



Universidad de Matanzas

“Camilo Cienfuegos”

Dpto. de Matemática

Título: Sistema de actividades metodológicas para favorecer la interdisciplinariedad en la preparación del docente de Ciencias Exactas del IPVCE Carlos Marx.

Tesis presentada en opción al Título académico de Master en Matemática educativa

Autor: Lic. Alexis Castro Sosa

Tutor: Dr. C. Juan Jesús Mondéjar Rodríguez

Matanzas 2012

“En la medida en que un educador este mejor preparado, en la medida en que demuestre su saber, su dominio de la materia, la solidez de sus conocimientos, así será respetado por sus alumnos y despertará en ellos el interés por el estudio, por la profundización de sus conocimientos. Un maestro que imparte clases buenas, siempre promoverá el interés por el estudio en sus alumnos”.

Fidel Castro Ruz

NOTA DE ACEPTACIÓN

El Tribunal, teniendo en cuenta que la tesis reúne los requisitos para la presentación al Acto de la Defensa, acepta la misma y la usará, en función del programa de la Maestría en Matemática educativa.

PRESIDENTE

SECRETARIO

MIEMBRO

DEDICATORIA

- **A mi esposa e hijo, quienes con su comprensión, ayuda y férrea perseverancia, incidieron en que esta tesis se pudiera terminar.**

AGRADECIMIENTOS

A:

- **Mi tutor Mondéjar, quien confió en mí en todo momento.**
- **Mi gran amiga Lisset, quien fue un apoyo incondicional en el desarrollo de mi tesis.**
- **Los profesores del Departamento de Ciencias exactas del IPVCE quienes siguieron los pasos de esta investigación y realizaron sugerencias oportunas y valiosas.**
- **A todos los que contribuyeron con este trabajo, por su ayuda y colaboración.**
- **Todas las personas que de una forma u otra apoyaron esta investigación.**

A todos, ¡Muchas gracias!

RESUMEN

La investigación aborda un tema de actualidad: la interdisciplinariedad en el proceso de enseñanza aprendizaje y su tratamiento en la preparación de los docentes del área de ciencias exactas del IPVCE, pues a través de la aplicación de métodos de investigación empíricos y teóricos, así como la experiencia del autor se constataron dificultades en esta dirección, lo cual demuestra la necesidad de la investigación y la propuesta de un sistema de actividades metodológicas como solución al problema científico determinado. El informe escrito está estructurado en introducción y dos capítulos y demuestra la validez del resultado que se defiende a través de la consulta a los especialistas. Se utilizaron métodos del nivel teórico y empírico que permitieron conformar el resultado y su validación teórica. Los resultados obtenidos corroboran la valía del sistema de actividades propuesto y ratifica el trabajo metodológico como una de las vías para favorecer la interdisciplinariedad en la preparación del docente de Ciencias Exactas del IPVCE Carlos Marx.

ÍNDICE

CONTENIDOS	PÁGS.
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. LA INTERDISCIPLINARIEDAD EN LA PREPARACIÓN DE LOS DOCENTES DEL ÁREA DEL CONOCIMIENTO DE CIENCIAS EXACTAS EN EL PREUNIVERSITARIO	8
1.1. Una aproximación necesaria a la interdisciplinariedad en el proceso de enseñanza-aprendizaje.....	8
1.2. La interdisciplinariedad en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Exactas y en la preparación de los docentes en el preuniversitario.....	16
1.3. El trabajo científico metodológico: una vía para favorecer la interdisciplinariedad en los docentes.....	24
CAPÍTULO 2. LA INTERDISCIPLINARIEDAD EN LA PREPARACIÓN DE LOS DOCENTES DEL ÁREA DEL CONOCIMIENTO DE CIENCIAS EXACTAS EN EL IPVCE “CARLOS MARX” DE MATANZAS: ESTADO ACTUAL Y SISTEMA DE ACTIVIDADES	36
2.1. Estado actual de la interdisciplinariedad en la preparación de los docentes del área del conocimiento de Ciencias Exactas en el IPVCE Carlos Marx.....	36
2.2. Sistema de actividades metodológicas para favorecer la interdisciplinariedad en la preparación de los docentes del área del conocimiento de Ciencias Exactas en el IPVCE “Carlos Marx” de Matanzas.....	41
2.3. Aplicación del criterio de especialistas. Principales resultados.	54
CONCLUSIONES	57
RECOMENDACIONES	58
BIBLIOGRAFÍA	59
ANEXOS	69

INTRODUCCIÓN

El acelerado desarrollo alcanzado por la ciencia y la técnica en los últimos decenios, ha tenido un indiscutible impacto en la sociedad actual, donde la información, el conocimiento y los medios de comunicación han intervenido de manera directa en las transformaciones operadas en el modo de vida, la producción de bienes materiales y la forma de concebir el mundo; lo cual adquiere particularidades en la educación de las nuevas generaciones, en tanto exige una formación general integral para enfrentar con éxito las exigencias del mundo contemporáneo.

