedad debe lograr la creación de capacidades, habilidades y hábitos intelectuales que contribuyan a formar los conocimientos, la búsqueda, procesamiento y valoración de información, promover un pensamiento y actitudes reflexivos y atender a las necesidades, intereses, estructuras cognitivas y afectivas y contextos de los estudiantes y al papel de las experiencias personales en los procesos de aprendizaje y su relaciones con la tecnología y la sociedad en un momento histórico concreto dado.

Es por ello que el proceso de enseñanza-aprendizaje no debe ser de forma espontánea, sino de manera pensada y precisa, donde el profesor conozca cómo se pueda manifestar la interdisciplinariedad y las relaciones interdisciplinarias que puedan establecerse a partir de la determinación de nodos interdisciplinarios entre las disciplinas que se desean integrar en dicho proceso.

En la bibliografía consultada se muestran diversos criterios sobre la denominación de nodos interdisciplinarios (Fernandez, 2000) determina nodos potenciales de articulación interdisciplinaria.

Según Caballero, un nodo interdisciplinario “es la agrupación del contenido en el que convergen elementos de este correspondientes a distintas disciplinas” (Caballero, 2001, pág. 10)

(Soler, 2012, pág. 32) propone como nodo interdisciplinario “aquel conocimiento o habilidad en torno al cual los estudiantes pueden desarrollar relaciones de dependencia o complementariedad con contenidos de las asignaturas o fuera del marco de estas, previamente aprendidos o que pueden adquirir de manera independiente”.

Por su parte, (Campos I. , 2014, pág. 44) se refiere a los nodos interdisciplinarios como “aspectos comunes en el contenido de una asignatura que se relaciona con el de otras. Es el contenido que permite un nivel de relación entre dos o más asignaturas y se distingue por su relevancia para la formación integral de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje”.

El estudio teórico realizado y la sistematización de las diferentes definiciones de nodos permiten identificar en su conceptualización elementos comunes, tales como: punto de acumulación de conocimientos (conceptos, principios, teorías); se concentra alrededor de un concepto o habilidad e integran contenidos que permiten la relación entre varias disciplinas.

La autora de la tesis concuerda con lo expresado por la doctora Campos I., sobre el concepto de nodo interdisciplinario, ya que no solo aborda la posibilidad de establecer relaciones entre asignaturas de una o varias disciplinas, sino que valora su repercusión en la formación integral del estudiante.

En relación con los procedimientos para la determinación de los nodos interdisciplinarios (Martínez, 2011, pág. 40) plantean que, “...varios autores coinciden en cuanto a las acciones necesarias para la determinación de los distintos tipos de nodos”. Las más consensuadas son: Analizar los programas, orientaciones metodológicas, libros de textos y cuadernos complementarios; consultar a tutores y especialistas de las asignaturas del área, en este caso de ciencias; identificar los elementos del conocimiento comunes de las asignaturas del área y determinar la interrelación de las habilidades intelectuales y docentes.

La determinación de los nodos interdisciplinarios se hace efectiva en el trabajo metodológico interdisciplinar de los profesores bajo ciertas condiciones, entre ellas, que posean una adecuada formación disciplinar, interés en llevar a cabo tareas interdisciplinarias que los profesores y alumnos se sientan motivados y entusiasmados por desarrollar una tarea de esta naturaleza al elegir un tema que se preste para el trabajo interdisciplinar, previamente construido un marco teórico referencial donde las disciplinas articulen los aspectos fragmentados.

De este modo, se ponen de manifiesto las funciones de la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje, a partir de la planificación de actividades de acuerdo a los objetivos de los programas, la búsqueda de los medios, métodos y formas de organización, para la ejecución de estas actividades de carácter interdisciplinar, debidamente controladas y evaluadas por sus integrantes.

Por la importancia para esta investigación, se hará referencia íntegra a un procedimiento dado por Álvarez“ para el establecimiento de relaciones interdisciplinarias: (Álvarez, 2004, pág. 11)

1. Estudiar los documentos rectores del nivel de enseñanza en cuestión, incluyendo los programas directores y de las distintas disciplinas del área.
2. Diagnosticar el contexto (alumnos, profesores, familia y comunidad)
3. Determinar los objetivos que se deben priorizar de acuerdo con el contexto, así como el problema que debe ser resuelto.
4. Construir el Marco referencial.
5. Elaborar las situaciones de aprendizaje que permitan el logro de los objetivos desde la óptica de distintas disciplinas. O sea, seleccionar los problemas, objetivos, contenidos, métodos, medios, formas organizativas y de evaluación (modelo didáctico).
6. Aplicar modelo didáctico que permita organizar el pensamiento de los alumnos y dirigir sus acciones hacia los objetivos propuestos.
7. Evaluar de conjunto con los alumnos (comunidad escolar y circundante) el interés, la significatividad y productividad de los aprendizajes y valores y actitudes reflejadas. La calidad de las tareas planteadas y su dirección por el docente”

Este procedimiento le permite a la autora de esta tesis seguir un proceder metodológico para elaborar las situaciones de aprendizaje, el cual se explica a continuación:

Se parte del estudio de los programas de las asignaturas de Matemática y Física, donde queda expresado en el tercer objetivo general de la disciplina en la Educación Preuniversitaria como un propósito de la enseñanza de la Matemática el establecimiento de relaciones interdisciplinarias (Rodríguez & Quintana, 2016, pág. 7).

La resolución de problemas aparece reflejada en la concepción metodológica de ambas asignaturas para el décimo grado y constituye un objetivo general de estas, por lo que se pudo inferir que se pueden establecer nexos y relaciones entre ellas, a través de la resolución de problemas, lo cual permite la sistematicidad en el método general de resolución de los problemas y la enseñanza de procedimientos metodológicos para su resolución (Rodríguez & Quintana, 2016), (Ortiz, Ferrer, Rodríguez, Santana, & Mora, 2016)

El proceso de diagnóstico resulta necesario para conocer el nivel de partida e indagar sobre el proceder metodológico de los profesores durante el proceso de enseñanza aprendizaje de la resolución de los problemas en el departamento de ciencias exactas y sobre el conocimiento que tienen los estudiantes del método general de resolución de los problemas y la utilización de procedimientos metodológicos para su resolución.

El análisis realizado permitió la determinación de la resolución de problemas como un nodo interdisciplinario entre la Matemática y la Física, para el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias.

Para poder elaborar situaciones de aprendizajes resulta necesario que los profesores de Matemática tengan claridad sobre los referentes teóricos que le permitan comprender la interdisciplinariedad, la determinación de los nodos interdisciplinarios y como estos permiten el establecimiento de relaciones de interdisciplinarias, así como, el Programa Heurístico General (PHG), construcción hecha por didactas cubanos que resulta el marco referencial desde la didáctica de la resolución de problemas en Matemática.

Para esta investigación la elaboración de las situaciones de aprendizaje serán problemas de Matemática con contenidos de Física que conduzcan a ecuaciones lineales, los que serán resueltos por los estudiantes durante en el proceso de enseñanza aprendizaje de la resolución de problemas en las clases de Matemática, ejemplo:

Una partícula se mueve en línea recta de modo que su posición está dada por la ecuación

$$X(t) = 4t + 3 \quad t: \text{ tiempo (s)}$$

- ¿En cuántos segundos la partícula recorre 11 m? ¿Qué tipo de ecuación utilizaste?
- Represente gráficamente dicha ecuación en un gráfico de $x(t)$.
- ¿El punto $(1; -4)$ pertenece a la ecuación presentada anteriormente?
- Determine la velocidad de la partícula 3 segundos después de iniciado el movimiento.

Son situaciones de aprendizaje en las clases de resolución de problemas durante el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática donde le estudiante desarrolle un rol protagónico y de conjunto profesor y estudiantes evalúan la actividad.

Un aspecto de relevante importancia es utilizar las potencialidades que brindan las ciencias para establecer relaciones entre las disciplinas del currículo, para lograr el éxito en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática, para alcanzar buenos aprendizajes en los alumnos a través de verdaderas situaciones de aprendizaje que pueden estar contextualizadas en problemas por resolver y que en el ámbito de las ciencias existen diversas concepciones en relación al concepto problema, lo cual será analizado en el próximo epígrafe.

1.2- La resolución de problemas en la enseñanza aprendizaje de las ciencias

La resolución de problemas es una actividad fundamental durante la enseñanza de la Matemática, Física y la Química, esto ha provocado que varios autores internacionales investiguen sobre el tema entre los que se encuentran (Polya, 1972), (Bugaev, 1989), (Perales, 1993), (Pozo, 1994), (Gil, 1995), (Fridman, 2001), (Mellado, y otros, 2014), (Ramos, Castro, & Castro-Rodriguez, 2016) (Moreno & Soto, 2016) y (Espinosa, 2017).

Existe una opinión mayoritaria entre algunos autores cubanos (Rizo & Campistrout, 2002), (Rivero & Torres, 2012), (Rebollar & Ferrer, 2014), (Almeida & Almeida, 2017), (Pino & Almeida, 2017), (Pérez, Rivero, Ramos, Sifredo, & Moltó, 2018), (Pino & Almeida, 2020), (Ferreira & Pino, 2020) y (Pino & Ferreira, 2020), al atribuir importancia a la resolución de problemas por el papel que desempeña en el desarrollo del pensamiento del estudiantado, además al analizar las causas que inciden en las dificultades de los alumnos para resolver problemas, plantean que están dadas porque no saben cómo actuar ante cada problema, unido a una falta de reflexión para enfrentarlo.

Una prueba fehaciente de la importancia que tiene que el estudiantado sepa resolver problemas, es su inclusión en el programa internacional para la Evaluación de Estudiantes o Informe PISA (por sus siglas en inglés Programme for international Student Assessment), un estudio llevado a cabo por la OCDE a nivel mundial que mide el rendimiento académico de los estudiantes en matemáticas, ciencias y lectura.

En el caso del estudio PISA 2018 en ciencias, como en matemáticas, “los resultados van referidos a una escala, que se divide en niveles de rendimiento para indicar la clase de tareas que los estudiantes son capaces de realizar con éxito cuando alcanzan un determinado nivel” (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2019, pág. 75), se aprecia que la resolución de problemas tiene un peso considerable en ellos.

Los resultados del estudio del 2018, demuestran que, para América Latina, este es un problema no resuelto, ya que el 80% de los alumnos de la región reprobó en las pruebas de comprensión lectora y matemáticas. “Los jóvenes latinos están en el nivel mínimo de competencia en estos aspectos académicos que permiten tener un buen desempeño escolar y generar habilidades para la vida laboral; alrededor de la mitad de sus estudiantes en los niveles más bajos de rendimiento” (Cordero, 2019), “nueve países latinoamericanos tienen a la mitad de sus estudiantes en los niveles más bajos de rendimiento” (Paúl, 2019).

Estos resultados revelan la necesidad de continuar investigando en el tema y les plantea a los docentes nuevos retos, como el de establecer relaciones interdisciplinarias en la resolución de problemas. Se debe trabajar para desarrollar el pensamiento del estudiante y en ese propósito uno de los elementos fundamentales es enseñarlo a resolver problemas en Matemática, siempre que “sea considerada una

actividad que implique pensar y usar conocimientos, algo más que usar operaciones numéricas” (Ramos, Castro, & Castro-Rodriguez, 2016, pág. 174), en el logro de este propósito los profesores desempeñan un papel importante.

Un aspecto importante al resolver problemas es su vínculo con situaciones y contextos de la vida diaria, estos se vienen utilizando desde hace varias décadas “como un importante recurso para la enseñanza de las ciencias con la finalidad de poner de manifiesto la relevancia del conocimiento científico, lo que ayuda a aumentar el interés de los estudiantes por su formación científica y favorecer una actitud más positiva hacia la ciencia” (Rodríguez & Blanco, 2021, págs. 1803-2).

En consecuencia, la resolución de problemas, inherente al pensamiento científico, ha sido muy estudiada en investigaciones tanto psicológicas como pedagógicas, sin embargo, en la enseñanza de la Matemática en la escuela y en especial en el preuniversitario se trabaja fundamentalmente con una acepción del concepto de problema, que lo reduce a ejercicios de aplicación y con texto. El análisis psicopedagógico de la enseñanza de la resolución de problemas reconoce como un momento inicial, esclarecer lo que debe asumirse por problema.

El concepto resolución de problemas, ha sido y es manipulado, tanto en el plano de la investigación como en el de la práctica educativa de las ciencias, con una gama de significados diferentes, entre ellos, como un complejo de materia al final de la unidad, como un medio para obtener un fin, como una habilidad, o como una situación típica, es decir, como una situación que se puede estructurar desde el punto de vista metodológico de forma análoga en cada ocasión que se presente en clases o parte de estas. También se estudia la resolución de problemas como una competencia la cual depende del dominio de la ciencia donde se desarrolla.

Así en el contexto educativo escolarizado, en Cuba, el colectivo de autores del libro de Didáctica de la Matemática caracteriza un problema como: "Un ejercicio que refleja, determinadas situaciones a través de elementos y relaciones del dominio de la ciencia o la práctica, en lenguaje común y exige de medios matemáticos para su solución. Se caracteriza por tener una situación inicial (elementos dados, datos) conocida y una situación final (incógnita, elementos buscados) desconocida, mientras que su vía de solución se obtiene con ayuda de procedimientos heurísticos" ..(Ballester, y otros, 1992, pág. 409)

Se llama problema a toda situación en la que existe “... un planteamiento inicial y una exigencia que obliga a transformarlo. La vía para pasar de la situación o planteamiento inicial a la nueva situación exigida tiene que ser desconocida y la persona debe querer hacer la transformación”.(Rizo & Campistrous, 2002, pág. 7)

(Espinosa, 2017, pág. 4) Considera que un problema matemático es una “situación que se le propone al estudiante para adquirir un conocimiento matemático nuevo, el cual requiere solución, pero que el método para hallarla no es tan obvio ni inmediato, por lo que hace pensar al estudiante”.

Estos autores al caracterizar el problema como tarea docente, resaltan rasgos esenciales como objeto a transformar en el proceso de resolución, señalando que este expresa una contradicción que no posee una solución inmediata; exige desarrollar acciones específicas tendientes a resolver la contradicción; demanda que exista un interés (de una o varias personas) por encontrarle solución (motivación); precisa aplicar conocimientos y diseñar un proceso de búsqueda que garantice la solución completa del problema; permite adquirir un nuevo conocimiento o fijar los ya existentes; posee diversas vías o métodos de solución y puede tener más de una solución o no poseer solución.

Desde el punto de vista didáctico estas definiciones ofrecen elementos para la selección de los problemas que se proponen a los estudiantes, tales como: naturaleza de la tarea, motivación por solucionarla, conocimientos necesarios para su resolución, apropiación de la contradicción (comprender el problema), percibir la posibilidad de resolverlo con sus conocimientos, explicitar la estrategia a utilizar, para lograr un cambio en el actuar y en el pensar del estudiante.

Se considera importante para que un alumno tenga éxito en la resolución de problemas debe tener adecuados recursos cognitivos y metacognitivos, es decir, conocimiento de sus propios procesos de pensamiento y la regulación de estos (Moreno & Soto, 2016).

Se requiere enfatizar en las potencialidades del autocontrol como un recurso necesario para el que aprende, porque hace consciente los logros y dificultades existentes al ejecutar una acción; los resultados que se obtienen proporcionan satisfacción y disposición favorables hacia el aprendizaje ante el éxito, o lo alertan a aumentar los esfuerzos para lograr las metas que se propone ante los reveses (aprender del error) (Almeida & Aportela, 2019).

La resolución de problemas es la esencia de las matemáticas y lo ha sido a lo largo de su desarrollo, pues desde tiempos remotos los problemas han sido el motor para la generación y el refinamiento de los conceptos matemáticos que han influenciado en su desarrollo y el de otras ciencias. Para el tratamiento de la resolución de problemas diversos investigadores han presentado diferentes modelos o métodos generales de resolución de problemas, siendo la Matemática la ciencia que tiene la primacía en este aspecto.

El matemático húngaro Polya, G. (1887-1985) en la década de los años 40 del siglo XX, enfrascado en sus estudios sobre la resolución de problemas matemáticos, retoma elementos de la heurística de la antigua ciencia griega y da paso a la heurística moderna, rescatando así la necesidad de convertir el proceso de

búsqueda de las proposiciones matemáticas y sus demostraciones en objeto de enseñanza, para el cual ofrece a los estudiantes recursos y un programa general de resolución de problemas. Según Polya, G.: “la heurística moderna trata de comprender el método que conduce a la resolución de problemas” (Polya, 1972, pág. 102)

Su propuesta volvió a la luz en el ámbito internacional, a partir del auge de las corrientes didácticas sobre la enseñanza problémica y la enseñanza por problemas en la década de los años 80 del siglo XX. A partir de entonces la heurística comienza a ser ampliamente difundida y se multiplican las experiencias para aplicarla en la enseñanza de la Matemática, él propone una serie de pasos a tener en cuenta al resolver un problema (Polya, 1972, pág. 18): comprender el problema, concebir un plan, ejecución del plan y examinar la solución obtenida.

Schoenfeld (1985), inspirado en las ideas de Polya, diseña uno de los modelos más completos, sobre todo en estrategias heurísticas. Este autor no hace referencia a pasos o etapas, él las llama fases. En este modelo distingue también cuatro fases y considera las siguientes: “análisis, exploración, ejecución y comprobación” (Almeida & Borges, 1999, pág. 6).

Este modelo es uno de los más completos, sobre todo en lo que se refiere a las estrategias heurísticas, fue uno de los primeros investigadores que vislumbró que la resolución de problemas no puede ser vista únicamente desde una óptica exclusivamente cognitiva. De hecho, este autor planteó la existencia de un sistema de creencias que orienta las acciones que se ejecutan durante la resolución de problemas.

Perfecciona la metodología para la resolución de problemas propuesta por Polya, principalmente las heurísticas y clasifica en cuatro categorías el conocimiento y las actitudes necesarias en la resolución de problemas. Estas son: los recursos, las heurísticas, el control y los sistemas de creencias. Por una parte, cuando se habla de recursos se refiere a los conocimientos matemáticos que poseen las personas y que pueden ser empleados al resolver un problema. Por otro lado, las creencias están constituidas por lo que se piensa acerca de las matemáticas, de uno mismo, entre otras, e influyen en las decisiones que se toman durante el proceso de resolución.

Cuando se tiene un problema por resolver usualmente no se cuenta con una estrategia determinada para encontrar su solución, es aquí donde se percibe el papel que juegan las heurísticas. Estas son técnicas o sugerencias que sirven para comprender mejor un problema, y con frecuencia permiten resolverlo.

Con el fin de que las heurísticas propuestas fueran más fáciles de comprender y utilizar, Schoenfeld desglosa las heurísticas utilizadas frecuentemente para resolver problemas, estas son: “el análisis, la exploración y la verificación de la solución” (Schoenfeld, 1992, pág. 15). El análisis, en ella se logra la comprensión del

problema, la exploración, que es donde las estrategias de resolución de problemas entran en juego y la verificación de la solución, se trata de revisar el proceso de resolución para identificar “errores de dedo”, para encontrar otra manera de resolver el problema, o bien para considerar la posibilidad de usar la solución al resolver otros problemas

Para Fridman el proceso de resolución de los problemas en Matemática se puede dividir en ocho etapas, estas son: análisis del problema; escritura esquemática del problema; búsqueda del plan de solución; ejecución del plan de solución; investigación del plan de solución; investigación del problema; formulación de la respuesta al problema y análisis final de la solución del problema. (Fridman L. , 2001, pág. 35)

(Guzmán, 1991, pág. 22), orienta y anima al alumno a partir de los cuatro pasos de Polya, proponiendo la siguiente estrategia de resolución: familiarízate con el problema, búsqueda de estrategias, lleva adelante tu estrategia, revisa el proceso y saca consecuencias de él.