Acorde con lo anterior, en la actualidad la interdisciplinariedad ha transitado de tendencia a ley y en correspondencia, se asume como principio en la concepción de los currículos y por tanto del proceso de enseñanza-aprendizaje. Específicamente en la Educación Preuniversitaria, sustenta las transformaciones en la organización por área de conocimiento de los departamentos docentes de las instituciones escolares: Ciencias Naturales, Ciencias Exactas y Humanidades, aunque los docentes que la conforman imparten su asignatura y en algunos casos, según su preparación las asignaturas del área, lo cual requiere de la introducción en su preparación de acciones conformadas a partir de nodos cognitivos, procedimentales y axiológicos que favorezcan las asociaciones y no visiones parcializadas del objeto o fenómeno estudiado.

En este nivel educacional las asignaturas que conforman el área de Ciencias Exactas: Matemática, Física e Informática, tiene amplias posibilidades para favorecer la formación integral de los estudiantes, pues sus contenidos están estrechamente relacionados con los avances científico - técnicos, los hechos y procesos de la vida y la explicación de los fenómenos naturales.

Sin embargo, la experiencia del autor en la impartición de la Física y en tareas de dirección, los intercambios con los estudiantes y docentes del Instituto Preuniversitario en Ciencias Exactas (IPVCE) Carlos Marx, le permiten afirmar que existen dificultades en el estudio de estas materias, que además no siempre son las más aceptadas por los estudiantes, incluso en este centro especializado. Esta cuestión también ha sido confirmada por investigadores del tema en reuniones, asambleas y congresos desarrollados en los ámbitos nacional e internacional.

Una de las causas que determina la situación anterior está asociada a la persistencia de rasgos de la escuela tradicionalista, donde predomina un enfoque disciplinar estrecho y descontextualizado del contenido, ajeno a la actualización de los conocimientos científico técnicos, para mostrar los nexos y relaciones entre los contenidos de las asignaturas del área de conocimiento.

La situación anterior exige de enfoques integradores y globalizadores del conocimiento. En este sentido existen diferentes concepciones, que van desde construir una visión unitaria de la realidad a partir de las diferentes disciplinas, hasta la sustitución de estas por una Ciencia Integrada, entre los que se destacan Gil y Guzmán (1993), Furió (1999), Vega (2003), Portela (2004), todos apuntan desde diversos criterios hacia la necesidad de lograr la integración en la enseñanza de las ciencias en general. Sin embargo, no muestran explícitamente cómo lograr con éxito dicho proceso. Y es aquí donde adquiere un papel determinante la preparación del docente del área de conocimiento y la utilización de diferentes vías para ello: la superación, el trabajo metodológico o ambas de manera combinada.

En la literatura consultada el autor pudo consultar importantes resultados científicos de tesis de maestría y doctorados¹, que tratan el tema, pero no siempre están asociados a favorecer la interdisciplinariedad en la preparación de los docentes para dirigir el proceso de enseñanza aprendizaje de las Ciencias Exactas en el preuniversitario sustentado en este principio y en particular para los institutos preuniversitarios vocacionales de Ciencias Exactas, responsables en gran medida de la formación de los hombres y mujeres de ciencias del país.

Por tanto, en esta dirección el autor considera como tendencias en la preparación de los docentes relacionados con la interdisciplinariedad en el proceso de enseñanza aprendizaje de las Ciencias Exactas, en el preuniversitario las siguientes:

- Por lo general los contenidos se exponen previamente elaborados y son muy

¹ Entre las tesis de doctorado defendidas relacionadas con el área de conocimiento de las Ciencias Exactas se desatacan: El enfoque interdisciplinar-profesional en el diseño y el desarrollo del curso de Física para estudiantes de la Carrera de Biología” de F. Perera y “El uso de recurso informáticos para favorecer la integración de contenidos en el área de Ciencias Exactas de Preuniversitario” de Miguel Escalona Reyes. Otras tesis como las de L. Jiménez Sánchez, Blanca N. Martínez Rubio, Marta Güemes, B. Fernández de Alaiza García-Madrigal, M. De la Rúa Batistapau, aunque abordan otros campos toman como objeto la interdisciplinariedad, lo cual fundamenta la importancia del tema, su actualidad y pertinencia

limitados análisis en la búsqueda de la solución de los problemas.

- Insuficiente dominio de los docentes en los contenidos de las asignaturas en que no son titulados, lo que afecta el desarrollo con calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje.
- La enseñanza disciplinar, casi siempre habitual, proporciona visiones parcializadas del objeto o fenómeno estudiado, lo que está relacionado con la presentación de contenidos dispersos, desintegrados, que obstaculizan el aprendizaje y lo despojan de significado.

Estas consideraciones permiten determinar como principal **contradicción de la investigación** que la interdisciplinariedad constituye una necesidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Exactas en el preuniversitario y la insuficiente preparación de los docentes para favorecer la interdisciplinariedad de este proceso.