(Campistrous & Rizo, 1996, pág. 63), opina que en el proceso de resolución de los problemas se deben describir los procedimientos en acciones para el alumno, proponiendo lo siguiente: ¿Qué dice?, ¿Puedo decirlo de otra forma?, ¿Cómo lo puedo resolver?, ¿Es correcto lo que hice? ¿Existe otra vía? ¿Para qué otra cosa me sirve?

(Mazarío, 2002, pág. 43), propone el siguiente sistema de acciones para resolver problemas de Matemática: analizar el problema, generar estrategias de trabajo, valorar las consecuencias de la aplicación de la estrategia que se considere más adecuada, ejecutar o desarrollar la estrategia seleccionada y evaluar los logros y dificultades durante la ejecución.

(Del Moral & Cuesta, 2019, pág. 17), en el marco del proyecto “Matemática para todos” con el objetivo de incentivar la calidad de la enseñanza de esta asignatura, a través del fortalecimiento de la práctica didácticas de los docentes al resolver problemas, se propone una metodología que tiene en cuenta los siguientes pasos: leer la situación, entender el sentido de la situación, crear una conjetura, aplicar una estrategia de solución, validar el resultado, modificar la conjetura si es necesario y confrontar.

De lo analizado hasta aquí se puede apreciar que las investigaciones sobre resolución de problemas empezaron a explorar nuevos factores más allá de los puramente cognitivos. En este sentido, los procesos de resolución de problemas “resultan de una compleja interacción entre el conocimiento base, las estrategias cognitivas y metacognitivas, las experiencias previas, los sistemas de creencias y los factores sociales” (Alabau, Solaz-Portales, & Sanjosé, 2020, págs. 1102-2).

La resolución de problemas ocupa un lugar preeminente en las actividades de aprendizaje de la Física y por ello, muchos investigadores han puesto su punto de mira en esta actividad (Ferreira, 2020).

Se precisa en el programa de Física para el nivel preuniversitario, que su enseñanza no puede prescindir de las ideas metodológicas principales las cuales reflejan la concepción de la asignatura, en una de ellas se precisa “el planteamiento y resolución de problemas, basado en el enfrentamiento a situaciones problemáticas de interés, como el centro de la concepción metodológica de la asignatura” (Ortiz, Ferrer, Rodríguez, Santana, & Mora, 2016, pág. 5).

En Física para el tratamiento de la resolución de problemas diversos investigadores han presentado diferentes modelos o métodos generales de resolución de problemas, entre los que se encuentran:

(Sifredo & González, 1988, pág. 18), como parte de las orientaciones metodológicas para la solución de problemas en la asignatura Física de preuniversitario, propone un método general llamado “método de los cuatro pasos”, que tiene su origen en las matemáticas y ha sido adecuado a la resolución de los problemas de Física. El mismo contiene los siguientes pasos: Comprensión del problema, análisis de la solución, solución del problema y comprobación de la solución.

(González, Pérez, & Acosta, 2018, pág. 24), en el marco del tercer perfeccionamiento del Sistema Nacional de Educación, plantean que un problema ya sea académico o de la vida cotidiana, para resolverlo con efectividad deben tener en cuenta los siguientes aspectos: Interpretar bien el problema; buscar la vía de solución o estrategia de solución; ejecutar la estrategia de solución; comprobar si la solución es correcta y divulgar los resultados de la solución del problema.

(Pino & Ferreira, 2020, pág. 4), al tratar el proceso de resolución de problemas reconocen cuatro pasos fundamentales, estos son: Comprensión del problema; planificación de la resolución; solución del problema y comprobación de la solución.

Como se puede apreciar en todos estos modelos o métodos generales de resolver problemas, tanto en Matemática como en Física, tienen un primer momento dedicado a la comprensión del problema, después pasan al análisis de qué estrategia utilizar, la ejecutan y posteriormente evalúan la solución del problema; en cada uno de los pasos o etapas, los diferentes autores proponen algunos procedimientos a utilizar, para tales fines. Por lo que la autora de esta investigación considera que es posible el establecimiento de relaciones interdisciplinarias entre la Matemática y la Física al resolver problemas.

Para la resolución de problemas se han desarrollado programas heurísticos, en medio de los cuales hay que tomar decisiones que le dan su carácter heurístico. El más universal de ellos se conoce con el nombre de Programa Heurístico General (PHG), en los que se combinan de manera ordenada medios y procedimientos heurísticos (principios, reglas y estrategias) para solucionar tareas complejas.

Basados en los modelos descritos anteriormente, los didactas cubanos conformaron un modelo de Programa Heurístico General para la resolución de problemas (en sentido amplio) como una secuencia de acciones delimitada por las etapas principales del proceso general de resolución de un problema a través de la aplicación de procedimientos heurísticos que impulsan y ayudan, tanto al profesor como al alumno encontrar la vía y los medios para concebir el plan de la solución, lo cual reproduce la lógica misma de ese proceso. Dicho programa está compuesto por las siguientes fases y tareas principales:

FASES FUNDAMENTALES	TAREAS PRINCIPALES
1. Orientación hacia el problema	Comprensión del problema
2. Trabajo en el problema	Búsqueda de la idea y del plan de la solución. Incluye reflexiones sobre: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Medios matemáticos ➤ Vía de solución
3. Solución del problema	Ejecución del plan
4. Evaluación de la solución y de la vía	Comprobación de la solución Reflexión sobre los métodos aplicados.

Tabla 1. Programa Heurístico General para la resolución de problemas.(Ballester, y otros, 1992)

En el proceso de resolución de problemas se asumen las posiciones del Enfoque Histórico Cultural, asociado a los resultados de L. Vigotsky y Talízina, se reconoce el papel del desarrollo individual en el colectivo, del desarrollo integral de la personalidad y el papel preponderante de las condiciones sociales e históricas, así como el rol de la actividad en la conformación de la personalidad.

En este enfoque las acciones humanas se conciben basadas en procedimientos de diferentes tipos, uno de ellos está encaminado a realizar tareas concretas cuyas acciones y operaciones están bien determinadas y se realizan siempre de la misma forma (procedimientos algorítmicos); otros tienen un carácter generalizador, cuyas acciones no tienen un contenido concreto, sino que constituyen esquemas de acciones aplicables en muchas situaciones de diferente contenido durante la enseñanza de las ciencias. Se sostiene por (Talízina, 1992) que tales procedimientos generalizados deben ser objeto de enseñanza pues reducen el volumen de contenido a aprender y preparan al hombre para enfrentarse a verdaderas situaciones problema.

Los procedimientos heurísticos son recursos que despliegan formas de trabajo y de pensamiento, basadas en operaciones lógicas, para la realización consciente de actividades mentales que guían la toma de decisiones y el avance hacia el descubrimiento en la resolución de una tarea compleja o problema.

Para estructurar el aprendizaje de los procedimientos de resolución de problemas se requiere de manera individual determinar (diagnosticar) la Zona de Desarrollo Próximo, que expresa la relación interna entre la enseñanza y el aprendizaje. Según esta información cada estudiante debe trabajar sobre las fronteras de su propio conocimiento.

En su forma general, el proceso de enseñanza - aprendizaje de los procedimientos de resolución de problemas en Matemática constituye un sistema donde sus categorías principales son la enseñanza y el aprendizaje; se estructura en una concepción desarrolladora, lo que involucra una comunicación y actividad intencionales, cuyo accionar didáctico genera estrategias de aprendizaje para el desarrollo integral de la personalidad y autodeterminación del estudiante. Este proceso está conformado por leyes y componentes estructurados como un todo. La relación y dependencia entre sus componentes revelan su carácter científico y humanista, que puede ser extrapolado a la resolución de un problema enmarcado en otras ciencias, como la Física.

Lo anteriormente expuesto, permite a la autora considerar el proceso de resolución de problemas, como un nodo interdisciplinario que permite establecer relaciones interdisciplinarias entre las ciencias, en particular entre la Matemática y la Física. Este acercamiento a una concepción interdisciplinaria como método de trabajo y como forma de pensar contribuye al logro de uno de los objetivos más anhelados de la educación cubana incluidos en todos los planes de estudio de los diferentes niveles educacionales que es la obtención de una concepción científica del mundo y prepararse para la vida, como se expresa en el fin de la Educación General (ICCP, 2016).

1.3. Las relaciones interdisciplinarias de la Matemática con la Física durante la resolución de problemas que conducen a ecuaciones lineales en décimo grado

Los procesos de enseñanza – aprendizaje en su forma general constituyen un sistema donde sus subsistemas son la enseñanza y el aprendizaje; se estructuran en una concepción desarrolladora, lo que implica una comunicación y actividad intencionales, cuyo accionar didáctico genera estrategias de aprendizaje para el desarrollo integral de la personalidad y autodeterminación del educando. Así la teoría del conocimiento, que tiene en sus bases el principio del reflejo condicionado, constituye el fundamento filosófico de los conocimientos y métodos de las Didácticas de la Matemática y de la Física.

Este proceso lo rigen leyes y componentes estructurados como un todo asumidos desde la Didáctica General. Entre los componentes personalizados están: objetivo, contenido, método, medios, formas de organización y evaluación y los personales: profesor, estudiante y grupo. La relación y dependencia entre estos componentes revelan su carácter científico y humanista.

La disciplina Matemática en el preuniversitario sistematiza y profundiza los contenidos matemáticos de las educaciones precedentes, a partir del orden lógico de líneas directrices y de situaciones típicas, que constituyen dos presupuestos teóricos fundamentales de la Didáctica de la Matemática en Cuba.

Las líneas directrices, actúan como lineamientos que atraviesan la enseñanza de la Matemática y “permiten reconocer lo esencial a lograr desde el punto de vista de los objetivos en los niveles, grados y en el subsistema de Educación General, lo que posibilita hacer inferencias en relación con la selección y ordenamiento de los contenidos y la orientación didáctica de su tratamiento”.(Ballester S. y., 2018, pág. 71)

Los didactas cubanos establecieron una clasificación de las líneas directrices a partir de la lógica y la sistemática de la ciencia matemática, a la necesidad de concentrarse en lo esencial en virtud de las limitaciones de tiempo durante la etapa de tránsito por el subsistema de educación general, a la valoración de la aplicación de los contenidos en la vida cotidiana y profesional o la trascendencia de estos para la interpretación de los hechos y fenómenos de la sociedad, así como a la preparación a tiempo de las condiciones necesarias para introducir, ampliar y profundizar el contenido matemático y el de otras asignaturas (Jorge & Valdivia, 2020).

Las líneas directrices se entrelazan en el proceso de enseñanza aprendizaje de un determinado contenido y para facilitar su estudio, estas se presentan en dos grandes grupos de la manera siguiente:

- I. Líneas directrices relativas a conocimientos, habilidades y formas de pensamiento matemático específicas.
- II. Líneas directrices relativas a habilidades, capacidades y hábitos matemáticos de carácter más general, que requieren también del desarrollo de cualidades, convicciones y actitudes (Rodríguez & Quintana, 2016)

En esta investigación se profundiza en el estudio de la línea directriz “trabajo con variables, ecuaciones, inecuaciones y sistemas de ecuaciones e inecuaciones” (grupo I) y la línea directriz “formular y resolver problemas” (grupo II) y su entrelazamiento con las demás, pues en el décimo grado, estas se desarrollan en la Unidad 2: Trabajo con variables, ecuaciones, inecuaciones y sistemas de ecuaciones y tiene como objetivo, entre otros:

“Resolver problemas – relacionados con la educación patriótica, ciudadana y jurídica; científica y tecnológica; para la salud y la sexualidad con enfoque de género; estética; politécnica, laboral, económica y profesiones; para la comunicación; ambiental para el desarrollo sostenible y para la orientación y proyección social – que se modelen con ecuaciones e inecuaciones lineales, modulares simples, cuadráticas y

fraccionarias, así como con sistemas de ecuaciones lineales y cuadráticos” (Rodríguez & Quintana, 2016, pág. 16).

Para el logro de este objetivo se propone el contenido: Resolución y formulación de problemas relacionados con el concepto de ecuación, la resolución de ecuaciones lineales y cuadráticas.

El otro presupuesto teórico, las situaciones típicas de la enseñanza de la Matemática, se caracterizan por ser momentos didácticos, que se asemejan mucho por sus objetivos de aprendizaje, por los procedimientos que se utilizan o por la manera de organizar en ellos las actividades de los profesores y los alumnos.

En consecuencia, las situaciones típicas que se estudian en la enseñanza de la Matemática (Zilmer, 1981), (Ballester, y otros, 1992), (Torres, 2000), (Valdivia & Naveira, 2020) se refieren al tratamiento metodológico de: Conceptos y sus definiciones; procedimientos algorítmicos; teoremas y sus demostraciones; ejercicios de aplicación y con texto (problema en sentido estrecho) y ejercicios geométricos de construcción.

El concepto de situaciones típicas de enseñanza de la Matemática fue extrapolado por Villegas hacia la enseñanza de las ciencias. Al respecto expresa: “la descripción de las situaciones típicas de enseñanza de las ciencias puede ser muy útil para enfatizar las relaciones interdisciplinarias en una perspectiva que permita apreciar y analizar lo que es común en el aspecto interno de los métodos que se utilizan en las clases de diferentes asignaturas” (Villegas & Placeres, 2004, pág. 205).

En consecuencia, clasifica las situaciones típicas de la enseñanza de las ciencias como el tratamiento metodológico de: Conceptos y definiciones; juicios, leyes, inferencias y demostraciones; razonamientos y resolución de problemas.

Para esta investigación la autora se detiene en el estudio de la situación típica tratamiento metodológico de ejercicios de aplicación y con texto (los ejercicios de aplicación y con textos se entienden en la Didáctica de la Matemática como problemas en este sentido estrecho) que guarda una fuerte relación con la citada situación típica de las ciencias tratamiento metodológico de razonamientos y resolución de problemas.

De acuerdo con lo expresado en el Programa de la asignatura Matemática en décimo grado: “el eje central de la concepción general del trabajo en la asignatura Matemática lo constituye la formulación y resolución de problemas, de ahí es, que la comprensión y aplicación por los estudiantes de los contenidos de cada núcleo debe apoyarse en las relaciones con otros, como expresión de la interrelación de las líneas directrices”(Rodríguez & Quintana, 2016, pág. 5).

En el proceso de resolución de problemas, es indispensable el trabajo con variables. La declaración de variables en el proceso de modelación de manera acertada, es esencial para una comprensión exitosa del

problema, al traducir del lenguaje común al algebraico a través de una fórmula o ecuación, lo que se desea encontrar a partir de los elementos dados.

El trabajo con variables es una de las herramientas más importantes para el cálculo y la modelación en la matemática. Es por ello que a lo largo de toda la enseñanza se le presta especial atención. A partir del sexto grado, los alumnos desarrollan un procedimiento algorítmico para resolver ecuaciones lineales elementales, donde el dominio de definición de las variables es el dominio de los números fraccionarios o un subconjunto de este.

En la secundaria básica, se consolidan y sistematizan los conocimientos y habilidades matemáticas sobre el trabajo con variables que poseen los alumnos de la escuela primaria y se estudian los elementos del tecnicismo algebraico, que permiten ampliar su utilización, en tanto las variables se usan como símbolos con los cuales se opera, recurso para expresar reglas y leyes de cálculo y hacer generalizaciones, como parámetros y como cantidades variables en una función. En este nivel se formalizan conceptos asociados al de ecuación, como el de transformación equivalente. Las ecuaciones que se plantean, construyen o resuelven son más complejas como resultado del dominio de las operaciones con polinomios, del manejo de los signos de agrupación y de la extensión de su dominio básico de solución al conjunto de los números racionales.

Apoyado en el estudio de las funciones lineales, se estudia la solubilidad y los métodos de resolución de los sistemas de dos ecuaciones lineales con dos variables. Posteriormente se elaboran procedimientos para la determinación de las soluciones reales de ecuaciones cuadráticas, lo que permite ampliar el campo de las aplicaciones, en particular, en las asignaturas de ciencias.

En la Educación Media Superior continúan desarrollando habilidades en la resolución y determinación de parámetros de algunos tipos de ecuaciones e inecuaciones algebraicas en una variable, que se resuelven por descomposición en factores, de ecuaciones con radicales, así como de sistemas de ecuaciones e inecuaciones a lo sumo de segundo grado. Este trabajo prosigue con el tratamiento de las ecuaciones e inecuaciones exponenciales, logarítmicas y trigonométricas y concluye con el planteamiento del teorema fundamental del Álgebra, por lo que conocen que en el dominio de los números complejos toda ecuación algebraica de grado n tiene exactamente n raíces complejas y pueden hallar los ceros de un polinomio de grado n en \mathbb{C} .

La autora considera que es conveniente, antes de iniciar la resolución de las ecuaciones lineales, recordar brevemente el procedimiento de solución que puede introducirse a través de un problema o a partir de ejemplos para que identifiquen y elaboren con sus palabras un procedimiento general para su resolución,

concluyendo que: En la ecuación lineal se despeja la variable, que solo aparece elevada al exponente uno, transponiendo los términos que la acompañan.

Por ejemplo: $3x - 9 = 27$

$$3x = 27 + 9$$

$$3x = 36$$

$$x = 12$$

Un proceder algorítmico muy sencillo, pero que trae dificultades en los alumnos si no se realiza un adecuado tratamiento didáctico. De hecho, en la práctica, resolver una ecuación lineal aparece relacionado con un trabajo intenso algebraico, como son: consideración del orden de las operaciones, eliminación de signos de agrupación (llaves, corchetes y paréntesis), agrupación y simplificación de términos semejantes, despeje de la variable, comprobación, conjunto solución (unitario o vacío, este último depende del dominio numérico) y en un nivel más exigente la modelación de la ecuación a partir de la traducción del lenguaje común al algebraico durante el proceso de resolución de problemas, que en esta investigación se refiere al lenguaje de la física como ciencia.

Es por ello, que igual que en la Didáctica de la Matemática, los investigadores en la Didáctica de la Física han aportado valiosos resultados relacionados con la resolución de problemas.

En el epígrafe anterior se valoró que existe relación entre los pasos o etapas que se proponen en Matemática y en Física para resolver problemas. La comprensión del problema constituye la primera etapa que debe acometer el estudiante para enfrentar la resolución de un problema, una vez comprendida la situación planteada se basa a la búsqueda de la estrategia de solución a continuación se presentan algunos procedimientos metodológicos, relacionados con ellas (Pino & Almeida, 2020), estos son:

- Lectura analítica del problema.
- Reconocimiento de palabras – claves.
- Interpretación del significado físico (matemático) de lo que dice el problema.
- Descripción verbal del problema.
- Realización de gráficos, esquemas o bocetos que representen lo planteado en el problema, señalando en él los elementos necesarios.
- Precisión de la problemática abordada.
- Realización de un estudio cualitativo del problema.
- Selección de las condiciones y exigencias.
- Reformulación del problema

Relacionados con la búsqueda de las estrategias de solución.

- Consideración de la parte principal del problema.
- Consideraciones de analogías con algún problema ya resuelto.
- Reducción a otro problema ya conocido.
- Relación de lo dado con lo buscado a partir de los datos que se tienen
- Aplicación de una estrategia de razonamiento de acuerdo al tipo de problema.

Para resolver un problema es necesario conocer cómo es “...lo primero que deseamos saber es: ¿de qué problema se trata?, ¿de qué tipo es? En otras palabras, es necesario reconocer el tipo de problema.” (Fridman L. , 2001, pág. 58). Tipificarlo facilita la búsqueda de la vía de solución, pues posibilita plantear interrogantes para estructurar su estrategia de razonamiento.

- Cualitativo ¿Qué fenómeno se estudia? ¿Cuál es el concepto estudiado? ¿Qué ley física le da respuesta?
- Cuantitativo. ¿Existe relación entre las magnitudes que se expresan en el problema? ¿Qué falta todavía?, ¿Cómo determinar lo que falta? ¿Qué vía de solución aplicar? ¿Qué método usar para obtener lo buscado?
- Gráfico. ¿Cuáles son las magnitudes que se relacionan en el gráfico? ¿Qué información brinda la gráfica? ¿La forma de la curva sugiere alguna información?
- Experimental. ¿De qué instrumentos de medición dispongo? ¿Qué magnitudes se pueden determinar? ¿Se puede determinar experimentalmente lo que se busca para justificar la exigencia del problema? ¿Cómo proceder?
- Abiertos. Emitir hipótesis. ¿De qué factores puede depender la magnitud que se buscaba? ¿Cuál es la forma de dependencia? Diseñe y aplique posibles estrategias de resolución. ¿Qué vías de resolución aplicar?

En la implementación de los procedimientos de resolución de problemas no se aplican solo los conocimientos conceptuales (empíricos y teóricos) y las habilidades que se poseen para poder explicar el cómo y el porqué de las contradicciones que reflejan los mismos. El saber es necesario, pero no es suficiente para resolver el problema. Necesita saber hacer y para ello requiere utilizar los procedimientos (conocimientos procedimentales); en la resolución de problemas el alumno también demanda emplear habilidades generales y específicas de la ciencia.

Se considera que un conocimiento es procedimental, cuando les proporciona a los alumnos la posibilidad de “...hacer algo, a partir de ejecutar un conjunto de acciones concretas que constituyen un modo de lograr el

objetivo general, apoyados en los conocimientos conceptuales y las habilidades necesarias para ello”. (Pino & Filenko, 2017, pág. 1). De existir carencias de estos conocimientos, provoca que los alumnos no pueden orientarse ante el problema, ni elaborar un plan para resolverlo “comienzan a responder casi inmediatamente después de la primera lectura” (Pérez N. , 2012, pág. 158), sin lograr éxitos en el proceso de resolución.

El profesor de Matemática y Física como facilitador del proceso de enseñanza – aprendizaje de la resolución de problemas, requiere crear las condiciones y vías para propiciar el aprendizaje de los procedimientos metodológicos para esta actividad, y así, “potenciar en los estudiantes el tránsito progresivo hacia la autonomía y la independencia, estimular la autorreflexión y el autocontrol” (Almeida & Aportela, 2019, pág. 268), la forma en que abordan los problemas, resulta necesario enseñar determinados procedimientos metodológicos.

El control es la cuarta etapa o paso del proceso de resolución de problemas, se considera que incluye la evaluación de la solución y de la vía empleada, lo que requiere realizar la comprobación de la solución, la evaluación de la vía y consideraciones perspectivas.

La comprobación de la solución y la determinación del número de soluciones, necesita verificar su validez, esto se hace al verificar si el resultado satisface todas las exigencias del problema, según las relaciones que se establecen en el texto, o comparando la posible solución con la estimación, o resolviendo el problema por otra vía; o analizando si la solución es lógica en la práctica. Conviene decidir cuál de estas formas emplear, según el tipo de problema. Una vez convencidos de la validez de la solución, se formular de manera precisa la respuesta al problema.

En la evaluación de la vía se analiza y valora el método empleado para resolver el problema, con el fin de determinar cuán eficiente es, si puede ser mejorado o no y si puede ser aplicado a alguna clase general de problemas.

El estudiante en el proceso de enseñanza – aprendizaje en la resolución de problemas debe caracterizarse por ser protagonista del proceso y no un simple espectador, debe asumir su propio aprendizaje y responsabilizarse con él; participar activamente en todos los momentos que propicia un aprendizaje eficaz para así lograr una formación y desarrollo del pensamiento matemático para que pueda enfrentar y dar solución a los problemas de la vida diaria. Esta alta responsabilidad, exige del profesor la eliminación de todo esquematismo y formalismo en el proceso de enseñanza, lo que constituye una necesidad.

Así, una relación interdisciplinaria entre la Matemática y la Física, puede establecerse a través de la resolución de problemas, asumidos aquí como ejercicios de aplicación y con texto de la física, como un nodo

interdisciplinario principal, que contiene, además, otros nodos interdisciplinarios de carácter conceptual, procedimental y axiológicos como se muestra en la tabla siguiente:

MATEMÁTICA	FÍSICA
Resolución de problemas (Nodo principal)	
Trabajo con cantidades y unidades de Magnitud (Escalares y vectoriales)	Cálculo de velocidad. Fuerza, aceleración, desplazamiento, tiempo, masa. Unidades de medida. Operaciones con vectores. Mediciones
Trabajo con fórmulas	Uso, despeje y cálculo con fórmulas.
Números	Cálculos numéricos con operaciones aritméticas. Redondeos.
Trabajo con ecuaciones	Resolución de ecuaciones a partir de una fórmula.
Funciones	Modelación de situaciones asociadas a conceptos y fenómenos físicos. Propiedades.
Aspectos generales del pensamiento	Desarrollo de habilidades mentales, razonamientos, comprensión del problema.
Trabajo con tablas y gráficos	Uso de gráficos. Interpretación de tablas y gráficos.
Uso de la Geometría y la Trigonometría	Cálculo de seno, coseno y tangente. Aplicaciones. Sistemas de coordenadas.
Relaciones matemáticas generales	Relaciones con los signos. Teorema de Pitágoras. Empleo de propiedades y teoremas.

Tabla 2. Nodos interdisciplinarios entre la Matemática y la Física durante la resolución de problemas en décimo grado.

El conocimiento de estos nodos interdisciplinarios en general, puede llevar al profesor de Matemática a elaborar problemas con contenido de la física en particular como se expone a continuación:

Una partícula se mueve en línea recta de modo que su posición está dada por la ecuación

$$X(t) = 4t + 3 \quad t: \text{ tiempo (s)}$$

- ¿En cuántos segundos la partícula recorre 11 m? ¿Qué tipo de ecuación utilizaste?
- Represente gráficamente dicha ecuación en un gráfico de $x(t)$.
- ¿El punto (1; -4) pertenece a la ecuación presentada anteriormente?
- Determine la velocidad de la partícula 3 segundos después de iniciado el movimiento. Esta será la velocidad media o la instantánea. Explique.

En este problema, para el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias entre la matemática y la física, se seleccionaron los nodos interdisciplinarios asociados a la resolución de problemas siguientes: Magnitudes (desplazamiento, tiempo, velocidad), Fórmulas (cálculo de velocidad), Ecuaciones (lineal), Funciones lineales (desplazamiento, velocidad), Gráficas (recta en sistema de coordenadas cartesianas), Números (Cálculo) y aspectos generales del pensamiento a través del nodo principal resolución de problemas que se desarrolla a partir de la integración entre el Programa Heurístico General que promulga la Didáctica de la Matemática y los procedimientos metodológicos que asume la Didáctica de la Física.

La resolución de problemas en el salón de clase empleando el método de elaboración conjunta, permite la enseñanza de los procedimientos metodológicos para la resolución de problemas y su relación con los impulsos que puede brindar el profesor como ayuda a los estudiantes que presentan dificultades en correspondencia con el programa heurístico general.

Otra vía para enseñar los procedimientos puede ser elaborar tarjetas de trabajo donde aparezca la relación entre los impulsos y los procedimientos metodológicos (Anexo 1). Esta debe ser entregada a los estudiantes para su estudio y posterior análisis, el empleo de ella al resolver un problema por los estudiantes no será igual para todos, ya que depende de la necesidad que tengan, así algunos la dejaron de utilizar más rápido que otros.

El trabajo metodológico que realiza el profesor de Matemática, constituye la vía fundamental para el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias entre esta asignatura y la Física, a esto contribuye el hecho que los departamentos docentes son multidisciplinarios, como es el caso del de Ciencias Exactas, autores como (Santos, y otros, 2017) y (Quintero, Disotuar, & Guilarte, 2018) destacan el papel que desempeña el trabajo metodológico para el logro de estas relaciones.

El trabajo metodológico es: “el sistema de actividades que de forma permanente y sistemática se diseña y ejecuta por los cuadros de dirección, funcionarios y los profesores en los diferentes niveles y tipos de Educación para elevar la preparación político-ideológica, pedagógico- metodológica y científico-técnica de los funcionarios en diferentes niveles, los profesores graduados y en formación (...) en correspondencia con los objetivos del sistema educativo cubano” (MINED, 2014, pág. 1)

Uno de los niveles organizativos funcionales para el trabajo metodológico, es el colectivo de asignatura, “este se reúne semanalmente y participan los profesores que trabajan en la misma asignatura” (MINED, 2014, pág. 20). Debe garantizar la preparación básica de los profesores en los contenidos y en su tratamiento metodológico, donde se reflejen su vínculo con la vida. Este es un espacio propicio para el intercambio y el análisis de cómo se pueden establecer las relaciones interdisciplinarias durante el proceso de enseñanza

aprendizaje de la resolución de problemas que conducen a ecuaciones lineales con los contenidos físicos, a partir del modelo o método general de resolución de problemas a utilizar, la enseñanza de procedimientos metodológicos y qué nodo interdisciplinario revelar.

El trabajo metodológico que realiza el profesor de forma individual parte de la autopreparación que él realiza, “la cual constituye la premisa fundamental para que este resulte efectivo” (Álvarez, Almeida, & Villegas, 2014, pág. 134), la realiza en diferentes aspectos, entre ellos se encuentran los didácticos y pedagógicos, estos le permiten al profesor estar en mejores condiciones para realizar una preparación de asignatura más efectiva, logrando realizar una correcta organización y planificación de las relaciones interdisciplinarias durante la enseñanza de la resolución de los problemas en Matemática que conducen a ecuaciones lineales.

La preparación de asignatura es la forma del trabajo docente-metodológico “en el que participa el docente y el colectivo pedagógico, previo a la realización de la actividad docente para garantizar la planificación y organización de los sistema de clases...” (MINED, 2014, pág. 28). Se plantea que esta tarea debe propiciar una adecuada orientación metodológica a los profesores a fin de garantizar la preparación de las clases o actividades, el sistema de tareas (según tipo de clases y diferencias individuales de los estudiantes).

Se comparte el criterio que “el planeamiento detallado de cada clase que conforman el sistema, constituye una actividad creadora del colectivo de docentes” (Álvarez, Almeida, & Villegas, 2014, pág. 137) de Matemático en el grado y de cada profesor en particular. Ese es el momento para reflexionar cómo revelar las relaciones interdisciplinarias durante el proceso de enseñanza aprendizaje de la resolución de problemas de aplicación a la física en las clases de Matemática como nodo interdisciplinario principal a partir del de revelar al estudiante el modelo o método general de resolución de problemas y los procedimientos metodológicos que se van a emplear y la utilización de otros nodos interdisciplinarios asociados a él.

Conclusiones del Capítulo 1:

Las relaciones interdisciplinarias tienen su génesis y concreción en el trabajo metodológico de los docentes y una vía esencial lo constituyen los colectivos interdisciplinarios en función de establecer vínculos de complementariedad, de cooperación, de interpenetraciones, de acciones de aprendizaje y de desarrollo de habilidades profesionales pedagógicas con el fin de elevar la calidad en la formación de los estudiantes, sin que implique un deterioro de las disciplinas o especialidades.

La determinación de nodos de articulación interdisciplinaria como una de las formas particulares de establecer las relaciones interdisciplinarias bajo el principio de la interdisciplinariedad, puede constituir el punto de partida para perfeccionar la resolución de problemas de aplicación a la física en las clases de Matemática como nodo interdisciplinario principal a partir de otros nodos interdisciplinarios asociados a él.

CAPÍTULO 2: ESTRATEGIA METODOLÓGICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE RELACIONES INTERDISCIPLINARIAS CON LA FÍSICA EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE MATEMÁTICA EN DÉCIMO GRADO

En este capítulo se operacionaliza la variable y se determinan las dimensiones e indicadores. Se presentan los resultados obtenidos en el diagnóstico, así como la estrategia metodológica para la preparación de los profesores, el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias entre la Matemática y la Física durante la resolución de problemas en la asignatura de Matemática en el décimo grado.

2.1- Caracterización del estado actual de las relaciones interdisciplinarias con la Física durante la resolución de problemas en la asignatura Matemática en el décimo grado del preuniversitario “José Luis Dubrocq Sardiñas”

Para la elaboración de los instrumentos fue necesario realizar la operacionalización de la variable, para ello se tuvo en cuenta la sistematización de los referentes teórico-metodológicos expresados en el primer capítulo, que permitió definir la variable investigativa: el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias entre la Matemática y la Física durante la resolución de problemas que conducen a ecuaciones lineales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática en el décimo grado del IPU “José Luis Dubrocq”, como el proceso que se desarrolla a través del trabajo metodológico en el Departamento de Ciencias Exactas, con el fin de lograr las relaciones interdisciplinarias entre la Matemática y la Física, para que el estudiante pueda mejorar su aprendizaje durante la resolución de problemas que conducen a ecuaciones lineales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática del décimo grado en el IPU “José Luis Dubrocq”.

De esta definición se derivan dos dimensiones en estrecha relación dialéctica:

Dimensión 1. Metodológica.

Son las tareas de preparación metodológica que realiza el profesor durante la preparación de la asignatura dirigida al establecimiento de las relaciones interdisciplinarias con la Física durante la resolución de problemas que conducen a ecuaciones lineales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática, que les permiten revelar los nexos que existen en el método general de resolución de problemas que se utiliza durante la enseñanza de la Matemática y de la Física, así como, en la enseñanza de procedimientos metodológicos generales para resolver problemas, relacionados con las etapas o pasos del método general que se emplea en dichas asignaturas, y en destacar los nexos existentes entre ellos.

Los indicadores que evalúan esta dimensión son los siguientes:

- 1.1 Proyección de actividades en el plan metodológico del departamento para el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias entre Matemática y Física al resolver problemas de Matemática.

- 1.2 Ejecución de actividades de autopreparación de forma individual relacionadas con la interdisciplinariedad con la Física y en particular al resolver problemas de Matemática, como parte de la preparación de la asignatura.
- 1.3 Ejecución de actividades colectivas o individual relacionada el establecimiento de relaciones interdisciplinarias con la Física en la enseñanza del método general de resolución de problemas en Matemática.
- 1.4 Preparación a los estudiantes sobre del establecimiento de nexos interdisciplinarios de la Física en la utilización de procedimientos metodológicos para resolver problemas de Matemática durante el proceso de enseñanza-aprendizaje en el décimo grado.

Dimensión 2. Actividad del estudiante.

Expresa la actividad que realiza el estudiante durante el establecimiento de relaciones interdisciplinarias con la Física, que lo posibilita y motiva durante la resolución de problemas Matemática.

Son indicadores de esta dimensión los siguientes:

- 2.1 Conocimiento del método general de resolución de problemas en Matemática y en Física.
- 2.2 Establecimiento de relaciones entre ambos métodos generales de resolución de problemas.
- 2.3 Resolución de problemas en Matemática que conduzcan a ecuaciones lineales.
- 2.4 Aprendizaje de la resolución de problemas al integrar procedimientos metodológicos para esta actividad de Matemática.
- 2.5 Motivación por resolver problemas que conduzcan a ecuaciones lineales con contenidos físicos.

Para caracterizar el estado actual de la variable la población estuvo compuesta por 13 profesores de las asignaturas Matemática y Física y 189 estudiantes de décimo grado en el preuniversitario José Luis Dubrocq. La muestra está conformada por cuatro profesores y 21 estudiantes del grupo 1, la selección de este grupo obedece a que es el que más bajos resultados presenta en la resolución de problemas en Matemática.

Durante la ejecución del diagnóstico fueron revisados los siguientes documentos: el plan metodológico (Anexo 2), la preparación de clases de los profesores y la libreta de los estudiantes (Anexo 3), también se realizó una entrevista a los profesores (Anexo 4) y se les aplicó a los estudiantes una encuesta (Anexo 5).

Análisis de los resultados obtenidos después de aplicados los instrumentos.

En la revisión al plan metodológico se pudo constatar que no constituye una línea de trabajo metodológico en el departamento el establecimiento de relaciones interdisciplinarias entre las ciencias que lo integran, por esta razón no se aprecia la planificación de actividades en el plan, afines con el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias con la Física durante la resolución de problemas en la Matemática y no existe

un reflejo de ello en las actividades planificadas como parte de la autopreparación de forma individual de los profesores de estas ciencias, relacionadas con la interdisciplinariedad y en particular entre la Matemática y la Física al resolver problemas de Matemática, como parte de la preparación de la asignatura. Es de destacar que esto no se ha abordado en cursos anteriores.

La totalidad de los profesores (100%), reconoce que no se realiza ninguna actividad metodológica colectiva o individual relacionada con el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias con la Física en la enseñanza del método general de resolución de problemas en Matemática, es por ello que en el trabajo que realizan los profesores previo a la planificación de las clases no se valoran los nexos que existen en el método general de resolución de problemas que se utiliza durante la enseñanza de la Matemática con los contenidos de Física. Al revisar el plan de clases, se observa que los profesores en la planificación de estas, no tienen de manera intencionada la enseñanza del método general de resolución de problemas en Matemática y Física y mucho menos destacar los nexos entre ellos, esto se corrobora también durante la revisión de las libretas de los estudiantes, donde no se aprecia ninguna evidencia de la enseñanza de dicho método de manera explícita, donde se aparezcan los pasos o etapas a seguir durante la resolución de problemas en la asignatura de Matemática.

El 100 % de los profesores, reconocen que no se realiza ninguna actividad metodológica colectiva o individual relacionada con el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias en la enseñanza de procedimientos metodológicos para resolver problemas de Matemática, vinculados a las etapas o pasos del método general de resolución de problemas en Matemática con contenidos de Física, es por ello que en el trabajo que realizan los profesores previo a la planificación de las clases no se valoran los nexos que existen entre los procedimientos metodológicos para resolver problemas, relacionados con el método general que se utiliza durante la enseñanza de la Matemática y el empleado durante la enseñanza de la Física. Al revisar el plan de clases, se observa que los profesores en la planificación de estas, conciben la resolución de problemas en las diferentes unidades del curso de Matemática, pero no tienen previsto enseñar al estudiante a recapacitar sobre el problema a resolver, a comprender antes de actuar rápidamente, por lo que no se aprecia ninguna vía para de manera intencionada enseñar los procedimientos metodológicos para resolver problemas, relacionados con las etapas o pasos del método general que se emplea en Matemática con los contenidos de físicos y no destaca los nexos existentes entre ellos. Esto se corrobora también durante la revisión de las libretas de los estudiantes, donde no se aprecia ninguna actividad realizada en clase relacionada con la enseñanza de dichos procedimientos metodológicos en correspondencia con las etapas o pasos para resolver problemas de Matemática, relacionados con el método general, tampoco se observa

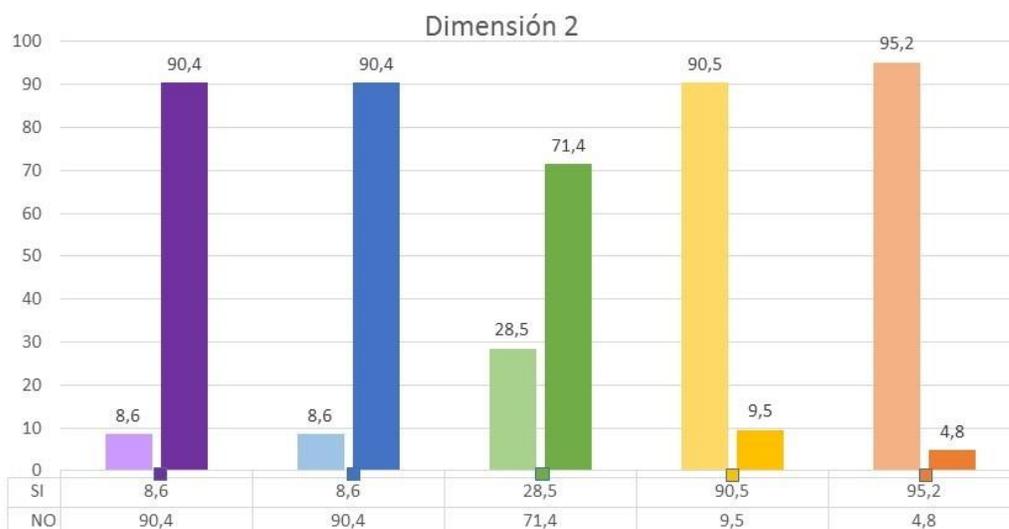
alguna actividad realizada que conduzca al estudiante a pensar cómo resolvió el problema y qué hizo para ello.