Derivado de la contradicción, se enuncia el siguiente **problema de investigación**:

- ¿Cómo favorecer la interdisciplinariedad en la preparación de los docentes del área del conocimiento de Ciencias Exactas en el Instituto Preuniversitario en Ciencias Exactas (IPVCE) Carlos Marx?
- A partir del problema de investigación el **objeto de investigación** se circunscribe a la interdisciplinariedad en la preparación de los docentes del área del conocimiento de la Educación Preuniversitaria y se identifica como **campo de acción investigativo** la interdisciplinariedad en la preparación de los docentes del área del conocimiento de Ciencias Exactas del Instituto Preuniversitario en Ciencias Exactas (IPVCE) “Carlos Marx” de Matanzas?

Relacionado con lo anterior y como respuesta al problema de investigación planteado se declara como **objetivo de la investigación**: Diseñar un sistema de actividades metodológicas para favorecer la interdisciplinariedad en la preparación de los docentes del área del conocimiento de Ciencias Exactas en el Instituto Preuniversitario en Ciencias Exactas (IPVCE) “Carlos Marx” de Matanzas.

En correspondencia, se han formulado las siguientes **preguntas científicas**:

1. ¿Cuáles son los fundamentos teóricos-metodológicos que sustentan la necesidad de la interdisciplinariedad en la preparación de los docentes del área

del conocimiento de Ciencias Exactas en el Instituto Preuniversitario en Ciencias Exactas (IPVCE) Carlos Marx?

2. ¿Cuál es el estado actual de la interdisciplinariedad en la preparación de los docentes del área del conocimiento de Ciencias Exactas en el Instituto Preuniversitario en Ciencias Exactas (IPVCE) Carlos Marx?
3. ¿Qué actividades metodológicas integrar en un sistema para favorecer la interdisciplinariedad en la preparación de los docentes del área del conocimiento de Ciencias Exactas en el Instituto Preuniversitario en Ciencias Exactas (IPVCE) Carlos Marx?
- 4.. ¿Cuáles son los criterios que expresan los especialistas acerca del sistema de actividades metodológicas para favorecer la interdisciplinariedad en la preparación de los docentes del área del conocimiento de Ciencias Exactas en el Instituto Preuniversitario en Ciencias Exactas (IPVCE) Carlos Marx?

Para dar respuesta a las preguntas científicas se han determinado las **tareas de investigación** que a continuación se mencionan:

1. Sistematización de los fundamentos teóricos-metodológicos que sustentan la necesidad de la interdisciplinariedad en la preparación de los docentes del área del conocimiento de Ciencias Exactas en el Instituto Preuniversitario en Ciencias Exactas (IPVCE) Carlos Marx.
2. Caracterización del estado actual de la interdisciplinariedad en la preparación de los docentes del área del conocimiento de Ciencias Exactas en el Instituto Preuniversitario en Ciencias Exactas (IPVCE) Carlos Marx.
3. Estructuración del sistema de actividades metodológicas a integrar en un sistema para favorecer la interdisciplinariedad en la preparación de los docentes del área del conocimiento de Ciencias Exactas en el Instituto Preuniversitario en Ciencias Exactas (IPVCE) Carlos Marx.
4. Determinación de los criterios de los especialistas acerca del sistema de actividades metodológicas para favorecer la interdisciplinariedad en la preparación de los docentes del área del conocimiento de Ciencias Exactas en el Instituto Preuniversitario en Ciencias Exactas (IPVCE) Carlos Marx.

La investigación se fundamenta en el método científico general dialéctico-materialista, el cual posibilitó la objetividad y la concatenación inherente a todo el proceso investigativo, así como el análisis histórico concreto del problema en su desarrollo. También se utilizaron de manera combinada los métodos de los niveles teórico y empírico del conocimiento científico:

Métodos del nivel teórico:

Histórico-lógico: posibilitó recorrer el camino de la evolución de la interdisciplinariedad, para profundizar en su necesidad en la preparación de los docentes del área de conocimiento de las Ciencias Exactas.

Analítico-sintético: propició seleccionar y estudiar críticamente la información necesaria sobre el tema y sistematizar las principales ideas.

Inductivo-deductivo: permitió desde criterios específicos sobre el tema arribar a conclusiones teóricas necesarias con un determinado nivel de generalización.

Enfoque de sistema: Tratándose del resultado científico que se propone y el tema abordado fue de gran utilidad para la elaboración del diseño metodológico de la investigación, la determinación de la estructura y el contenido del informe escrito, y para la concepción de las actividades.

Modelación: Se utilizó en la elaboración del sistema de actividades para favorecer la interdisciplinariedad en la preparación de los docentes del área de conocimiento de Ciencias Exactas, en tanto permitió a partir de lo general, y discriminando las relaciones no esenciales fundamentar el sistema de actividades, seleccionar los elementos metodológicos, pedagógicos y psicológicos que requiere dada las características de la complejidad del proceso enseñanza aprendizaje en este centro, particularmente en el área de conocimiento de Ciencias Exactas.

Métodos del nivel empírico:

Revisión de documentos: necesario para el estudio adecuado y profundo de los programas y orientaciones metodológicas desde la interdisciplinariedad en el área de conocimiento de las Ciencias Exactas, así como otros específicos del nivel Preuniversitario y de los institutos vocacionales de Ciencias Exactas.

Observación: para constatar las características del proceso de enseñanza aprendizaje de las Ciencias Exactas en el IPVCE Carlos Marx, así como la realización de las actividades metodológicas que allí se realizan.

Entrevista: realizada a un grupo de docentes y estructuras de dirección del IPVCE “Carlos Marx” para indagar acerca de la interdisciplinariedad en el área de conocimiento.

Encuesta: aplicada a los docentes, con carácter diagnóstico, para comprobar si planifican y orientan actividades favoreciendo la interdisciplinariedad entre las asignaturas del área de conocimiento.

Criterio de especialistas: utilizado para recopilar opiniones de especialistas de las asignaturas Informática, Física y Matemática acerca del tema.

El método **Estadístico Matemático** sirvió para tabular los datos derivados de la aplicación de los instrumentos y para comparar los resultados, teniendo como base el análisis porcentual

La investigación contribuye a perfeccionar el proceso de enseñanza aprendizaje en la Educación Preuniversitaria, fundamentalmente en el Instituto Preuniversitario en Ciencias Exactas (IPVCE) “Carlos Marx”, en tanto la interdisciplinariedad favorece la formación de la concepción científica del mundo y aporta a la preparación de los docentes para enfrentar los retos actuales que impone la ciencia y la técnica a la sociedad.

En las investigaciones pedagógicas por lo general predomina el estudio de la interdisciplinariedad en el proceso de enseñanza-aprendizaje como fundamento de la formación integral de los estudiantes, pero resulta insuficiente su análisis vinculado a la preparación metodológica de los profesores, por lo que la investigación es novedosa y pertinente, ya que aunque todos los especialistas en el tema y directivos, entre otros, coinciden en su importancia, es en su puesta en práctica por los docentes donde se manifiestan las principales limitaciones, determinado por las carencias en su preparación.

Las particularidades formativas de los institutos preuniversitarios vocacionales de Ciencias Exactas, le imprimen un valor agregado a la investigación, puesto que es en estos centros donde se precisa de un tratamiento diferenciado en cuanto a las

funciones docente-metodológico, la orientación y la investigación-superación de los docentes de esta área de conocimiento, que la interdisciplinariedad favorece, y a su vez, aporte a la formación integral del alumno de este centro en lo cognitivo, lo afectivo y lo actitudinal

El aporte práctico de la investigación se expresa en la elaboración de actividades metodológicas, conformadas por elementos teóricos o cognitivos y metodológico o instrumental, fundamentado en una concepción didáctica integradora para contribuir a la preparación en la interdisciplinariedad de los docentes del área del conocimiento de Ciencias Exactas en preuniversitario con el propósito de elevar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje.

La investigación es novedosa, porque introduce un tema necesario en la educación cubana actual. En particular, para el contexto investigativo, estas actividades metodológicas revelaron de manera significativa la preparación en la interdisciplinariedad de los docentes del área de conocimiento de Ciencias Exactas de preuniversitario, en función del cumplimiento exitoso del fin de esta enseñanza.

El informe escrito de la investigación consta de introducción, dos capítulos, conclusiones, bibliografía y anexos.

CAPÍTULO 1. LA INTERDISCIPLINARIEDAD EN LA PREPARACIÓN DE LOS DOCENTES DEL ÁREA DEL CONOCIMIENTO DE CIENCIAS EXACTAS EN EL INSTITUTO DE CIENCIAS EXACTAS (IPVCE) CARLOS MARX.

El capítulo aborda el tratamiento conceptual de la interdisciplinariedad en el proceso de enseñanza-aprendizaje en general y sus particularidades en el área de conocimiento de las Ciencias Exactas en el preuniversitario. En correspondencia se fundamenta el trabajo científico metodológico como vía para favorecer la interdisciplinariedad en la preparación de los docentes en estas condiciones.

1.1. Una aproximación necesaria a la interdisciplinariedad en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Al decir de M. Dogan, el término interdisciplinariedad surge por primera vez en 1937 y se le atribuye su invención al sociólogo Louis Wirtz. Desde el punto de vista histórico, diferentes estudios indican que los procesos productivos que se dieron a finales del siglo XIX fundamentalmente en los países capitalistas desarrollados, donde se hizo imprescindible la especialización y la fragmentación de las ciencias en varias ramas, determinaron la necesidad de la interdisciplinariedad como una respuesta de carácter gnoseológico a la dispersión del conocimiento. En la historia del conocimiento científico la presencia de tendencias integradoras y desintegradoras como contrarias dialécticas han predominado en una u otra etapa acorde con las condiciones históricas concretas de la práctica social.