En la entrevista a los profesores se evidencia la falta de estudio del programa y las orientaciones metodológicas de la asignatura de Matemática para el décimo grado, lo que provoca que no se den cuenta que ambas ciencias forman parte de la cultura contemporánea y que contribuyen a la formación de una visión científica del mundo, por lo que resulta necesario revelar los nexos existentes entre ellas. Sin embargo, durante el diálogo con ellos, valoran como necesario el establecimiento de relaciones interdisciplinarias con la Física al resolver problemas de Matemática, ya que esta es una actividad típica durante la enseñanza de ellas.

Los cuatros indicadores de la dimensión metodológica, al ser evaluados presentaron bajos resultados, por lo que se puede inferir que hay dificultades con el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias entre Matemática y Física durante la resolución de problemas de Matemática, ya que no se revelan los nexos que existen en el método general de resolución de problemas que se utiliza durante la enseñanza de la Matemática, así como, en la enseñanza de procedimientos metodológicos para resolver problemas, relacionados con las etapas o pasos del método general que se emplea en dichas asignaturas, y en destacar los nexos existentes entre ellos. Por lo que se concluye que la dimensión metodológica presenta dificultades al estar evaluados sus indicadores con bajos resultados.

Los resultados cuantitativos de los indicadores de la dimensión 2, relacionados en la encuesta realizada a los 21 estudiantes se exhiben en la Figura 1, no obstante, se realiza el análisis cualitativo de la manera siguiente:

El 90,4% (19) de los estudiantes 21 reconocen no haber realizado alguna actividad con su profesor donde se hayan establecido relaciones entre el método general de resolución de problemas de Matemática y de Física, lo que denota dificultades en el establecimiento de relaciones interdisciplinarias con los contenidos físicos en el sistema de conocimientos metodológicos (método de resolución de problemas) utilizado por ambas asignaturas. Aspecto este que está en correspondencia con los resultados obtenidos en la dimensión anterior.



- Conocimiento del método general de resolución de problemas en Matemática y Física.
- Establecimiento de relaciones entre ambos métodos generales de resolución de problemas.
- Resolución de problemas en Matemática que conduzcan a ecuaciones lineales.
- Aprendizaje de la resolución de problemas al integrar procedimientos metodológicos para esta actividad de Matemática.
- Motivación por resolver problemas que conduzcan a ecuaciones lineales con contenidos físicos.

Figura 1. Resultados cuantitativos de los indicadores de la dimensión 2.

Al preguntar si han resueltos problemas de Matemática que conducen a ecuaciones lineales con contenidos físicos, solo seis estudiantes que representa el 28,5% consideran que sí y 15 que representa el 71,4 % plantean que nunca han resuelto esos problemas, evidencia una falta de establecimientos de relaciones interdisciplinarias en el sistema de conocimientos conceptuales, relacionados con las ecuaciones lineales con contenidos físicos.

El 90,4% de los estudiantes consideran que pueden aprender a resolver problemas de Matemática con contenidos físicos, si le enseñan a integrar procedimientos metodológicos para esta actividad entre ambas asignaturas Matemática y Física y solo dos estudiantes que representan un 9,5% consideran que no, luego

se aprecia que existe un estado favorable de los estudiantes al establecimiento de relaciones interdisciplinarias entre Matemática y Física.

El 95,2% de los estudiantes encuestados consideran que se sentirían interesados (motivados) por resolver problemas en Matemática que conduzcan a ecuaciones lineales con contenidos físicos y solo un estudiante considera que nunca lo motivaría.

Los resultados de otros aspectos relacionados con la dimensión que aparecen en la encuesta fueron los siguientes:

El 85,7% de los estudiantes les gusta las clases de donde se resuelven problemas de Matemática y en particular si estas conducen a ecuaciones lineales con contenidos físicos, quizás porque son más dinámicas o porque pueden intercambiar entre ellos, solo tres estudiantes no les gusta lo que representan el 14,2%.

Al preguntarle si el profesor durante las clases les enseña procedimientos metodológicos para la resolución de problemas seis estudiantes que representa el 28,5% considera que algunas veces, pero el 71,4% (15 estudiantes) plantean que nunca su profesor le ha enseñado tales procedimientos al resolver problemas en Matemática con contenidos físicos, aspecto este que se corrobora con la dimensión anterior.

Los indicadores uno, dos y tres de la dimensión actividad del estudiante, al ser evaluados presentaron bajos resultados, ya que no se les enseña de manera intencionada el método de resolución de problemas en Matemática, esto hace que no se pueda establecer las relaciones interdisciplinarias entre ambas asignaturas durante la resolución de problemas en Matemática, de forma similar sucede con la enseñanza de los procedimientos para la resolución de problemas. Más del 70% consideran no haber resuelto problemas de Matemática que conduzcan a ecuaciones lineales con contenidos físicos. Sin embargo, en los dos restantes indicadores se obtienen resultados más favorables. Por lo que se concluye que la dimensión actividad del estudiante presenta dificultades al estar evaluados tres de sus cinco indicadores con bajos resultados.

Derivado del proceso de diagnóstico se determinan potencialidades y limitaciones.

Las principales potencialidades identificadas son:

- Los profesores consideran necesario el establecimiento de relaciones interdisciplinarias entre ambas asignaturas al resolver problemas de Matemática.
- Los profesores reconocen la importancia de utilizar los procedimientos metodológicos para la resolución de problemas de Matemática con los contenidos físicos.
- Los estudiantes están interesados en resolver problemas que interrelacionen estas dos asignaturas, se sentirían motivados por aprender.

Las principales limitaciones identificadas son:

- No hay una línea del trabajo metodológico del departamento dirigida al establecimiento de las relaciones interdisciplinarias entre Matemática y Física al resolver problemas de Matemática.
- No se valoran los nexos que existen en el método general de resolución de problemas que se utiliza durante la enseñanza de la Matemática y la Física.
- No se enseñan procedimientos metodológicos para resolver problemas de Matemática, relacionados con las etapas o pasos del método general que se emplea en Matemática y Física.
- En el departamento no se tiene previsto cómo realizar la preparación de los profesores para la resolución de problemas de Matemática que conducen a ecuaciones lineales con contenidos físicos.

2.2 Estrategia metodológica para el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias de la Matemática con la Física durante la resolución de problemas que conducen a ecuaciones lineales en décimo grado

La palabra estrategia, “Proviene de la voz griega Stratégós (general) y que, aunque en su surgimiento sirvió para designar el arte de dirigir las operaciones militares, luego, por extensión, se ha utilizado para nombrar la habilidad, destreza, pericia para dirigir un asunto. Independientemente de las diferentes acepciones que posee, en todas ellas está presente la referencia a que la estrategia solo puede ser establecida una vez que se hayan determinado los objetivos a alcanzar”(Rodríguez, 2003, pág. 3). La autora de la cita, se refiere a la palabra estrategia desde su génesis, reconociendo el avance y alcance que ha tenido en las diferentes situaciones.

El término estrategia aparece con una frecuencia no desestimable en los estudios asociados al campo de la educación. Su uso es recurrente en la pedagogía y de manera particular, en la didáctica. La elaboración de una estrategia constituye el propósito de muchas investigaciones, en las que se erige como resultado científico, para lo que es necesario comprender qué se entiende por este término.

Según Valle A. V. Lima, “la estrategia es un conjunto de acciones secuenciales e interrelacionadas que partiendo de un estado inicial (dado por el diagnóstico) permiten dirigir el paso a un estado ideal consecuencia de la planeación”(Valle, 2007, pág. 94).

En la diversidad de términos de estrategias se encuentran, estrategia de enseñanza, estrategia didáctica, estrategia de enseñanza aprendizaje, estrategia educativa y estrategia metodológica, todas ellas referidas como resultado científico. Diferentes autores han escrito acerca de estrategias, (Castellanos, y otros, 2007) considera que la estrategia tienen un carácter sistémico, estructurada por acciones que permiten dar solución a determinados problemas dentro del ámbito educativo. Dentro de este marco, “Las estrategias comprenden el plan diseñado deliberadamente con el objetivo de alcanzar una meta determinada, a través de un conjunto

de acciones (que puede ser más o menos amplio, más o menos complejo) que se ejecutan de manera controlada” (Castellanos, y otros, 2007, pág. 69). Así mismo, la estrategia está vinculada a la actividad de dirección de escuelas, de dirección del proceso enseñanza - aprendizaje y de dirección metodológica, Arzola Franco la tiene en cuenta para la formación de investigadores en educación (Arzola, 2019).

Para Espinosa una estrategia didáctica está conformada por un “sistema de acciones y procedimientos circunstanciales, flexibles, adaptables, para el profesor y el estudiante, en diferentes etapas, dirigidas hacia el logro de metas y que contribuyan al desarrollo de habilidades, formación de juicios, criterios, pensamiento crítico y reflexivo, puntos de vista y que establezcan la relación inter y multidisciplinaria, dirigidas a la transformación del estado actual al deseado” (Espinosa, 2016, pág. 52).

Atendiendo al análisis realizado del estado actual del tratamiento interdisciplinario con la Física de la resolución de problemas de Matemática en el décimo grado en el preuniversitarios José Luis Dubrocq, se designa en esta tesis como resultado de investigación una estrategia metodológica, por considerar que va dirigida a contribuir a mejorar, mediante la preparación metodológica el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias entre Matemática y Física durante la resolución de problemas de Matemática . La preparación metodológica favorece la planificación, la organización, la ejecución y evaluación de las tareas derivadas de las funciones que debe desarrollar el profesor en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la Matemática.

La estrategia metodológica contribuye al proceso de perfeccionamiento teórico, metodológico y práctico de los profesores, “a través de la combinación efectiva de las diferentes formas de superación que conjuntamente con el trabajo metodológico, constituyen las vías principales en la preparación de los profesores”(García, 2020, pág. 37).

Para Rodríguez la estrategia metodológica es “La proyección de un sistema de acciones a corto mediano y largo plazo que permite la transformación de la dirección del proceso de enseñanza - aprendizaje tomando como base los métodos y procedimientos para el logro de los objetivos determinados en un tiempo concreto”(De Armas, y otros, 2003, pág. 45).

Consecuentemente con estas definiciones, en la presente investigación el concepto de estrategia metodológica se concibe como la proyección de un sistema de acciones a corto, mediano y largo plazo, derivados de las diferentes etapas de estas, que permiten la transformación del proceso de enseñanza - aprendizaje de la Matemática, a partir de la preparación de los profesores para el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias con la Física durante la resolución de problemas en Matemática, para lograr la transformación del estado real al deseado del objeto a modificar y alcanzar los objetivos a un alto nivel.

A continuación, se muestra el esquema de la estrategia metodológica.

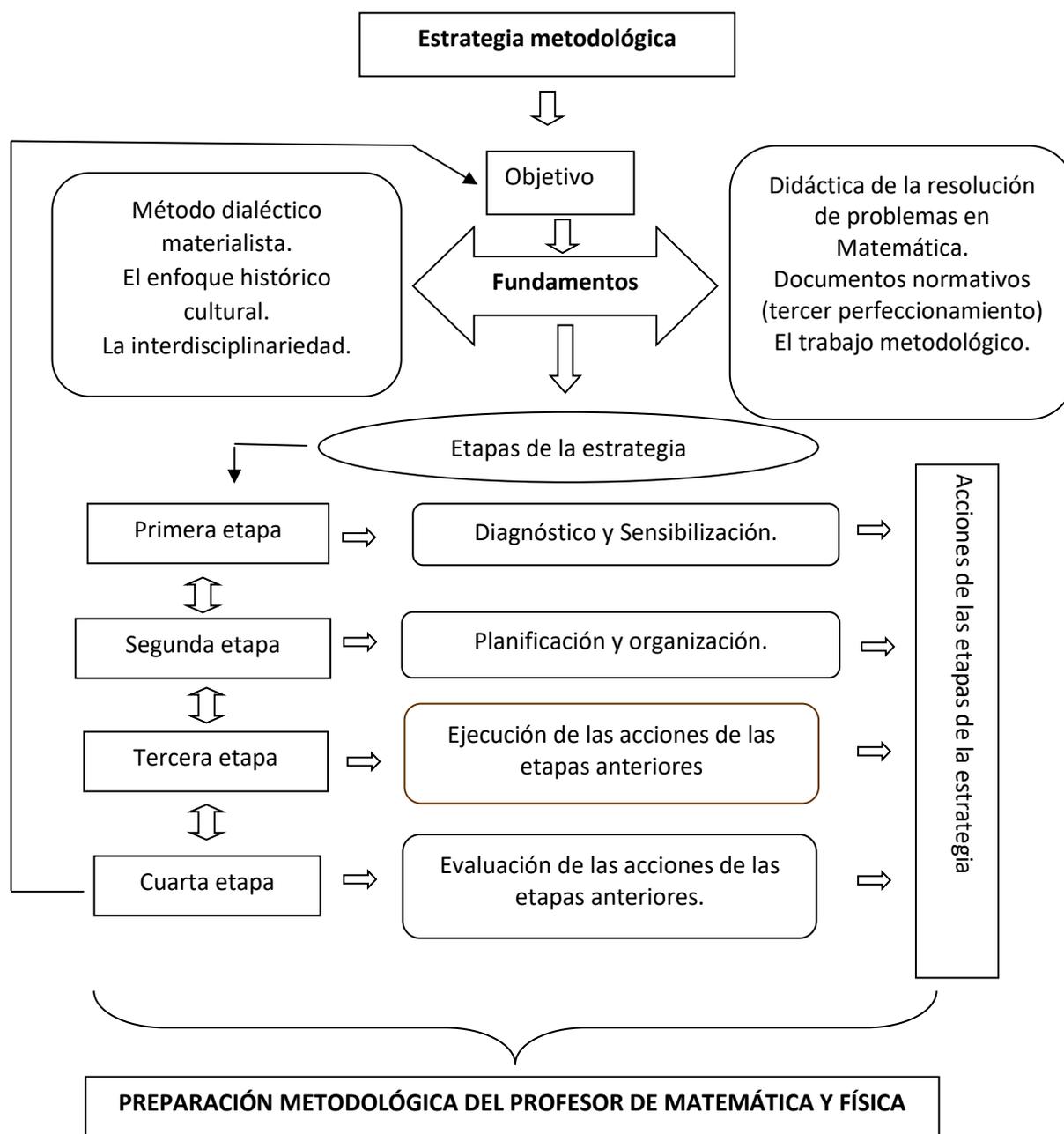


Figura 2. Estructura de la Estrategia Metodológica.

Objetivo General: Preparar metodológicamente al profesor de Matemática y de Física, para el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias entre ambas asignaturas en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la resolución de problemas con contenidos físicos que conducen a ecuaciones lineales desde la Matemática en el décimo grado.

Fundamentos generales de la estrategia:

Se asume la interpretación materialista y dialéctica del mundo, reconociendo al conocimiento como un resultado de la formación del hombre y a la educación como forma de la conciencia social que fija el rumbo de la vida del individuo y le dan base para determinar, en lo posible, su conducta presente y contribuir a la futura. Se tiene en cuenta el principio de unidad dialéctica de la teoría con la práctica ya que el profesor debe propiciar la vinculación del contenido matemático y físico con el de otras ciencias y con la práctica social (con la vida). El principio de la concatenación universal se expresa mediante las relaciones que se establecen entre los componentes de la estrategia a partir de la colaboración y coordinación entre los profesores de Matemática para la determinación de la resolución de problemas como un nodo interdisciplinario con la Física.

Desde el punto de vista psicológico, la estrategia se fundamenta en la psicología vigotskiana de corte materialista, al asumirse un sistema categorial que otorga un lugar importante a la personalidad en la unidad de lo cognitivo y lo afectivo, aspectos esenciales del enfoque histórico - cultural de L. S. Vigostki y colaboradores, en lo referente a la comprensión de los procesos psíquicos y de la importancia de la interacción sociocultural. Al asumirse este enfoque se establece la necesidad de trabajar sobre la disposición emocional y el diálogo cultural, mediante las acciones que conforman la estrategia metodológica en cuestión. La actividad y la comunicación resultan también aspectos esenciales en los que se fundamenta el resultado que se presenta, en función de trabajar sobre la interacción de los sujetos implicados para el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias con la Física en el proceso de resolución de problemas en Matemática, mediante las acciones estratégicas de preparación metodológica que se llevan a cabo.

Se aplica la interdisciplinariedad como principio del proceso de enseñanza - aprendizaje que favorece el establecimiento de relaciones, nexos o vínculos de interrelación y de cooperación entre la Matemática y la Física durante la resolución de problemas en Matemática, como un objetivo común a cumplir.

La didáctica de la resolución de problemas en Matemática valora, que dicha actividad forma parte de la cultura contemporánea, contribuye a la formación de una visión científica del mundo y al desarrollo de capacidades intelectuales y prácticas.

Se reconoce la posibilidad que tiene la resolución de problemas para la formación de valores relacionados con la curiosidad científica, la iniciativa, la tenacidad, el espíritu crítico, el rigor, la flexibilidad intelectual y el aprecio por el trabajo colectivo.

En correspondencia con el tercer perfeccionamiento, desde lo curricular se precisa que el planteamiento y resolución de problemas en Matemática, debe estar basado en el enfrentamiento a situaciones problemáticas de interés.

El trabajo metodológico que se realiza de forma individual, parte de la autopreparación del profesor, que posibilita el establecimiento de nexos o vínculos de interrelación y de cooperación al resolver problemas, en la convergencia de etapas en el método general que utilizan en esta actividad. Además, tomar partido en la vía que van a utilizar en la enseñanza del procedimiento para la resolución de los problemas, todo lo cual se integra en el plan de clase como parte de la preparación de la asignatura.

La estrategia metodológica que propone la autora se sustenta en los siguientes principios de la didáctica (Addine, González, & Recarey, 2002, pág. 80)

La unidad de lo cognitivo y lo afectivo: El proceso de preparación metodológica se sustenta en la unidad de ambos porque en la medida que se adquieren las herramientas para el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias con la Física durante la resolución de problemas en Matemática, el nivel de satisfacción profesional se refleja el establecimiento de los nexos en el método general que se utilizan en ambas asignaturas.

Unidad del carácter científico e ideológico del proceso pedagógico: relacionado con el hecho de que el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias con la Física durante la resolución de problemas en Matemática se estructura sobre la base de los conocimientos más actuales en el campo de la didáctica de la resolución de problemas, el profesor como sujeto activo en la preparación metodológica que realiza, se enfrenta a situaciones problemáticas en las cuales tiene que movilizar todos sus recursos.

Carácter activo y consciente: Las acciones que se desarrollan en la estrategia tienen en cuenta el papel activo del profesor en el proceso de preparación metodológica para el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias con la Física durante la resolución de problemas en Matemática, esta debe propiciar que asimile de manera consciente los nexos existentes para su desempeño en el proceso de enseñanza-aprendizaje en ambas asignaturas.

Vinculación entre la teoría y la práctica: Se conjuga lo subjetivo y lo objetivo, a medida que se desarrolla la preparación metodológica se analiza los nexos existentes durante la resolución de problemas en Matemática y Física, los que se reflejan durante la planificación de las clases sobre resolución de problemas que realiza, se evalúan los resultados a partir de los fundamentos teóricos que lo sustentan.