En este sentido, L. Jiménez plantea que son "...tendencias que lejos de excluirse como antagónicas, se condicionan a partir de su necesidad para el desarrollo del conocimiento científico. Se favorece la necesidad de buscar marcos integradores, precisamente sobre la base de la toma de conciencia de las limitaciones de la exacerbación de la especialización"²

Así, el propio desarrollo científico-técnico, hizo que fueran surgiendo paulatinamente numerosas ramas científicas y la escuela, en tanto reflejo de la sociedad, comenzó a estructurarse en currículos disciplinares. Apareció el concepto de disciplina, proveniente del verbo latino "discere", aprender y con el término derivado "discípulos", el que

² L. Jiménez. La interdisciplinariedad desde un enfoque profesional pedagógico: un modelo para el colectivo de año. Tesis en opción al grado científico de Doctor en ciencias Pedagógicas. Matanzas, 2007. Pág. 15

aprende, por lo cual comúnmente se asocia el término disciplina docente con conocimientos y métodos, la enseñanza y el aprendizaje. Según G. Palmade "...es un conjunto específico que tiene sus características propias en el terreno de la enseñanza, de la formación, de los mecanismos, métodos y materias..."³

En Cuba, importantes pensadores y pedagogos del siglo XIX como Félix Varela y José de Luz y Caballero, buscaron la renovación de los métodos escolásticos del aprendizaje en períodos donde predominaba la parcelación del saber y una concepción de especialización en los objetos de estudio acorde con los métodos y formas de enseñanza predominantes en la época. José Martí, ya avanzado el siglo XIX, hacía referencia a la ciencia como "...conjunto de conocimientos humanos aplicables a un orden de objetos, íntima y particularmente relacionados entre sí...La inteligencia humana tiene como leyes la investigación y el análisis"⁴, lo cual denota sus intenciones cognitivas asociadas a la interdisciplinariedad.

Enrique José Varona, a finales del siglo XIX y principios del XX, por el excesivo número de asignaturas y los métodos de enseñanza memorísticos utilizados, expresaba: "Cada alumno debe trazarse su cuadro propio del contenido entero de la ciencia; debe en lo posible familiarizarse con todos los hechos que la ciencia estudia, y aprender cómo se construye el andamiaje de principios que de lo particular lo elevan a las leyes generales en que se engloba cada materia de estudio"⁵, por supuesto para los alumnos era muy difícil acceder a un nivel de integración que las condiciones de la enseñanza y particularmente la preparación de los maestros no favorecía, pero en tanto reflexión y sugerencia constituía un punto de partida interesante de este gran pedagogo.

Desde mediados de siglo XX se observa una tendencia creciente hacia la necesidad de la interdisciplinariedad. Fundamentalmente, a partir de los años 60 Georges Gusdorf plantea un proyecto interdisciplinario para las ciencias humanas, que presenta en la UNESCO, comienza un período de desarrollo que pasa por concepciones filosóficas de importancia dentro de las ciencias humanas y particularmente en la educación. Hoy se plantea que "la interdisciplinariedad se ha transformado de tendencia en ley".

³ Guy Palmade. Interdisciplinariedad e ideologías. Ediciones Anthropos S.A. Madrid, 1979, p.4

⁴ José Martí. Obras Completas, t. 6. Editorial de Ciencias Sociales, La Habana, 1975, p. 234.

⁵ Enrique José Varona: Trabajos sobre educación y enseñanza (compilación de Elías Entralgo. Comisión Nacional cubana de la UNESCO). Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1992.

En Cuba, a partir de los años noventa⁶, comienza un proceso de acercamiento al término interdisciplinariedad por diversos autores, sin embargo es el siglo XXI el que ha sido prolífero en la realización de importantes investigaciones⁷ y sobre todo en publicaciones asociados a la interdisciplinariedad desde las ciencias pedagógicas⁸, los cuales han sido analizados por el autor para sistematizar los fundamentos de esta investigación.

La interdisciplinariedad se reconoce como expresión objetiva de la integración del conocimiento en el devenir histórico. La crítica a la dispersión de la atención de los estudiantes hacia diferentes y elevado número de asignaturas, donde la información que reciben en múltiples ocasiones utiliza un similar marco conceptual y desarrollan hábitos y habilidades comunes sin la necesaria interacción entre ellas, ha sido una de las cuestiones a resolver por las ciencias pedagógicas en la actualidad.

Hoy el volumen de información con el que interactúa el hombre es tan amplio, diverso y en esencia cambiante, que resulta imprescindible el desarrollo de conocimientos y habilidades, que le permitan flexiblemente ampliar sus perspectivas. J. Fiallo afirma que "...el desarrollo formativo inmerso en un pensamiento interdisciplinario, donde no vea los fenómenos desde un punto de vista de determinada ciencia, sino que los vea tal como se manifiestan en la naturaleza, polifacéticos, interdisciplinarios y holísticos..."⁹

⁶ Esto no significa que antes no se realizaran investigaciones y se profundizara en el término, en la década de los 70 se destacaron estudios realizados por autores de la antigua URSS, en los que predominó el tratamiento del concepto entendido como relaciones intermaterias, que de manera significativa influyeron en el contexto pedagógico cubano: V. N. Maximova vinculados fundamentalmente al área de las Ciencias Naturales, M. N. Skatkin, T. A. Ilina, V. A. Slastioni.

⁷ Entre las tesis de doctorado defendidas relacionadas con el área de conocimiento de las Ciencias Exactas se desatacan: El enfoque interdisciplinar-profesional en el diseño y el desarrollo del curso de Física para estudiantes de la Carrera de Biología" de F. Perera y "El uso de recurso informáticos para favorecer la integración de contenidos en el área de Ciencias Exactas de Preuniversitario" de Miguel Escalona Reyes. Otras tesis como las de L. Jiménez Sánchez, Blanca N. Martínez Rubio, Marta Güemes, B. Fernández de Alaiza García-Madrigal, M. De la Rúa Batistapau, aunque abordan otros campos toman como objeto la interdisciplinariedad, lo cual fundamenta la importancia del tema, su actualidad y pertinencia

⁸ Los textos que se mencionan son de J. Fiallo, publicado en el 2001 "La interdisciplinariedad en el currículo ¿Utopía o realidad educativa?, en el 2004 "Interdisciplinariedad: una aproximación desde la enseñanza-aprendizaje de las ciencias" compilado por Marta Álvarez y en el 2005 "Didáctica de las Humanidades", por Rosario Mañalich, dedicados en su totalidad a la teoría y la práctica interdisciplinaria en las Ciencias Exactas, Naturales y Humanidades, que inducen resultados científicos de conocidos autores como J. Fiallo, F. Perera, D. Salazar, F. Addine y G. García, entre otros. También se reflejó el tema en "Nociones de sociología, psicología y pedagogía" de Ana M. González y Carmen Reynoso en el 2002 y "Didáctica. Teoría y práctica" compilada por Fátima Addine, en el 2004.

⁹ Fiallo, J. 2001. La interdisciplinariedad en la escuela: de la utopía a la realidad. En: Pedagogía 2001, La Habana: ICCP. Pág. 1

tipifica e identifica el momento de reivindicación y aceptación universal, por el que atraviesa la interdisciplinariedad.

La revisión teórica y el análisis crítico de la bibliografía confirman la diversidad y profusión de criterios en torno a la conceptualización de la interdisciplinariedad, que van desde elementos menos relevantes por su incidencia, como puede ser su grafía¹⁰ hasta decisiones relacionadas con sus dimensiones epistemológicas y teórico- metodológicas, lo cual demuestra el interés científico que despierta la temática y hasta cierto punto, la profundidad de los estudios realizados y su trascendencia. No se trata de asumir mecánicamente una definición u otra, sino que prevalezca su análisis en correspondencia con el contexto y los objetivos específicos, ya sean de carácter docente, metodológico o investigativo.

El término interdisciplinariedad¹¹ como concepto resulta polisémico y expresa según su derivación original más elemental conexiones y mutuas influencias entre las disciplinas como expresión de las respectivas ciencias con fines educativos y de formación profesional. Sin embargo, este significado resulta restringido, al quedarse por debajo de las expectativas que actualmente se le atribuyen al concepto.

El autor seleccionó algunas definiciones sobre la interdisciplinariedad que a continuación se analizarán para profundizar en la precisión que una u otra hace sobre la interdisciplinariedad como principio, concepción integradora del proceso de enseñanza – aprendizaje y actitud mental, con el propósito de particularizar en las exigencias que de aquí se derivan para el perfeccionamiento continuo del proceso de enseñanza- aprendizaje y fundamentalmente para la preparación de los docentes.

F. Addine y G. García 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

¹⁰ Según J. A. Saneugenio los estudiosos españoles utilizan interdisciplinareidad, sin embargo, los latinoamericanos privilegian interdisciplinariedad, sin abundar en las razones de unos u otros. En esta investigación se utilizará interdisciplinariedad.

¹¹ Expresión de esta cuestión es la diversidad de clasificaciones sobre las relaciones interdisciplinarias. Las más conocidas y aceptadas resultan la de M. Boissot: interdisciplinariedad lineal, estructural y restrictiva; C. Escurati y E. Damiano: interdisciplinariedad heterogénea, pseudo interdisciplinariedad, interdisciplinariedad auxiliar, compuesta, complementaria y unificadora; J. A. Saneugenio: interdisciplinariedad compuesta, suplementaria, isomórfica, instrumental, de engranaje, conceptual, operativa y restrictiva. Aunque pudiera parecer que entorpecen el conocimiento del tema, expresan el desarrollo conceptual y el grado de especialización que paradójicamente tiene el tema. Por no ser objeto de esta investigación, solo se mencionan, pues no se tendrán en cuenta para análisis posteriores.

interrelaciones existentes entre las diferentes disciplinas con objetos comunes, mediante los componentes del sistema didáctico y que convergen hacia intercambios que favorecen un enriquecimiento mutuo desde encuentros generadores de reconstrucción del conocimiento científico cuya interacción hace aparecer nuevas cualidades integrativas”¹². Esta definición destaca la relación entre la interdisciplinariedad y el currículo como proceso dinámico que propicia el enriquecimiento de los participantes y genera un proceso de síntesis del conocimiento. Resulta muy significativa en análisis posteriores de esta investigación.