Las características distintivas de la estrategia metodológica son:

Sistematicidad: Está referida a la secuencia de los pasos a seguir de manera armónica en la construcción del diseño de la estrategia para el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias con la Física durante la resolución de problemas en Matemática, lo que conlleva a formar un nuevo conocimiento apoyado en conocimientos anteriores.

Pertinencia: La estrategia da solución a una necesidad específica en la preparación metodológica de los profesores para el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias con la Física durante la resolución de problemas en Matemática.

Flexibilidad: Esta depende de las particularidades y el ritmo de aprendizaje que caracteriza a cada uno de los profesores que participan en la preparación metodológica para el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias con la Física durante la resolución de problemas en Matemática.

Contextualizada: Se deriva de un diagnóstico a una muestra con características específicas en un contexto determinado, y responde a las exigencias curriculares del tercer perfeccionamiento en ambas asignaturas, así como a las necesidades de los profesores de Matemática y Física en décimo grado.

La estrategia que se presenta cuenta con cuatro etapas, sensibilización y diagnóstico, planificación y organización, ejecución, evaluación y control.

En ella se emplea como método esencial el acompañamiento pedagógico durante las actividades de preparación metodológica, analizado en el capítulo I, estas sesiones de trabajo cooperado en el departamento entre los profesores de Matemática y Física, se desarrollan en el marco de la actividad y la comunicación, que debe ser dialógica, de ayuda y de cooperación, donde ambos se retroalimentan.

Etapa 1. Diagnóstico y Sensibilización

En esta etapa se evidencia fortalezas y debilidades que caracteriza el estado actual de la preparación metodológica de los profesores para el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias con la Física en el proceso de resolución de problemas en Matemática, así como la sensibilización de los profesores para implementar de manera armónica el sistema de acciones para la preparación metodológica, establecidos en las diferentes etapas de la estrategia metodológica.

Objetivos:

1. Determinar las principales limitaciones y potencialidades que presentan los profesores en su preparación sobre el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias con la Física en la resolución de problemas de Matemática en el décimo grado.
2. Sensibilizar a los profesores de Matemática de décimo grado, acerca de la apropiación de saberes conceptuales y metodológicos sobre la interdisciplinariedad para garantizar su preparación.

Acciones correspondientes a la etapa:

A continuación, se presenta las acciones concebidas para el diagnóstico del estado actual de la preparación de los profesores para establecer la interdisciplinariedad con la Física en la resolución de problemas en

Matemática y la sensibilización para la aplicación de las acciones. La realización del diagnóstico tuvo en cuenta las dimensiones e indicadores de la variable.

- Conversatorio grupal en el departamento para sensibilizar a los profesores de Matemática y Física
- Diseño del diagnóstico para caracterizar el estado actual de la preparación de los profesores sobre el tratamiento interdisciplinario con la Física en la resolución de problemas en Matemática.
- Elaboración y aplicación de los instrumentos para conocer estado actual de la preparación de los profesores para establecer la interdisciplinariedad con la Física en la resolución de problemas de Matemática en el décimo grado, a partir de los métodos y técnicas seleccionados para la obtención de la información de acuerdo a los objetivos trazados.
- Tabulación de los datos obtenidos en la aplicación de los instrumentos.
- Valoración de los datos obtenidos en la aplicación de instrumentos
- Determinación de las necesidades de preparación teórico-metodológica que posibiliten la preparación del profesor para el tratamiento interdisciplinario con la Física en la resolución de problemas en Matemática, se realizará el análisis cualitativo de los resultados del procesamiento y se determinarán las principales regularidades.

Sugerencias para la etapa: está dirigida al diagnóstico de los profesores que imparten la asignatura Matemática en el décimo grado. Permite identificar el estado actual de la preparación de ellos y el criterio de los estudiantes hacia el trabajo interdisciplinario con la Física.

Etapa 2. Planificación y organización

En esta etapa se planifica y organiza a partir de los resultados obtenidos en la de diagnóstico, para la transformación del estado actual a un estado deseado mediante las acciones a ejecutar en la preparación metodológica de los profesores de Matemática y Física en el décimo grado.

Objetivo:

Planificar actividades a partir de la organización de las acciones dirigidas a mejorar la preparación metodológica de los profesores para el establecimiento de relaciones interdisciplinarias entre la Matemática y la Física, en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la resolución de problemas que conducen a ecuaciones lineales desde la Matemática en el décimo grado.

Sugerencias para la etapa: en ella se elaboran y diseñan las acciones, desde el punto de vista metodológico, para que los profesores de Matemática puedan establecer relaciones interdisciplinarias con la Física durante la resolución de problemas que conducen a ecuaciones lineales, las acciones que se

planifiquen deben tener presente un enfoque participativo, aspecto este a tener en cuenta en la preparación y realización de cada actividad.

Se planifican seis acciones, una reunión metodológica y cinco talleres. En la planificación de las actividades metodológicas se asume el taller metodológico como la forma organizativa que predomina en la estrategia elaborada, ya que permite la socialización de saberes, la adquisición de conocimientos, la solución de tareas prácticas y también la interacción entre ellos, todo esto fortalece su preparación metodológica para el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias con la Física en el proceso de resolución de problemas en Matemática.

Esta preparación se inserta en las ocho horas semanales de preparación metodológica mensuales del departamento, se propone desarrollar las acciones de la estrategia en la primera y tercera semana, utilizando parte de la sesión de la tarde, ya que participan solo los profesores de Matemática y Física que imparten clase en décimo grado, en el taller de cierre se debe invitar a los metodólogos de Matemática y Física del municipio y al claustro del departamento para exponer los resultados obtenidos, su proyección futura y posible socialización en los diferentes espacios del sistema de trabajo metodológico del territorio. Estas actividades siempre serán coordinadas entre el jefe del departamento y la investigadora, que será la que ejecuta las reuniones metodológicas y los talleres, en los cuales hará la función de facilitador.

Previa coordinación con el jefe del departamento de Ciencias Exactas, el desarrollo de las acciones de la estrategia se debe planificar y plasmar en el plan de trabajo mensual del departamento.

Acciones correspondientes a la etapa:

Desarrollo de las actividades metodológicas planificadas

- Reunión metodológica
- Talleres metodológicos

Reunión Metodológica

Tema: Cómo preparar al claustro de profesores de Matemática y Física para el establecimiento de relaciones interdisciplinarias entre ambas asignaturas durante la resolución de problemas que conducen a ecuaciones lineales, en el décimo grado.

Objetivos:

1. Presentar los resultados obtenidos en el diagnóstico del estado actual del establecimiento de las relaciones interdisciplinarias entre Matemática y Física durante la resolución de problemas que conducen a ecuaciones lineales, en el décimo grado.

2. Sensibilizar al jefe del departamento y a los profesores de Matemática y Física en la necesidad e importancia de lograr un cambio en trabajo metodológico por el establecimiento de relaciones interdisciplinarias entre Matemática y Física durante la resolución de problemas que conducen a ecuaciones lineales, en el décimo grado.
3. Explicar la estrategia metodológica, sus fundamentos teóricos y metodológicos, las etapas y acciones que la integran

Participantes: profesores de Matemática y de Física, jefe del departamento de Ciencias Exactas.

Total de horas: 2 horas.

Responsable: Autora de la tesis.

Desarrollo

Motivación y orientación a los profesores del objetivo de la actividad.

Se exponen los resultados del diagnóstico y se hace un debate sobre las principales limitaciones identificadas para el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias entre Matemática y Física durante la resolución de problemas que conducen a ecuaciones lineales, en décimo grado. Se solicita el criterio de los profesores sobre el resultado presentado y si ellos consideran qué sea posible y necesario lograr un cambio en el proceder metodológico y qué implicaciones puede tener en el aprendizaje de los estudiantes. Se realiza una presentación digital de la estrategia metodológica, en ella se reflexiona sobre los referentes teóricos y metodológicos que sustentan las acciones que integran cada etapa. Los profesores analizan las potencialidades del departamento y en particular del claustro que trabaja en décimo grado para lograr el cambio en la dirección que se desea, además se analiza qué le aporta a la preparación de ellos (ICCP, 2020).

Forma de evaluación:

Los profesores expresarán su opinión sobre las actividades presentadas

Taller metodológico1.

Tema: Establecimiento de las relaciones interdisciplinarias con la Física durante la resolución de problemas en Matemática.

Objetivo: Intercambiar con los profesores de Matemática y Física sobre el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias con la Física durante la resolución de problemas de Matemática en décimo.

Participantes: profesores de Matemática y de Física, jefe del departamento de Ciencias Exactas.

Total de horas: 3 horas.

Responsable: Autora de la tesis.

Desarrollo

Se inicia el taller realizando un debate del programa de Matemática y Física. Los profesores valoran los objetivos generales en ambas asignaturas en el preuniversitario, en el grado y en las unidades del programa. Se precisa si constituye la resolución de problemas un objetivo general de ambas asignaturas en el preuniversitario y en el décimo grado.

Considera usted que la resolución de problema constituye un contenido de enseñanza. Qué consecuencia tendría esto en el proceso de enseñanza -aprendizaje de la Matemática.

Del estudio del programa se puede inferir que: La Matemática y la Física son ciencias y como tal forman parte de la cultura contemporánea y contribuyen a la formación de una visión científica del mundo. Comparte usted esta afirmación, ¿cuál es su posición?

Será posible el establecimiento de relaciones, nexos o vínculos de interrelación y de cooperación entre la Matemática y la Física durante la resolución de problemas en Matemática.

Se realiza una lluvia de ideas sobre qué entienden por interdisciplinariedad, posteriormente la responsable del taller metodológico realiza la precisión del concepto.

Y para ello se apoya en la compilación realizada por diferentes autores.

Se puede afirmar que la resolución de problemas en Matemática constituye un nodo interdisciplinario con la Física. Argumente, posteriormente la responsable del taller metodológico realiza la precisión del concepto.

Utilizando la técnica del papelógrafo, los profesores de Matemática y los de Física por separado realizan una lámina donde aparece el método general de resolución de problemas o modelo que utiliza la asignatura. Son iguales o diferentes, se realiza un debate, considera usted que existen nexos o vínculos de interrelación en ellos.

Como actividad de autopreparación individual los profesores trabajan en determinar los nexos o vínculos de interrelación que pueden existir entre ambos métodos de resolución de problemas, deben valorar el programa heurístico general, para ser expuestos en el próximo taller.

Conclusiones:

Se realiza un resumen de lo debatido sobre la determinación de la resolución de problemas en Matemática como nodos interdisciplinarios con la Física.

Se orienta a los profesores la realización del taller 2.

Taller metodológico 2.

Tema: Métodos generales para la resolución de problemas en Matemática y Física.

Objetivos:

1. Intercambiar con los profesores de Matemática y Física sobre el método general de resolución de problemas que ellos utilizan al resolver problemas.
2. Establecer los nexos que existen en el método general de resolución de problemas que se utiliza durante la enseñanza de la Matemática y la Física y el programa heurístico general durante la enseñanza de la Matemática.
3. Intercambiar sobre cómo enseñan a sus alumnos a resolver problemas de Matemática en el décimo grado.

Participantes: profesores de Matemática y de Física, jefe del departamento de Ciencias Exactas.

Total de horas: 3 horas.

Responsable: Autora de la tesis.

Desarrollo

Se inicia el taller realizando un debate sobre el método general de resolución de problemas o modelo que utiliza cada asignatura, para ello se coloca cada lámina en el lugar del taller.

Se divide la pizarra en dos y cada grupo de profesores por asignaturas expone y registra como resultado de su autopreparación los nexos o vínculos de interrelación que pueden existir entre ambos métodos. Se establece un debate y se llega a un consenso de ellos. ¿Se está en presencia de nodo conceptual metodológico?

Sería posible utilizar por ambas asignaturas un método general de resolución de problemas, se apoyan en el programa heurístico general. Se pasa al debate de las propuestas realizadas y se llega a un consenso del método general a utilizar por ambas asignaturas, posteriormente la responsable del taller metodológico realizar las precisiones al respecto.

Hay quien considera que en la escuela se resuelven problemas en Matemática, otros son del criterio que en ella se enseña a resolver problema. Argumente cuál es la posición que asume.

Considera usted que enseña a sus estudiantes a resolver problemas en la asignatura que imparte. ¿Cómo lo hace? ¿Qué procedimientos enseña? ¿Qué vías utilizar?

Se le indica leer un documento que trata sobre los procedimientos metodológicos (Pino & Almeida, 2020), se analiza la posibilidad de utilizar las tarjetas de trabajo que están en el anexo 1

Conclusiones:

Se realiza un resumen de lo debatido, el método general de resolución de problemas en Matemática que utilizar de manera integrada con los contenidos físicos y los procedimientos metodológicos que pueden enseñar a sus estudiantes.

Taller metodológico 3.

Tema: La ecuación lineal y su procedimiento de solución. Aplicaciones a la física.

Objetivos:

1. Identificar una ecuación lineal a partir de su definición en fórmulas que expresan algún principio, regla o resultado general de índole matemático o físico para el establecimiento de relaciones interdisciplinarias.
2. Aplicar el algoritmo de solución en la resolución de ecuaciones lineales para su tratamiento en el trabajo con fórmulas que expresan contenidos físicos.

Participantes: profesores de Matemática y de Física, jefe del departamento de Ciencias Exactas.

Total de horas: 2 horas.

Responsable: Autora de la tesis.

Introducción:

Se explica la importancia del estudio de este tema y como se realizará el taller.

Desarrollo:

Se comenzará motivando a los profesores con el pasatiempo de los cuadrados mágicos:

Según el principio de los cuadrados mágicos, la suma de los números de cada fila, tiene que coincidir con la suma de los números de cada columna y con la suma de los números de cada diagonal. Así en el siguiente cuadrado, si igualamos la suma de los elementos de una de las diagonales con la suma de los elementos de una de las filas tenemos que:

$$2x + 2 + x + 2 + x - 1 = x - 2 + x + 2 + 5x - 6$$

(Respuesta: $x = 3$)

¿Será esta expresión una ecuación?

Preguntaremos a los profesores qué entienden por una ecuación.

$2x + 2$	x	$x + 1$
$x - 2$	$x + 2$	$5x - 6$
$3x - 3$	$2x + 1$	$x - 1$

Se debaten las opiniones y se llega al consenso que:

Una ecuación, es una igualdad que se satisface para determinados valores de la variable. Existen distintos tipos de ecuaciones: lineales o de primer grado, cuadráticas o de segundo grado, fraccionarias, con radicales, logarítmicas, exponenciales, trigonométricas, entre otras que se estudian en la Matemática Superior como son las Ecuaciones Diferenciales. Las ecuaciones pueden contener una o más variables.

Cada una de ellas tiene un algoritmo para su solución, es decir, una serie de pasos que te permiten resolverla, para lo cual, se debe primero identificarla y después aplicar el procedimiento de solución que tiene carácter algorítmico.

Las ecuaciones que serán estudiadas en este taller son las ecuaciones lineales en una variable. ¿Saben ustedes cómo se define este tipo de ecuación?

Se denomina ecuación lineal o de primer grado en una variable, a la ecuación donde el mayor grado de la variable es 1. Por ejemplo:

a) $5x + 7 = 2x + 2,5$

b) $6x + 5 - 4(5x + 0,25) = 3x + 56 - (x + 4)$

También se llama ecuación a la forma analítica de representar una función, así, se pueden representar las funciones lineales o de primer grado como: $y = ax + b$;

$y = f(x) = mx$ ($a, b, m, x, y \in \mathbb{R}$) que son ecuaciones de dos variables, llamadas independiente (x) y dependiente (y) es decir, las variables dependientes dependen de los valores que se le asigne a la variable independiente que son valores que pertenecen a un conjunto denominado Dominio de Definición. Su representación gráfica es una recta en el plano.

Estas funciones son muy útiles para modelar procesos y fenómenos de la naturaleza y la sociedad, donde las variables tienen significados como, por ejemplo, en la física:

- $s = f(w) = 2/5w$; s es el estiramiento de un resorte que depende de la masa w .
- $F = f(C) = 9/5C + 32$; F es la temperatura en grados Fahrenheit que depende de C que es la temperatura en grados Celcius.
- $s = f(t) = v_0t + s_0$; s es el camino recorrido por una partícula u objeto en Movimiento Rectilíneo Uniforme, s_0 distancia inicial, t el tiempo y v_0 velocidad inicial.

Entonces, si una de las variables toma un valor determinado, las ecuaciones anteriores se convierten en ecuaciones lineales de una variable que es la que se desea determinar:

c) $600 = 2/5w$ la variable aquí es w (masa)

d) $9/5 C + 32 = 80$ la variable es C (grados Celcius)

e) $1000 = 40t + 600$ la variable es t (tiempo)

¿Cómo resolver una ecuación lineal?

Resolver una ecuación lineal significa encontrar el valor de la variable que representa la incógnita, es decir, hallar el conjunto solución, que en este caso es un conjunto unitario. Para resolverlas hay que reducirla a la forma $ax = b$ ($a, b, x \in \mathbb{R}$, $a \neq 0$) y en este proceso se aplican conceptos asociados al concepto de ecuación como son: ecuaciones equivalentes y conjunto solución de la ecuación.

Se deben aplicar los pasos siguientes (algoritmo):

1. Realizar primero los cálculos, en caso de que los haya. Debe incluirse la eliminación de signos de agrupación.

2. Observar si tienen términos semejantes para reducirlos antes de transponer.
3. Transponer hacia un mismo miembro las variables y hacia el otro los términos independientes para reducir a la forma $ax = b$.
4. Despejar la variable.
5. Comprobar para determinar si el valor hallado es el correcto.
6. Escribir la solución que es única.

Pedir a los profesores que resuelvan las ecuaciones planteadas anteriormente, además de encontrar los números correspondientes al cuadrado mágico a partir de la resolución de la ecuación planteada.

Resolver el problema siguiente:

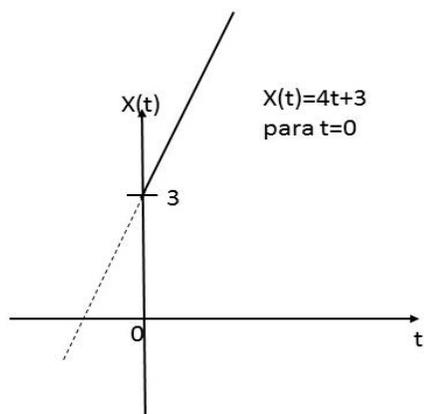
Una partícula se mueve en línea recta de modo que su posición está dada por la ecuación

$$X(t) = 4t + 3 \quad t: \text{ tiempo (s)}$$

- a) ¿En cuántos segundos la partícula recorre 11 m? ¿Qué tipo de ecuación utilizaste?
- b) Represente gráficamente dicha ecuación en un gráfico de $x(t)$. (Recordar que $t \geq 0$)
- c) ¿El punto (1; 4) pertenece a la ecuación presentada anteriormente?
- d) Determine la velocidad de la partícula 3 segundos después de iniciado el movimiento.

Respuestas:

- a) $4t + 3 = 11 \quad t = 2$ R/ en 2 segundos. Se utiliza la ecuación lineal.
- b) Gráfica: una semirrecta recta ascendente que comienza en (0;3)



- c) No, para $t = 1$ el valor de $x(1) = 7$
- d) $V = 4\text{m/s}$ MRU, la ecuación es $X(t) = V_0 t + x_0$

Conclusiones: Preguntar a los profesores:

- ¿A qué llamamos ecuación lineal? ¿Cuál es el procedimiento que se utiliza para resolverla?
- ¿Qué importancia revisten las ecuaciones lineales para resolver situaciones con contenidos de la física? Ejemplifique.

Consultar Orientaciones Metodológicas de Matemática para 10mo grado, páginas 150-157.

Taller metodológico 4.

Tema: La planificación de actividades de aprendizaje para el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias con la Física durante la resolución de problemas que conducen a ecuaciones lineales en décimo grado en Matemática.

Objetivos:

1. Presentar actividades de aprendizaje para el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias con la Física durante la resolución de problemas en Matemática, utilizando para ello el libro de texto de décimo grado.
2. Mostar mediante un ejemplo resuelto la enseñanza de procedimientos metodológicos para resolver problemas en Matemática.

Participantes: profesores de Matemática y de Física, jefe del departamento de Ciencias Exactas.

Total de horas: 3 horas.

Responsable: Autora de la tesis.

Desarrollo

Usted se encuentra realizando la autopreparación para la planificación de una clase de resolución de problemas en Matemática y para ello emplea el libro de texto de décimo grado. Ejemplifique con uno de los problemas seleccionado para Matemática con contenidos físicos, el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias con la Física durante la resolución de problemas en Matemática.

Durante su exposición debe explicar cómo el método general de resolución de los problemas en Matemática utilizado, posibilita el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias con la Física.

A continuación, se presentan problemas de este tipo que aparecen en otros textos como es el caso de
1- La gráfica de la figura (2.24) muestra como varía la posición (x) en función del tiempo (t) de un punto material.

- a) Identifique el estado mecánico del punto material determine el módulo de la velocidad en cada uno de ellos.

- b) Obtenga las ecuaciones de posición en función del tiempo para cada tramo.
- c) Determine las velocidades instantáneas del cuerpo para $t = 2 \text{ s}$ y $t = 5 \text{ s}$.
- d) Calcule la velocidad media del cuerpo en los intervalos (0 s a 2 s), (0 s a 5 s) y (0 s a 4 s).
Consultar respuesta ejemplo resuelto 2.3 en Capítulo II del libro de Física (Ortiz, y otros, 2017, pág. 46)

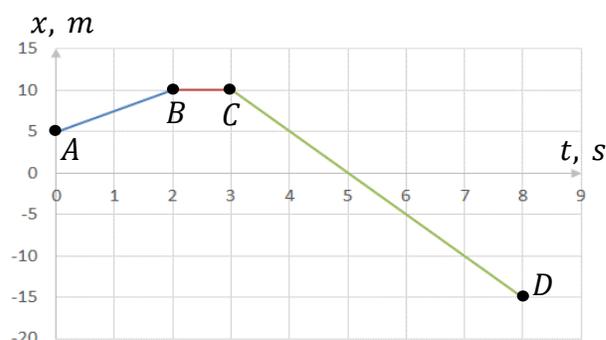


Fig. 2.24

2- Dos trenes salen de la misma estación con velocidades constantes a la misma hora en sentidos opuestos. A las 3,5 horas se encontraban uno del otro a 392km de distancia. Si la velocidad del primero es $\frac{3}{4}$ de la del segundo. ¿Cuáles son sus velocidades?

Nota: Ver tratamiento metodológico en el Anexo 6.

Durante su exposición debe explicar cómo el método general de resolución de los problemas utilizado, posibilita el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias.

Seleccione uno de los problemas que planifica en su clase y utilizando el método de elaboración conjunta, ejemplifique cómo realiza la enseñanza de procedimientos metodológicos para resolver problemas en Matemática y Física. Propone usted alguna vía para su enseñanza, puede auxiliarse de la monografía utilizada en el taller 2.

Conclusiones: Los profesores expresarán su opinión sobre el desarrollo del taller y la responsable de él argumentará los aspectos más significativos.

Forma de evaluación: Estos cuatro talleres son evaluados aplicando la técnica de PNI (positivo, negativo, interesante) sobre el desarrollo del taller. Se debate en torno a la siguiente pregunta ¿Qué le aportó el taller? ¿Qué le aportó el taller para el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias con la Física durante la resolución de problemas en Matemática? Argumente.

Además, se realiza la autoevaluación y la coevaluación y para ello se entrega la siguiente tabla.

Los aspectos se evaluarán en una escala del 5 al 1 (5 es el máximo)

Aspectos	1	2	3	4	5
Autopreparación del profesor					
Expresión de las ideas con fluidez					
Búsqueda de nexos y relaciones					
Actitud favorable para el cambio					

Colaboración en la búsqueda del conocimiento					
--	--	--	--	--	--

Taller metodológico 5.

Tema: Valoración de las actividades de preparación metodológicas desarrolladas.

Objetivo: Valorar la preparación metodológica recibida para el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias entre Matemática y Física durante la resolución de problemas, en décimo grado.

Participantes: profesores de Matemática y de Física, jefe del departamento de Ciencias Exactas y como invitado el metodólogo de estas asignaturas del municipio.

Total de horas: 2 horas.

Responsable: Autora de la tesis.

Desarrollo

Se presenta el objetivo y el contenido del taller. Se solicita la participación activa de todos los profesores que participaron en las preparaciones metodológicas, mediante el intercambio de experiencia.

Se presentan las regularidades de los PNI.

Para realizar la caracterización del estado final de la preparación metodológica de los profesores de Matemática y Física para el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias entre ambas asignaturas durante la resolución de problemas, que conducen a ecuaciones lineales en décimo grado, se presenta una tabla donde se compilan los resultados de la autoevaluación y la coevaluación realizada por los profesores. Se hace un análisis de los logros y dificultades presentadas, de existir dificultades se determinan las causas que la provocan. Se solicita a los profesores alguna recomendación para mejorar el desarrollo de las actividades, a partir de ellas se sugiere el rediseño de las acciones que sean necesarias para perfeccionar el trabajo.

Se solicita al grupo de profesores que respondan en colectivo las siguientes preguntas ¿Cómo llegué?, ¿Cómo me sentí? Y ¿Cómo me voy?, una vez respondida le damos la palabra a ellos para que le den lectura.

Se estimulan los mejores resultados y se generalización de las experiencias positivas en el colectivo.

Se le pide al jefe del departamento que exprese su criterio sobre las posibilidades de la estrategia y si esta es factible de ser utilizada.

Terminada la actividad la autora de la tesis valora el cumplimiento del resultado previsto en la estrategia metodológica.

Se cierra el taller pidiendo a los metodólogos su valoración de lo que observaron.

ETAPA III. Ejecución.

Objetivo: Implementar las acciones diseñadas en la etapa II de planificación y organización para el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias entre ambas asignaturas en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la resolución de problemas que conducen a ecuaciones lineales desde la Matemática en el décimo grado.

Participantes: profesores de Matemática y de Física, jefe del departamento de Ciencias Exactas.

Total de horas: las propuestas en cada actividad.

Responsable: Autora de la tesis

Acciones:

1. Propiciar formas adecuadas para potenciar la preparación desde un ambiente colaborativo, reflexivo que posibilite la acción desde los profesores hacia los estudiantes.
2. Desarrollo de las actividades metodológicas dirigidas a profundizar en la necesidad, importancia y fundamentos teóricos de la interdisciplinariedad entre las asignaturas de Matemática y Física.
3. Ejecución de actividades interdisciplinarias con nuestros estudiantes encaminados a su formación integral.

Sugerencias para la etapa: la etapa está condicionada al enfoque asumido en la etapa de planificación, ya que se ejecutan las actividades de preparación metodológicas concebidas para el logro de los resultados esperados. Este momento es considerado uno de los más importantes, porque garantiza la preparación del profesor para implementar la interdisciplinariedad con la Física en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la resolución de problemas en Matemática que conducen a ecuaciones lineales, siendo necesaria su participación consciente. El trabajo de orientación, para el desarrollo de actividades que conduzcan al establecimiento de relaciones interdisciplinarias que se ejecutan en los talleres, es de vital importancia para lograr que tengan éxitos.

ETAPA IV. Evaluación de las acciones de las etapas anteriores.

Objetivo: Evaluar los resultados de las acciones de las anteriores etapas de la estrategia.

Este proceso se inicia desde la primera etapa y se mantiene en todo momento.

Acciones:

1. Se elaboran las regularidades de los PNI y se valora el criterio de los profesores sobre lo que le aportó las actividades realizadas. Se tabula la auto evaluación realizada en cada actividad.
2. Se realiza la caracterización del estado final de la preparación metodológica de los profesores de Matemática para el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias con la Física durante la resolución de problemas en Matemática.

3. Ejecutar periódicamente acciones de control para tomar decisiones indispensables a medida que se vayan desarrollando las actividades propuestas.
4. Desarrollar dentro de la evaluación del desempeño la autoevaluación para que los profesores valoren su evolución en la preparación, determinando logros y debilidades que necesitan continuar trabajando.
5. Recoger sistemáticamente el criterio de los profesores en preparación, mediante diversos métodos e instrumentos, es recomendable realizar:
 - El análisis de logros y dificultades presentadas, de existir dificultades determinar las posibles causas que la provocan.
 - Recomendaciones para el mejor desarrollo de las actividades.
6. Recomendaciones para el mejor desarrollo de las actividades y el rediseño de acciones para perfeccionar la estrategia metodológica.
7. Estimulación de los mejores resultados y generalización de las experiencias positivas en el colectivo.

Sugerencias para la etapa: está dirigida a evaluar el desarrollo alcanzado por los profesores en su preparación para el tratamiento interdisciplinario entre los contenidos de Física durante la resolución de problemas en Matemática, así como, los aspectos que han de ser modificados para perfeccionar la misma con vista a próximas aplicaciones. Debe propiciarse la autoevaluación y coevaluación por parte de los profesores a partir de los resultados alcanzados en el aprendizaje de los estudiantes considerado como proceso cualitativo de ascenso gradual y expresión integral.

2.3 Validación teórica de la estrategia metodológica que contribuya al establecimiento de relaciones interdisciplinarias entre la Matemática y la Física durante la resolución de problemas que conducen a ecuaciones lineales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática en el décimo grado

A finales del año 2019 el mundo se enfrenta a una nueva enfermedad que le hizo cambiar en muchas esferas de la sociedad. La pandemia de enfermedad por coronavirus (COVID-19), ha provocado una crisis sin precedente en la esfera de la educación (CEPAL-UNESCO, 2020): esta emergencia ha dado lugar al cierre masivo de las actividades presenciales de instituciones educativas en más de 190 países con el fin de evitar la propagación del virus y mitigar su impacto.

Cuba no está ajena a esto y se han suspendido las actividades presenciales en las escuelas, lo que provocó que no fuera posible aplicar la estrategia metodológica en la práctica y se optara por realizar una validación teórica a través de un criterio de expertos procesado con el método Delphi.

La autora asume la definición de expertos siguiente: "Se entenderá por experto, tanto al individuo en sí como a un grupo de personas u organizaciones capaces de ofrecer valoraciones conclusivas de un problema en

cuestión y hacer recomendaciones respecto a sus momentos fundamentales con un máximo de competencia”(Fiallo & Cerezal, 2003, pág. 59).

Se emplearon como criterios de selección de expertos: especialistas que ostenten grado científico de Doctor en Ciencias, título académico de Máster, categorías docentes de Profesores Titulares o Auxiliares, experiencia profesional de los profesores de diez o más años ejerciendo como profesor de Matemática o Física, con interés personal por cooperar en la valoración y mejora de la propuesta sometida a consulta.

Para la selección de los expertos se empleó el procedimiento de autovaloración con la aplicación de un cuestionario, se tuvo en consideración sus conocimientos sobre el tema y las fuentes que les permiten argumentar sus criterios. En un primer momento se dirigió la consulta a 15 posibles expertos de la Universidad de Matanzas, y se les solicitó responder la guía de autovaloración (anexo 7). Todos mostraron un alto coeficiente de competencia y se acreditan como expertos (anexo 8). De ellos ocho son doctores en Ciencias Pedagógicas y siete son máster. En relación con la categoría docente: siete Profesores Titulares y ocho son Profesores Auxiliares.

Los resultados expresados en la guía de autovaloración se emplearon para determinar el coeficiente de competencia (K) de los seleccionados como expertos potenciales. Tales coeficientes se conforman de: el coeficiente de conocimientos (Kc) y el coeficiente de argumentación (Ka) de cada experto sobre el tema que se analiza. Los valores del coeficiente de competencia (K) considerados para determinar la inclusión de los expertos oscilaron entre 0.8 y 1.

Con el objetivo de someter la estrategia metodológica a la validación teórica de los expertos, se elaboró un cuestionario (Anexo 9) que fue presentado a ellos de manera individual, para que valorasen con una escala de cinco categorías: Muy Adecuado (MA), Bastante Adecuado (BA), Adecuado (A), Poco Adecuado (PA) Nada adecuado. (NA), seis aspectos que dicen de la consistencia científica del resultado propuesto. También se le solicitaron sugerencias para mejorarlo que fue presentado a los expertos de manera individual. En la organización del cuestionario se tuvo en cuenta: la estructura de la estrategia metodológica (E1), la coherencia entre los diferentes elementos que la conforman (E2), la relación entre el objetivo general y los objetivos específicos de las etapas y las acciones (E3), los fundamentos teóricos de la estrategia metodológica (E4), las acciones que conforman cada etapa (E5) y el resultado previsto en la estrategia metodológica (E6).

Los expertos consideraron como muy adecuados los dos primeros aspectos y como bastante adecuados el resto al valorar la estrategia metodológica (Tabla 3).

Aspectos	C 1	C 2	C 3	C 4	Suma	Promedio	N-P	Categorías
E 1	-0.083	3.49	3.49	3.49	10.386958	2.5964	-0.874054	Muy adecuado
E 2	0.0842	3.49	3.49	3.49	10.554227	2.638557	-0.915871	Muy adecuado
E 3	-0.6222	1.503	3.49	3.49	7.860794	1.965199	-0.242513	Bastante adecuado
E 4	-0.2527	1.1119	3.49	3.49	7.839173	1.959793	-0.237108	Bastante adecuado
E 5	-0.6222	0.8425	3.49	3.49	7.200242	1.80006	-0.077375	Bastante adecuado
E 6	-0.2527	1.1119	3.49	3.49	7.839173	1.959793	-0.237108	Bastante adecuado
Punt o de corte	C 1	C 2	C 3	C 4	Suma			
	0.21446	1.924887	3.489993	3.489993	51.6806			

Tabla No. 3 Categoría a los aspectos evaluados por los expertos

Los señalamientos realizados no conllevaron cambios sustanciales en la estrategia metodológica y estuvieron encaminados a aspectos muy puntuales referidos a que es desde la Matemática, sobre el trabajo metodológico, dos talleres que tenían contenidos muy similares, esto condujo a no tener la necesidad de realizar una segunda ronda de expertos.

Los seis aspectos evaluados por los expertos fueron valorados con unos máximos porcentajes (muy adecuados y bastante adecuados), lo que confirma que la estrategia metodológica diseñada contribuye a la preparación de los profesores para el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias entre la Matemática y la Física durante la resolución de problemas que conducen a ecuaciones lineales, en el décimo grado.

Conclusiones del capítulo.

En este capítulo se presentan los resultados del diagnóstico, en ellos se aprecia que los profesores entienden que es necesario el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias ente Matemática y Física durante la resolución de los problemas, pero existen un grupo de limitaciones que hacen que estas no se manifiesten

en la práctica y en ellas tiene un peso fundamental la preparación metodológica de los profesores de Matemática y Física.

Se presenta como resultado una estrategia metodológica, la misma está encaminada a la preparación de los profesores para el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias durante la resolución de problemas en Matemática con contenidos Físicos, que conducen a ecuaciones lineales en el décimo grado. En la validación teórica realizada por criterio de expertos los aspectos evaluados corroboran que la estrategia está en correspondencia con el objetivo previsto.

Conclusiones

- El establecimiento de las relaciones interdisciplinarias durante la resolución de problemas en Matemática con contenidos físicos que conducen a ecuaciones lineales en décimo grado, se sustenta teóricamente en la Filosofía marxista-leninista especialmente en la teoría del conocimiento, en el enfoque Histórico - Cultural de Vygotsky, en las leyes y principios de la didáctica cubana actual la que tiene en cuenta a la interdisciplinariedad como un principio y al trabajo metodológico como la vía para perfeccionar el proceso, en las Didácticas de la Matemática y la Física que aborda la resolución de los problemas como una actividad fundamental, en lo curricular parte del tratamiento a las ideas metodológicas del curso de Matemática y Física, al colocar a la resolución de problemas como el centro de la concepción metodológica para el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje.
- Mediante el diagnóstico realizado en el preuniversitario “José Luis Dubrocq Sardiñas”, quedó demostrado que en el programa de Matemática del III perfeccionamiento para el décimo grado, se definen objetivos encaminados al establecimiento de las relaciones interdisciplinarias, pero es insuficiente la preparación de los profesores para implementar las relaciones interdisciplinarias entre la Matemática y la Física en el proceso de enseñanza aprendizaje de la resolución de problemas, existe desconocimiento de las potencialidades que tienen los contenidos matemáticos para establecer nexos interdisciplinarios con la Física así como las formas de realizarlos, sin embargo, se presentan fortalezas que deben ser aprovechadas para implementar estas relaciones entre dichas asignaturas como es la motivación de los profesores y estudiantes para desarrollar esta actividad.
- La estrategia metodológica elaborada es una vía cualitativamente diferente que aporta elementos articulados para preparar a los profesores metodológicamente para el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias entre la Matemática y la Física en la resolución de problemas que conducen a ecuaciones lineales en décimo grado. El aparato instrumental empleado facilitó la estructuración de la

estrategia metodológica en cuatro fases: diagnóstico y sensibilización, planificación y organización, ejecución de las acciones y evaluación de las acciones de las etapas anteriores.

- Por criterio de expertos se pudo valorar la factibilidad de la estrategia metodológica para la preparación de los profesores sobre el establecimiento de relaciones interdisciplinarias entre la Matemática y la Física durante el proceso de enseñanza aprendizaje de la resolución de problemas de Matemática en décimo grado.

Recomendaciones

- Continuar profundizando en el presente estudio acerca del establecimiento de las relaciones interdisciplinarias durante la resolución de problemas en Matemática con la Física.
- Realizar una constatación en la práctica en el preuniversitario “José Luis Dubrocq Sardiñas” de la implementación de la estrategia metodológica.
- Elaborar materiales metodológicos de apoyo al profesor para el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias durante la resolución de problemas en Matemática con contenidos físicos, que aborden su enseñanza.
- Socializar los resultados obtenidos en esta investigación en los diferentes espacios del sistema de trabajo metodológico del territorio, en la presentación en eventos y la publicación en revistas.
- Realizar otras investigaciones en el departamento de Ciencias Exactas en las que se continúen buscando alternativas para las relaciones interdisciplinarias entre la Matemática y la Física en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la resolución de problemas, con otras vías no trabajadas en esta investigación.