Por su parte, J. Fiallo afirma que la interdisciplinariedad es “...una condición didáctica que permite cumplir el principio de la sistematicidad de la enseñanza y asegurar el reflejo consecuente de las relaciones objetivas vigentes en la naturaleza y la sociedad, mediante el contenido de las diferentes disciplinas que integran el plan de estudio de la escuela actual...”¹³ Este autor destaca la posición de la interdisciplinariedad en la concepción del proceso de enseñanza-aprendizaje, en tanto su condición de principio garantiza el reflejo acertado y sistémico de los resultados científicos aportados por las ciencias, expresados con fines pedagógicos y didácticos en las disciplinas docentes. Acentúa los fundamentos metodológicos y filosóficos desde la concepción dialéctica-materialista del mundo.

R. Mañalich propone la necesidad de concebir la interdisciplinariedad “...como proceso que permite solucionar conflictos, comunicarse, cotejar y evaluar aportaciones, integrar datos, definir problemas, determinar lo necesario de lo superfluo, buscar marcos integradores, interactuar con hechos...”¹⁴ Subraya su condición instrumental y metodológica al identificarla con procesos mentales. Es interesante la asociación con caracteres y actitudes de la personalidad, en particular la curiosidad y la creatividad para los científicos, colectivos de año, estudiantes y hasta para el hombre común en la vida cotidiana, que posteriormente retoma y enriquece al asumir conjuntamente con J.

¹² Addine, F. /y/ G. García. La interacción: núcleo de las relaciones interdisciplinarias en el proceso de la formación de los profesionales de la educación. Una propuesta para la práctica laboral-investigativa. En: Interdisciplinariedad: una aproximación desde la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Compiladora Marta Álvarez Editorial Pueblo y Educación, Cuba. Pág. 123.

¹³ Fiallo, J. 2001. La interdisciplinariedad en la escuela: de la utopía a la realidad. En: Pedagogía 2001. La Habana. ICCP. Pág.1.

¹⁴ Mañalich, R. 1999. Interdisciplinariedad, intertextualidad y creatividad: contribución al desarrollo de una Didáctica de las Humanidades. Ponencia presentada en el Simposio Internacional sobre Pensamiento Pedagógico y Cultura en América Latina. Matanzas,

Fiallo los criterios de G. Michaud y E. Ander-Egg, expresados por T. Rodríguez, quienes en su conjunto suscriben que:

“La interdisciplinariedad no se aprende ni se enseña, se vive. Es fundamentalmente una actitud del espíritu, mezcla de curiosidad y apertura, sentido de aventura y de descubrimiento”.¹⁵

“... es un estado mental que requiere de cada persona una actitud a la vez de humildad, de apertura, de curiosidad...”¹⁶

En este sentido concebir la interdisciplinariedad como un modo de vida y una manera de ser, presupone desde referentes éticos el reconocimiento y respeto para descubrir y asimilar lo diverso, favoreciendo la búsqueda de nexos y asociaciones. Estos autores destacan elementos psicológicos como la motivación, la implicación y el compromiso de las personas que participan en proyectos con este enfoque y subrayan sus fundamentos psicológicos y axiológicos.

También resulta muy calificado el planteamiento de J. Torres, F. Perera y J. Fiallo, donde la interdisciplinariedad se reafirma 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...”¹⁷ porque desde presupuestos epistemológicos y metodológicos 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 se derivan para la preparación de los profesores. Aunque pudiera resultar un criterio absoluto, en esencia enfatiza en la pertinencia y las potencialidades de la interdisciplinariedad desde la relación teoría-práctica.

Por su parte M. Álvarez considera la interdisciplinariedad como “...forma de aproximación al conocimiento que permite enfocar la investigación de problemas complejos de la realidad a partir de formas de pensar y actitudes sui generis asociadas a la necesidad de comunicarse, cotejar y evaluar aportaciones, integrar datos, plantear

¹⁵ Rodríguez, T. 1997. Interdisciplinariedad: aspectos básicos. Revista Aula abierta. (69). Oviedo, junio. Pág.8.