Bibliografía

- Addine, F., & Garcia, B. (2004). La interacción: núcleo de las relaciones interdisciplinarias en el proceso de la formación de los profesionales de la educación. Una propuesta para la práctica laboralinvestigativa. En M. Álvarez, *En Interdisciplinariedad: una aproximación desde la enseñanzaaprendizaje*. La habana: Pueblo y Educacion.
- Addine, F., González, A., & Recarey, S. (2002). Principios para la dirección del proceso pedagógico. En G. (. García, *Compendio de Pedagogía* (págs. 80-100). La Habana: Pueblo y Educación.
- Adinne. (2002). *Teoría y práctica*. La Habana: Pueblo y Educacion.
- Ahandas, V., & Brown, S. (2016). "An Empirical Assessment of Interdisciplinarity: Perspectives from Graduate Students and Program Administrators". . *Innovative Higher Education*, vol. 41, no. 5, , pág. 411-423.
- Alabau, J., Solaz-Portales, J., & Sanjosé, V. (2020). Relación entre creencias sobre resolución de problemas, creencias epistemológicas, nivel académico, sexo y desempeño en resolución de problemas: un estudio en educación secundaria. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias* 17(1), 1102-1 1102-17.
- Almeida, B., & Almeida, J. (2017). Comprender antes de resolver. *Revista científico pedagógica Atenas Vol 3 Nro 39 julio-septiembre 2017. ISSN:1682-2749*, 48 - 63.
- Almeida, B., & Aportela, I. (2019). La autorregulación de la actividad de estudio al aprender Matemática. *Transformación* 15(3) septiembre-diciembre, 263-279.
- Almeida, B., & Borges, J. (1999). *Didáctica de la resolución de problemas matemáticos en la escuela media*. La Habana: Academia.
- Álvarez. (2004). Interdisciplinariedad: Una aproximación desde la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. En M. Alvarez, *En interdisciplinariedad : una aproximacion desde la enseñanza de las ciencias* (pág. 198). La Habana: Pueblo y Educacion.
- Álvarez, M., Almeida, B., & Villegas, E. (2014). *El proceso de enseñanza - aprendizaje de la Matemática. Documentos metodológicos*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Arzola, D. (2019). *Proceso formativo en la investigación educativa. Diálogos, reflexiones, convergencias y divergencias*. Chihuahua, México: Red de investigadores Educativos Chihuahua. AC.
- Ballester. (2002). *El transcurso de la línea directriz: planteo, formulación y resolución de problemas*. En *El transcurso de las líneas directrices en los programas de Matemática y la planificación de la enseñanza*. La Habana: Pueblo y educacion .
- Ballester, S. y. (2018). *Didáctica de la Matemática. Tomo 1. Editorial Universitaria Félix Varela.*, 71.

- Ballester, S., Santana, H., Hernández, S., Cruz, I., Arango, C., García, M., . . . Torres, P. (1992). *Metodología de la Enseñanza de la Matemática. Tomo I*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Broggy, J., O'reilly, J., & Erduran, S. (2017). Science Education: An International Course Companion . *nterdisciplinarity and Science Education* (págs. 81-90). Rotterdam (Países Bajos): Sense Publishers.
- Bugaev, A. (1989). *Metodología de la enseñanza de la Física en la escuela media. Fundamentos teóricos*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Caballero. (2000). La interdisciplinariedad de la Biología y la Geografía con la Química.
- Caballero. (2001). *La interdisciplinariedad de la Biología y la Geografía con la Química*. La Habana: Tesis en opción del grado científico de doctor en Ciencias Pedagógicas. Facultad de Ciencias de la Educación, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Ciencias Pedagógicas "Enrique José Varona.
- Caballero. (2004). La interdisciplinariedad de la Metodología de la Enseñanza de la Química con Biología y la Geografía: una estrategia didáctica teórico experimental. *III Taller sobre la formación universitaria del personal docente*. La Habana.
- Campistrous, L., & Rizo, C. (1996). *Aprender a resolver problemas aritméticos*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Campos. (2014). *Metodología para implementar la interdisciplinariedad en la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática en la especialidad maquinaria azucarera de la educación técnica y profesional*.
- Campos, I. (2014). *Metodología para implementar la interdisciplinariedad en la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática en la especialidad maquinaria azucarera de la educación técnica y profesional. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Cie*. Universidad de Matanzas, Matemática. Matanzas: Univeridad de Ciencias Pedagógicas Juan Marinello Vidaurreta.
- Castellanos, D., Castellanos, B., Llivina, M., Silveiro, M., Reinoso, C., & Garcia, C. (2007). *Aprender y Enseñar en la escuela: una concepción desarrolladora*. LA Habana: Pueblo y Educación.
- Castro, F. (10 de septiembre de 1962). Discurso pronunciado en la inauguración del curso escolar 1962-1963. *Granma, Ciudad de la Habana*, pág. 3.
- Castro, F., Moreno, W., & Bustamente, J. (2004). Las relaciones interdisciplinarias en un área de ciencias, vistas desde la asignatura Matemática y la perspectiva de los estudiantes. En M. (. Álvarez, *Interdisciplinariedad: Una aproximación desde la enseñanza aprendizaje de las ciencias* (págs. 254-272). La Habana: Pueblo y Educación.

- CEPAL-UNESCO. (2020). *La educación en tiempos de la pandemia de COVID-19*. Santiago de Chile: CEPAL-UNESCO.
- Cepeda, Y., Díaz, C., & Acosta, I. (2017). Reflexiones teóricas sobre la interdisciplinariedad: experiencias interdisciplinarias y desafíos académicos. *Revista Atlante: cuadernos de Educación y Desarrollo*. <http://www.eumed.net/rev/atlante/2017/12/desafios-academicos.html> consultado diciembre 2020, 1-13.
- Cerezal, J., & Fiallo, J. (2004). *Cómo investigar en Pedagogía*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Cerezal, J., Fiallo, J., Ramírez, L., García, G., Valledor, R., & Ruiz, A. (2010). Metodología de la investigación y la calidad de la educación. En G. García, *Fundamentos de las Ciencias de la Educación. Módulo II, primera parte* (pág. 190). La Habana: Pueblo y Educación.
- Cordero, A. (3 de diciembre de 2019). *france 24*. Recuperado el 12 de junio de 2020, de *france 24*: <https://www.france24.com/es/20191203-pruebas-pisa-los-estudiantes-latinoamericanos-reprueban-en-lectura-y-matem%C3%A1ticas>
- De Armas, N., Marimón, J., Guelmes, E., Rodríguez, M., Rodríguez, A., & Lorences, J. (2003). Caracterización y diseño de los resultados científicos como aportes de la investigación educativa. *Revista Varela* 4(3) <http://medisan.sld.cu/index.php/san/article/view/1199/html>.
- Del Moral, E., & Cuesta, A. (2019). *Taller "Enseñanza de las Matemáticas en Secundaria" Guía del participante*. Veracruz, México: Secretaría de Educación de Veracruz.
- Escalona, M. (2007). *El uso de los recursos informáticos para favorecer la integración de contenidos en el área de las Ciencias Exactas en el preuniversitario*.
- Espinosa, C. (2016). *Estrategia didáctica para contribuir a la formación ciudadana en la educación primaria. Tesis en opción al grado científico de en Ciencias Pedagógicas*. Matanzas: Universidad de Matanzas.
- Espinosa, J. (julio-septiembre de 2017). La resolución y planteamiento de problemas como estrategia metodológica en clases de Matemática. *Revista científica pedagógica Atenas*. Recuperado de: <http://atenas.reduniv.mes.cu>, 3(39), 64-79.
- Fernandez. (2000). *La interdisciplinariedad como base de una estrategia para el perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera de ciencias técnicas*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Ferreira, M. (2020). *Los problemas físico-docentes experimentales en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la secundaria básica. Tesis en opción al título académico de Máster en Educación*. Matanzas: Universidad de Matanzas.

- Ferreira, M., & Pino, M. (2020). Los problemas físicos-docentes experimentales en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la escuela media. . *Dominio de Las Ciencias*. Vol 6 No 1 Enero- Marzo, 202-214.
- Fiallo. (2005). "La interdisciplinariedad: un concepto "muy conocido". CD-ROM. La Habana : Maestría en Ciencias de la Educación, Curso 2, .
- Fiallo, J. (2004). "La interdisciplinariedad: un concepto "muy conocido". En M. (compiladora), *Interdisciplinariedad: Una aproximación desde la enseñanza aprendizaje de las ciencias* (págs. 20-36). La Habana: Maestría en Ciencias de la Educación, Curso 2,.
- Fiallo, J. (2004). La interdisciplinariedad: un concepto "muy conocido". En M. (. Álvarez, *Interdisciplinariedad: Una aproximación desde la enseñanza aprendizaje de las ciencias*, (págs. 20 - 33). La Habana: Pueblo y Educación.
- Fiallo, J., & Cerezal, J. (2003). *Estadística aplicada a la investigación pedagógica y diseño experimental*. Lima: Magisterial.
- Fridman, L. (2001). *Metodología para resolver problemas en Matemática*. México: Grupo Editorial Iberoamérica.
- García. (2001). La interdisciplinariedad en el proceso pedagógico que se desarrolla en la Educación Técnica Y Profesional. "*Transformación*".
- García. (2004). Interdisciplinariedad para la formación profesional: desafío actual en la enseñanza politécnica. En Á. M, *Interdisciplinariedad: Una aproximación desde la enseñanza aprendizaje de las ciencias*. (págs. 62-97). La Habana: Pueblo y Educacion.
- García. (2018). Propuesta de actividades con un enfoque interdisciplinario que favorezca la integración de las disciplinas de Ciencias Básicas. *Teoría de la Educación* , 383-413.
- García, D. (2020). *Estrategia metodológica para la implementación de la interdisciplinariedad desde la Matemática Básica en la carrera Agronomía. Tesis en opción al título académico de Máster en Matemática educativa*. Matanzas: Universidad de Matanzas.
- García, D. (2020). *Estrategia metodológica para la implementación de la interdisciplinariedad desde la Matemática Básica en la carrera Agronomía. Tesis presentada en opción al título académico de Máster en Matemática Educativa*. . Matanzas: Universidad de Matanzas.
- Gil, D. (1995). La resolución de problemas de lápiz y papel como actividad de investigación. *Fundamentos. Investigación en la Escuela No 6*, 3-19.
- González, M. (2015). Propuesta de actividades con un enfoque interdisciplinario que favorezca la integración de las disciplinas de Ciencias Básicas. *Atena*, 3(35), 141-156. .

- González, R., Pérez, Z., & Acosta, S. (2018). *Orientaciones Metodológicas Física octavo grado*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Guzmán, M. (1991). *Para pensar mejor*. Barcelona: Labor.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2010). *Metodología de la Investigación* (quinta ed.). México, México: Mexicana.
- Hernández, Y. (2021). *La profesionalización de la historia local en la Educación Técnica y Profesional. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas*. Matanzas, Cuba: Universidad de Matanzas.
- ICCP. (2016). *Fin y objetivos de la educación y de los niveles educativos. Perfiles de egreso*. La Habana: Ministerio de Educación.
- ICCP. (2020). *Propuestas para la transformación de las instituciones y modalidades educativas*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Jiménez. (2007). *La interdisciplinariedad desde un enfoque profesional pedagógico: un modelo para el colectivo de año. Tesis en opción al título de doctor en Ciencias Pedagógicas*. Matanzas: Instituto Superior Pedagógico "Juan Marinello Vidaurreta".
- Jorge, M., & Valdivia, M. (2020). Las líneas directrices de la enseñanza de la Matemática en la Educación Superior. En *Libro electrónico de investigación: Educación y Pedagogía 2020. Libro 2: "Las ciencias naturales, exactas y de la salud ante las exigencias del mundo contemporáneo"* ISBN: 978-1-951198-45-9. Matanzas: Editorial Redipe Capítulo Estados– Instituciones sede.
- Llano, L. G. (2016). La interdisciplinariedad: una necesidad contemporánea para favorecer el proceso de enseñanza aprendizaje. *Medisur*, 320-327.
- Llivina. (1999). *Una propuesta metodológica para contribuir al desarrollo de la capacidad para resolver problemas matemáticos. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas*. La Habana: Instituto Superior Pedagógico " Enrique José Varona".
- Martínez. (2011). La interdisciplinariedad en el Proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias. *Revista Atena*, 40.
- Mazarío, I. (2002). *La resolución de problemas en la Matemática I y II de la carrera de Agronomía. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas*. Matanzas: Universidad de Matanzas.
- Mellado, V., Belén, A., Brígido, M., Melo, V., Dávila, M., Cañada, M., . . . Bermejo, M. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32.3. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1478>, 11-36.

- MINED. (2014). *Reglamento del trabajo metodológico del Ministerio de Educación. Resolución Ministerial No 200/2014*. La Habana: ARGRAF.
- Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2019). *Informe PISA 2018. Programa para la Evaluación Internacional para los Estudiantes. Informe Español (versión preliminar)*. Madrid: Publicaciones del Ministerio.
- Moloney, J. (15 de julio de 2015). *Videogame Technology Re-Purposed: Towards Interdisciplinary Design Environments for Engineering and Architecture*. *Procedia Technology*, 20, 212-218. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2015.07.034>
- Mondejar. (2005). *Una alternativa metodológica para la enseñanza de la Física con enfoque problémico en la secundaria básica. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas*. Matanzas: Universidad Camilo Cienfuegos.
- Moreno, A., & Soto, J. (2016). Resolución de problemas en el bachillerato: las estrategias de los profesores. *SAHUARUS, Revista electrónica de Matemáticas. Departamento de Matemática, Universidad de Sonora Vol 1, No 1*, 51-57.
- Öksüz, A., & Küçük, B. (2015). An Interdisciplinary Design Study: Housing Design through Personality Disorders. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.753>. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174, 1313-1320.
- Ortega. (2014). La educación desde el enfoque interdisciplinar. Un reto para la educación de adultos. *Revista de Estudios y experimentos*.
- Ortiz, M., Ferrer, M. A., Rodríguez, R., Santana, A., & Mora, J. (2016). Programa de Física Décimo Grado. *Perfeccionamiento de planes y programas*. La Habana, Cuba.
- Ortiz, M., Mora, J., Sifredo, C., Santana, A., Rodríguez, R., & Bosque, J. (2017). *Física, Décimo grado*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Paúl, F. (6 de Diciembre de 2019). *BBC Mundo*. Recuperado el 8 de junio de 2020, de BBC Mundo: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-50685470>
- Pedroso, M. (2021). *Desarrollo de la habilidad argumentar la toma de decisiones para resolver problemas profesionales en la carrera Ingeniería Civil. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas*. Matanzas, Cuba: Universidad de Matanzas.
- Perales, F. (Junio de 1993). La resolución de problemas una revisión estructurada. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 170-175.

- Perera. (2004). El cambio curricular y la formación interdisciplinaria de los profesores. La necesidad de un nuevo enfoque. *Revista Educación* , 81.
- Perera. (2004). *La práctica de la interdisciplinariedad en la formación de profesores*. . La Habana: Pueblo y educación .
- Pérez, N. (2012). La resolución de problemas: un estudio cualitativo de cómo los estudiantes lo hacen. En N. Pérez, E. Moltó, H. Rivero, C. Sifredo, & M. Lastra, *Temas seleccionados de la Didáctica de la Física* (págs. 152-160). La Habana: Pueblo y Educación.
- Pérez, N., Rivero, H., Ramos, J., Sifredo, C., & Moltó, E. (2018). *Didáctica de la Física Tomo 1*. La Habana: Felix Varela.
- Pino, M. G., & Almeida, B. (14 al 18 de Noviembre de 2017). Enseñar procedimientos para resolver problemas de Matemática y Física: reto de la didáctica en la formación de profesores. *En XIX Evento internacional "La Enseñanza de la Matemática, la Estadística y la Computación: su enseñanza y aplicaciones", noviembre 2017. ISBN 978-959-16-3671-3* (pág. 19). Varadero: Universidad de Matanzas.
- Pino, M. G., & Almeida, B. A. (2017). Enseñar procedimientos para resolver problemas de Matemática y Física: Reto de la Didáctica en la formación del profesor. *XIX evento internacional La Enseñanza de la Matemática, la estadística y la computación: Su enseñanza y aplicaciones* (pág. 19). Matanzas: Universidad de Matanzas.
- Pino, M., & Almeida, B. (20 de diciembre de 2020). *Procedimientos metodológicos para resolver problemas de Matemática y Física*. Obtenido de cict.monografia.umcc.cu: [http:// monografias.umcc.cu/monos.htm](http://monografias.umcc.cu/monos.htm)
- Pino, M., & Ferreira, M. (2020). La enseñanza de los problemas físico-docentes experimentales. . *Revista Latinoamericana de Física Educativa. Vol 14 No 2, junio 2020, 2302-1 - 2302-8*.
- Pino, M., & Filenko, M. (2017). El diseño curricular del curso optativo: la enseñanza de la resolución de los problemas. *Revista electrónica Atenas Vol3, Nro 39, 80-95*.
- Polya, G. (1972). *Cómo plantear y resolver problemas*. Mexico: Trillas.
- Polya, G. (1972). *Cómo plantear y resolver problemas*. México: Trillas.
- Pozo, J. (1994). *La resolución de problemas*. Madrid: Santillana.
- Quintero, E., Disotuar, Y., & Guilarte, L. (2018). Una metodología para contribuir al logro de las relaciones interdisciplinarias en el trabajo metodológico del departamento de humanidades del preuniversitario

- en Imías. *Revista Caribeñas de Ciencias Sociales*, Disponible en: <https://www.eumed.net/rev/caribe>. Consultado diciembre 2020.
- Ramos, L., Castro, E., & Castro-Rodriguez, E. (2016). Instrucción en el uso de esquemas para la resolución de problemas aditivos a estudiantes con necesidades educativas especiales. *Enseñanza de las Ciencias*. Vol 34, N 1, 173-192.
- Rebollar, A., & Ferrer, M. (2014). La enseñanza basada en problemas y ejercicios: una concepción didáctica para estimular la gestión aprendizaje del docente y del alumno. *Revista Científico Pedagógica Atenas*. Recuperado de: <http://atenas.reduniv.mes.cu>, 3(27), 23-37.
- Rivera, Y. (2018). *La vinculación de los problemas de Física con la vida en la Unidad Movimiento Mecánico de Décimo Grado. Trabajo de Diploma. Departamento de Física*. Matanzas: Universidad de Matanzas.
- Rivero, H., & Torres, R. (2012). La resolución de problemas: un estudio cualitativo de cómo los estudiantes lo hacen. En N. Pérez, E. Moltó, H. Rivero, C. Sifredo, & M. Lastra, *Temas seleccionados de la Didáctica de la Física* (págs. 277-305). La Habana: Pueblo y Educación.
- Rivero, m. (2002). *El tratamiento didáctico integral de las tareas teóricas de Física para los profesores de la escuela media en funciones*.
- Rizo, C., & Campistrous, L. (2002). *Didáctica y solución de problemas*. La Habana: IPLAC.
- Rodríguez, F., & Blanco, A. (2021). Diseño de una secuencia de enseñanza-aprendizaje para el desarrollo de competencias científicas en el contexto del consumo de agua envasada. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 18(1), 1803 .
- Rodríguez, F., & Quintana, A. (2016). Programa de Matemática décimo grado. La Habana, La Habana: ICCP.
- Rodríguez, M. A. (2003). *La estrategia como resultado científico de la investigación educativa*. Universidad Pedagógica "Félix Varela". Villa Clara: Centro de Ciencias e Investigaciones Pedagógicas.
- Rubinstein. (1987). *Desarrollo de las capacidades creadoras de los estudiantes en el proceso de enseñanza de la Física*.
- Salazar. (2001). *La formación interdisciplinaria del futuro profesor de Biología en la actividad científico-investigativa*.
- Salazar, D. (2004). La interdisciplinariedad como tendencia en la enseñanza de las ciencias. . En Á. M, *Interdisciplinariedad: una aproximación desde la enseñanza-aprendizaje de las ciencias*. (págs. 37-61). La Habana: Pueblo y Educación.

- Sánchez, R., & Pacheco, P. (2016). Un enfoque interdisciplinar de la Física General y Probabilidades y Estadística, carrera Matemática Física. *Atenas* Vol 3, Nro 35, 141-156.
- Santos, R., Alfonso, A., Opizo, Q., Orestes, O., Chaviano, O., García, I., & Valdés, J. (2017). Trabajo metodológico: reclamo para lograr interdisciplinaredad desde el colectivo de año de la carrera de Medicina. *Edumecentro* 9(1), 175-189.
- Schoenfeld, A. (1992). *Ideas y tendencias en la resolución de problemas*. Buenos Aires: Olimpiada de Matemática.
- Sifredo, C., & González, E. (1988). *Orientaciones metodológicas para la solución de problemas Física, décimo grado*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Soler. (2012). *La interdisciplinaredad en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática: una alternativa didáctica para la formación de profesores de matemática*. La Habana: Tesis presentada en opción al Grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas, Universidad de Ciencias Pedagógicas "Enrique José Varona".
- Talízina. (1992). *Conferencias sobre Didáctica de la Educación Superior*. Habana: Universidad de la Habana.
- Torres. (2000). *La instrucción heurística de la matemática escolar*. . La Habana.
- Valdivia, M. A., & Naveira, W. (2020). Los procedimientos de solución en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática. En *Libro de investigación: Educación y Pedagogía 2020. LIBRO 2: Las ciencias naturales, exactas y de la salud ante las exigencias del mundo contemporaneo*. ISBN: 978-1-951198-33-6 (págs. 102-116). Matanzas: REDIPE.
- Valdivia, M., & Campos, I. (2013). Resultados de una experiencia para contribuir desde una metodología a favorecer la interdisciplinaredad en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Matemática, en la especialidad Maquinaria Azucarera en la Educación Técnica y Profesional. *IPLAC*.
- Valle, A. (2007). *Meta modelos de la investigación pedagógica*. La Habana: Instituto Central de Ciencias Pedagógicas del MINED.
- Villegas, E., & Placeres, L. (2004). El tratamiento de conceptos y sus definiciones. Situación Típica de la enseñanza de las ciencias. En M. Álvarez, *Interdisciplinaredad: Una aproximación desde la enseñanza aprendizaje de las ciencias* (págs. 205 -227). La Habana: Pueblo y Educación.
- Zilmer, W. (1981). *Complementos de Metodología de la Enseñanza de la Matemática*. Pueblo y Educación.: La Habana.

Anexos

Anexo 1. Tarjeta de trabajo.

Alumno, se te sugieren procedimientos metodológicos para la resolución de los problemas. Se recuerda que no es obligatorio utilizarlos todos y los que emplees no se tienen que ejecutar en ese orden.

FASES DEL PHG	Impulsos del profesor. Procedimientos heurísticos	Procedimientos metodológicos para la comprensión
ORIENTACIÓN HACIA EL PROBLEMA	<p>Lee el problema para sí. Reléelo. Existe alguna palabra o frase que no comprendas.</p> <p>¿De qué trata el problema?, ¿Conviene representar la situación de otra manera? (figura de análisis, tabla)</p> <p>¿Se puede con lo dado obtener directamente lo que se busca? ¿Cómo? ¿Qué conocimientos matemáticos utilizar?</p> <p>¿Qué se conoce? ¿Y qué se busca?</p> <p>¿Se requiere transformar las condiciones dadas para acercarnos a lo que se busca? ¿Cómo transformar lo que se tiene?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Lectura analítica del problema. - Reconocimiento de palabras claves. - Interpretación del significado físico (matemático) de lo que dice el problema. - Descripción verbal del problema. - Realización de gráficos, esquemas o bocetos que representen lo planteado en el problema, señalando en él los elementos necesarios. - Precisión de la problemática abordada. - Realización de un estudio cualitativo del problema. - Selección de las condiciones y exigencias. . - Reformulación del problema.
FASES DEL PHG	Impulsos del profesor. Procedimientos heurísticos	Procedimientos metodológicos para búsqueda de la estrategia de solución
TRABAJO EN EL PROBLEMA	<p>Expresa el tipo de problema que se requiere resolver.</p> <p>¿Con qué conocimientos matemáticos o físicos se relaciona?, ¿Cuál de ellos utilizar? ¿Cómo transformar lo que se tiene? Se requiere calcular alguna magnitud intermedia. ¿Cuál? ¿Cómo?</p> <p>Haz resuelto algún problema parecido.</p> <p>Puede reducirse el problema a uno más sencillo.</p> <p>Explica cómo relacionar lo que se tiene con lo que se busca.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Identificación del tipo de problema a resolver. - Identificación del contenido de la física o la matemática con que se corresponde. - Consideración de la parte principal del problema. - Consideraciones de analogías con algún problema ya resuelto. - Reducción a otro problema ya conocido. - Relación de lo dado con lo buscado a partir de los datos que se tienen - Aplicación de una estrategia de razonamiento de acuerdo al tipo de problema.

FASES DEL PHG	Impulsos del profesor. Procedimientos heurísticos	Procedimientos metodológicos
SOLUCIÓN DEL PROBLEMA	¿Qué pasos seguir entonces para resolverlo?	Describe los pasos a seguir para obtener la solución.
EVALUACIÓN DE LA SOLUCIÓN Y DE LA VÍA	<p>¿Cómo comprobar la solución hallada según el tipo de problema? Satisface el resultado lo que se busca en el problema. ¿Por qué lo realizó así? ¿Qué procedimientos se emplearon para llegar a la solución? No encontró otra vía para llegar al resultado. ¿Por qué? Intente buscar otras vías de solución. ¿Has empleado esta vía de resolución para obtener otro resultado? ¿Es única la solución?, ¿Existen otras?, ¿No hay solución? Reflexiona si puede emplearse el resultado o el método para resolver algún otro problema. Expresa qué le aporta la resolución de este problema a la estrategia general de resolución de problemas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Identificación de la vía de comprobación de la solución según el tipo de problema - Verificación de la validez de la solución del problema según la vía escogida. - Argumentación de los conocimientos aplicados en obtener la solución por esa vía. - Valoración de obtener la misma solución por otras vías (más racional) - Determinación de cuál otro resultado, puede obtenerse por esta vía - Consideraciones sobre la unicidad de la solución, no hay o tiene varias. - Verificación si puede emplearse el resultado o el método para resolver algún otro problema. - Aportación de la resolución de este problema a la estrategia general de resolución de problemas.

Anexo 2. Guía para la revisión del plan de metodológico del departamento

Departamento docente: _____

Instituto Preuniversitaria: _____

Municipio _____

La presente guía recoge información sobre la planificación de las actividades metodológicas del departamento. Le pedimos la mayor concreción y fidelidad en el registro de la información que extraiga de ellos.

DESARROLLO DEL REGISTRO DEL PLAN METODOLÓGICO

1. Se planifican actividades en el plan metodológico del departamento para el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias entre Matemática y Física. Se aprecia___ No se aprecia___

2. Se planifican actividades de autopreparación de forma individual relacionadas con la interdisciplinariedad y en particular entre la Matemática y la Física al resolver problemas, como parte de la preparación de la asignatura. Se aprecia___ No se aprecia___
3. Se desarrolla alguna actividad metodológica colectiva o individual relacionada con el establecimiento de relaciones interdisciplinarias en la enseñanza del método general de resolución de problemas en Matemática y Física. Se aprecia___ No se aprecia___
4. Se planifica alguna actividad relacionada con la preparación a los estudiantes en el establecimiento de nexos interdisciplinarios en la utilización de procedimientos metodológicos para resolver problemas físico-docentes durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en el décimo grado. Se aprecia___ No se aprecia___
5. Se desarrolla alguna actividad metodológica relacionada con la organización de los problemas en las asignaturas de Matemática y Física en décimo grado. Se aprecia___ No se aprecia___

Anexo 3. Guía para la revisión del plan de clase de los profesores y la libreta de los alumnos.

Datos generales.

Nombre y Apellidos: _____

Centro donde labora _____

Municipio _____

La presente guía recoge información sobre la planificación de las clases de los profesores. Le pedimos la mayor concreción y fidelidad en el registro de la información que extraiga de ellos.

Plan de clase del profesor.

DESARROLLO DEL REGISTRO DE CADA DOCUMENTO

Preparación de asignatura del professor

1. En la planificación de sus clases el profesor tiene en cuenta la utilización del método general de resolución de problemas en Matemática y Física. Se aprecia___ No se aprecia___
2. Se planifica en las clases la enseñanza procedimientos metodológicos para la resolución de problemas, como resultado del establecimiento de las relaciones interdisciplinarias, entre Matemática y Física. Se aprecia___ No se aprecia___
3. El profesor tiene elaborado sistema de problemas físico-docentes que conducen a ecuaciones lineales. Se aprecia___ No se aprecia___

Libreta del alumno.

1. En la libreta se observa algo relacionado con la enseñanza de los métodos generales de resolución de problemas en Matemática y Física. Se aprecia___ No se aprecia___
2. En libreta se observan que se enseñen procedimiento para resolver problemas físico-docentes que conducen a ecuaciones lineales en el décimo grado. Se aprecia___ No se aprecia___

Anexo 4. Guía para la entrevista a los profesores.

1. Ha estudiado el programa y las orientaciones metodológicas de la asignatura de Matemática y Física décimo grado. Argumente.
2. Se planifican de actividades en el plan metodológico del departamento para el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias entre Matemática y Física al resolver problemas que conducen a ecuaciones lineales. ¿Cuáles?
3. Se ejecutan actividades de autopreparación de forma individual relacionadas con la interdisciplinariedad y en particular entre la Matemática y la Física al resolver problemas que conducen a ecuaciones lineales, como parte de la preparación de la asignatura. Ejemplifique.
4. Se efectúan actividades colectivas o individual relacionada el establecimiento de relaciones interdisciplinarias en la enseñanza del método general de resolución de problemas en Matemática y Física. Ponga ejemplos.
5. Se preparación a los estudiantes sobre del establecimiento de nexos interdisciplinarios en la utilización de procedimientos metodológicos para resolver problemas que conducen a ecuaciones lineales durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en el décimo grado. Ejemplifique.
6. Se planifica alguna actividad metodológica relacionada con la organización de los problemas en las asignaturas de Matemática y Física en décimo grado. Argumente.

Anexo 5. Guía para la encuesta a estudiantes.

Objetivo: Recoger información sobre el establecimiento de relaciones interdisciplinarias en la Matemática y la Física durante la resolución de problemas.

1. En las clases de Matemática y Física su profesor le ha enseñado el método general de resolución de los problemas. Siempre ___ A veces ___ Nunca___
2. En alguna actividad con su profesor han establecido relaciones entre el método general de resolución de problemas en Matemática y en Física. Siempre ___ A veces ___ Nunca___
3. Ha resuelto problemas en Matemática que conducen a ecuaciones lineales con contenidos físicos.
4. Me siento que puedo aprender a resolver problemas en Matemática con contenido físico, si me enseñan a integrar procedimientos metodológicos para esta actividad. Siempre ___ A veces ___ Nunca___

5. Me siento motivado por resolver problemas en Matemática que conduzcan a ecuaciones lineales con contenidos físicos. Siempre ___ A veces ___ Nunca___

6. Desearía que llegaran los turnos de clase de Matemática donde se resuelvan problemas que conducen a ecuaciones lineales con contenido físico en el décimo grado. Siempre ___ A veces ___ Nunca___

Escriba los pasos fundamentales que se deben seguir en la resolución de problemas.

En Matemática.

En Física.

Anexo 6. Ejemplo de tratamiento metodológico al problema 2 del taller 4.

Dos trenes salen de la misma estación con velocidades constantes a la misma hora en sentidos opuestos.

A las 3,5 horas se encontraban uno del otro a 392km de distancia. Si la velocidad del primero es $\frac{3}{4}$ de la

del segundo. ¿Cuáles son sus velocidades?

FASES DEL PHG	Procedimientos metodológicos y heurísticos (ACTIVIDAD DEL PROFESOR)	ACTIVIDAD DEL ALUMNO
ORIENTACIÓN HACIA EL PROBLEMA	Identificación del tipo de problema a resolver. ¿Qué tipo de problema es? ¿Es cualitativo, cuantitativo, gráfico, experimental o abierto? RH: Área del conocimiento al cual pertenece.	- Nos están pidiendo calcular una cantidad (un número), para obtenerlo datos numéricos, luego se está en presencia de un problema cuantitativo.
	Identificación de la parte de la física con que se corresponde. ¿Es un problema de mecánica? ¿Es un problema de cantidad de calor?	- Este es un problema que se relaciona con el movimiento mecánico, en particular con el Movimiento rectilíneo uniforme.
	Después que identificamos el problema al que nos vamos a enfrentar es necesario, antes que comencemos a trabajar, comprender lo que nos plantea el problema físico – docente.	
	Lectura analítica del problema. ¿Qué dice el problema? ¿Existe palabra, frase o parte de la representación del problema que no entiendo?	- Después de realizar la lectura analítica del problema no encontramos palabras que no se entienda su significado y nos piden calcular la velocidad de cada tren.

	<p>Reconocimiento de palabras - claves. ¿Qué palabras son clave? ¿Qué significado poseen?</p>	- Velocidades constantes significa que es un MRU y sentidos opuestos, se alejan.
	<p>Interpretación del significado físico de lo que dice el problema. ¿Cuál es el fenómeno que se analiza? ¿Cuál es el concepto que se analiza? RH: Sustituir concepto por su definición</p>	- El fenómeno que se estudia en el movimiento y este es un MRU, $V = \frac{s}{t} \quad S = v \cdot t$
	<p>Descripción verbal del problema. ¿Puedo expresar con mis palabras lo que plantea el problema?</p>	- Expresamos con palabras en silencio para nosotros lo que nos dice el problema.
	<p>Realización de gráficos, esquemas o bocetos que representen lo planteado en el problema, señalando en él los elementos necesarios. ¿Cómo expresar la situación que describe el problema con más claridad? RH: Realiza figura de análisis.</p>	
TRABAJO EN EL PROBLEMA	<p>Precisión de la problemática abordada. ¿Qué me piden? ¿Qué me dan? RH: Separar lo dado de lo buscado.</p>	<p>Me piden determinar la velocidad de cada tren. Tren A: V_A Tren B: V_B y me dan que $V_A = \frac{3}{4} V_B$ Tren A y tren B salen de la misma estación Los trenes viajan en sentidos opuestos. A las 3,5 horas se encuentran uno del otro a 392km</p>
	<p>Realización de un estudio cualitativo del problema. ¿Puedo acotar y definir con precisión el problema?</p>	

	Establecimiento de analogías con algún otro problema ya resuelto por usted. ¿He resuelto algún problema similar? PH: Analogía.	No he resuelto problemas similares
	Reducción a otro problema ya conocido. ¿Puedo reducirlo a un problema conocido? PH: Reducción.	Por ser un problema sencillo no puedo reducirlo.
	Relación de lo dado con lo buscado a partir de los datos que se tienen. ¿Con los datos que poseo puedo determinar lo buscado? ¿Puedo auxiliarme de alguna tabla? PH: Búsqueda de relaciones y dependencias.	Con lo que tengo puedo resolver el problema.
SOLUCIÓN DEL PROBLEMA	Aplicación de una estrategia de razonamiento de acuerdo al tipo de problema.	$S_a + S_b = 392 \text{ km}$ $V_a t + V_b t = 392 \text{ km}$ $\frac{3}{4} V_b 3,5h + V_b 3,5h = 392 \text{ km}$ $\frac{4}{7} V_b 3,5h = 392 \text{ km}$ Luego $V_b = 64 \text{ km/h}$ $V_a = \frac{3}{4} V_b$ luego $V_a = 48 \text{ km/h}$
EVALUACIÓN DE LA SOLUCIÓN Y LA VÍA	Análisis de la lógica del resultado obtenido. ¿El resultado obtenido es posible?	Los valores obtenidos del tiempo y la posición son aceptables. Comprobamos los resultados en el texto del problema.
	Comprobación del resultado por otra vía de solución, si es posible.	Otras vías: I. Comenzar por $V_a = \frac{3}{4} V_b$; $s_a/t = \frac{3}{4} s_b/t$; sustituir $s_b = 392 - s_a$. $s_a/t = \frac{3}{4} (392 - s_a)/t$ y al calcular s_a y s_b ya podemos calcular las velocidades de cada tren. II. Vía muy original, utilizando una tabla como medio auxiliar heurístico que se puede encontrar en: Pino, M., & Almeida, B. (20 de diciembre de 2020). <i>Procedimientos metodológicos para resolver problemas de Matemática y Física</i> . Obtenido de cict.monografia.umcc.cu: http://monografias.umcc.cu/monos.htm .

Anexo 7. Guía de autoevaluación para la selección de los expertos.

Objetivo: Obtener información sobre la formación académica e investigativa vinculado al trabajo interdisciplinario entre Matemática y Física en la resolución de problemas para la selección de los expertos según la determinación de su coeficiente de competitividad utilizando el método Delphi.

Datos generales:

Nombre(s) y apellidos:						
Marcar con una X	Asistente	Profesor/a Auxiliar	Profesor/a Titular	Especia- lista	Máster	Doctor/a
Profesor(a) en la Educación Superior		Sí		No		
Años de experiencia como profesor de Matemática o Física.						
Centro de trabajo						

Estimado(a) colega, este es el cuestionario para su autoevaluación como posible experto sobre el establecimiento de relaciones interdisciplinarias entre la Matemática y la Física. Mediante este instrumento se determinarán su “coeficiente de conocimiento” (Kc) o de información sobre el problema y el “coeficiente de argumentación” (Ka) según sus propios criterios.

Le anticipo mi agradecimiento por su colaboración.

1. Si tuviera que decidir sobre una escala creciente de 0 a 10 relacionada con el grado de conocimiento que usted posee sobre el establecimiento de relaciones interdisciplinarias entre la Matemática y la Física durante la resolución de problemas, ¿dónde usted se ubicaría?

Desconocimiento

Conocimiento

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2. En la siguiente tabla marque en qué grado cada una de las fuentes indicadas ha influido en su conocimiento sobre el establecimiento de relaciones interdisciplinarias entre la Matemática y la Física durante la resolución de problemas.

14	8	medio	medio	medio	medio	medio	medio
15	10	Alto	Alto	alto	alto	medio	alto

Competencia de los expertos.

Kc	Ka	K	Valoración	Experto
0.9	1	0.95	Alto	1
0.8	1	0.9	Alto	2
0.9	1	0.95	Alto	3
0.9	0.8	0.85	Alto	4
1	0.9	0.95	Alto	5
1	1	1	Alto	6
1	1	1	Alto	7
0.9	0.9	0.9	Alto	8
1	1	1	Alto	9
0.8	1	0.9	Alto	10
0.9	1	0.95	Alto	11
0.9	1	0.95	Alto	12
0.8	0.8	0.8	Alto	13
0.8	0.8	0.8	Alto	14
1	1	1	Alto	15

“coeficiente de conocimiento” (Kc) o de información sobre el problema y el “coeficiente de argumentación” (Ka) según sus propios criterios

Anexo 9. Cuestionario para la consulta a expertos y resumen de los resultados.

Objetivo: Obtener información sobre los fundamentos teóricos estructura, elementos que la conforman, acciones a ejecutar y resultado de la estrategia metodológica para el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias entre la Matemática y la Física durante la resolución de problemas que conducen a ecuaciones lineales, en el décimo grado.

Estimado compañero (a), en aras de perfeccionar el trabajo de la tesis de maestría dirigido a la elaboración de una estrategia metodológica para el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias entre la Matemática y la Física durante la resolución de problemas que conducen a ecuaciones lineales, en el décimo grado, solicitamos su valoración. En tal sentido se ha elaborado un material para su consulta que parte de

presentar el esquema de la estrategia, el objetivo, los fundamentos, las etapas y las acciones. A continuación ponemos a su consideración la propuesta para su validación teórica. Gracias por su calificada ayuda.

Leyenda:

NA: Nada adecuado.

PA: Poco adecuado.

A: Adecuado.

BA: Bastante adecuado.

MA: Muy adecuado.

Instrucciones: Para la recopilación de su opinión marque con una cruz (X) el juicio o valoración que más se acerque a la suya.

No	Aspectos a evaluar	MA	BA	A	PA	NA
1	Estructura de la estrategia metodológica.					
2	Coherencia entre los diferentes elementos que la conforman					
3	Relación entre el objetivo general y los objetivos específicos de las etapas y las acciones					
4	Sobre los fundamentos teóricos de la estrategia metodológica					
5	Selección de las acciones que conforman cada etapa.					
6	Sobre el resultado previsto en la estrategia metodológica					

b) ¿Desea consignar otro elemento que debe ser considerado en la valoración de la propuesta? En caso afirmativo tenga el gusto de referirlo a continuación:

Muchas gracias.