¹⁶ Mañalich, R. Ob cit. s/p

¹⁷ Torres, J. Globalización e interdisciplinariedad: el currículo integrado. Ob. cit. Pág. 68. también F. Perera. 2000. La formación interdisciplinaria de los profesores de Ciencias: un ejemplo en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física. (Tesis en opción al grado científico de Doctor en ciencias pedagógicas) y J. Fiallo. Ob. Cit. Pág.3.

interrogantes, determinar lo necesario de lo superfluo, buscar marcos integradores, interactuar con hechos, validar supuestos, extraer conclusiones y englobar los resultados alcanzados en un conjunto más o menos organizado”¹⁸. Esta autora asume criterios expuestos anteriormente, pero resulta muy interesante que destaca los fundamentos gnoseológicos de la interdisciplinariedad con fines de investigación científica y contempla su contribución al desarrollo de actitudes específicas para ello.

Asimismo resulta oportuno incluir lo planteado por M. García Leyva, D. Pérez Matos, D. González González y M. O. Chiang Molina quienes en su definición asocian la interdisciplinariedad como proyecto integrador del trabajo docente educativo y se aproximan a elementos procedimentales esenciales para su puesta en práctica, destacando que la interdisciplinariedad profundiza y contribuye a la solución creativa de los problemas como “... concepción integradora de trabajo del proceso docente educativo...En su esencia contiene como elementos claves, el conocimiento profundo de las disciplinas, 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”¹⁹.

Aunque asociada a la Enseñanza Técnica Profesional es muy acertada la definición que expresan J. García y S. Calunga al identificarla con “...relaciones de cooperación e intercambio entre dos o más asignaturas sobre un interobjeto que se determina a partir de la profesionalización, fundamentalización y sistematización que permite el enriquecimiento mutuo de las asignaturas involucradas en sus marcos conceptuales, sus procedimientos y sus metodologías de enseñanza.”²⁰ En esta definición se subraya la interdisciplinariedad en el contexto particular de la formación técnica profesional y se destaca su importancia como principio de este proceso, de ahí la necesidad de ser considerada para su contextualización en posteriores análisis.

¹⁸ Álvarez, M. 2004. La interdisciplinariedad en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. En su: Interdisciplinariedad: una aproximación desde la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Edit. Pueblo y Educación, Cuba. Pág.2.

¹⁹ Colectivo de autores. 2004. Reflexiones teórico-prácticas desde las ciencias de la educación. Capítulo III. Editorial Pueblo y Educación. C. Habana. Pág.114.

²⁰ García, J. /y/ S. Calunga. 2004. Interdisciplinariedad para la formación profesional: desafío actual en la enseñanza politécnica. En: Interdisciplinariedad: una aproximación desde la enseñanza aprendizaje de las ciencias. Compiladora Marta Álvarez. Editorial Pueblo y Educación. C. Habana. Pág.68.

D. Calzada destaca en el concepto no solo la relación entre las disciplinas, sino también entre las personas en función de la identificación y solución de problemas profesionales, en este sentido las aborda como “...los nexos entre profesionales y/o disciplinas con el objetivo de integrar contenidos en el proceso de solución de problemas del desempeño. Permite garantizar un sistema general de conocimientos, habilidades, valores y modos de actuar, tanto de carácter intelectual como práctico para el establecimiento de relaciones hacia el mundo real y objetivo en el que le corresponde vivir y laborar al profesional.”²¹

El estudio de estos y otros conceptos demuestran la amplitud y profundidad en el tratamiento teórico-conceptual y pone de manifiesto la tendencia actual a superar en el proceso de enseñanza-aprendizaje la asociación predominante de la interdisciplinariedad con los sistemas de conocimientos, hábitos y habilidades como característica de momentos anteriores.

En correspondencia con el objetivo de esta investigación, el autor asume la definición que en torno a la interdisciplinariedad propone L. Jiménez al identificarla como “...principio del proceso de enseñanza-aprendizaje que determina la concepción integradora de este proceso y establece exigencias para su tratamiento como actitud mental del profesional de la educación y expresión de su modo de actuación”²².

En esta definición la interdisciplinariedad se asocia particularmente al modo de actuación de los docentes y sienta pautas para su preparación sobre la base de este principio, lo cual se corresponde con los propósitos de esta investigación. Indudablemente asumir la interdisciplinariedad implica el desarrollo de una forma de pensar y un proceder para enfrentar con éxito la compleja realidad contemporánea. No se trata sólo de saber más, sino de desarrollar capacidades y actitudes que favorezcan la búsqueda de nexos y asociaciones entre los saberes, el autodidactismo y la investigación.

²¹ Calzado Lahera, D. En: Modelo para el diseño de las relaciones interdisciplinarias en la formación del profesor de perfil amplio. Addine F. (Proyecto de investigación). Facultad de Ciencias de la Educación, ISP “Enrique José Varona. Ciudad de La Habana. Pág. 9.

²² L. Jiménez. Obra citada. Pág. 29.

1.2. La interdisciplinariedad en el proceso de enseñanza aprendizaje de las Ciencias Exactas y en la preparación de los docentes en el preuniversitario.

Un punto de partida a tener en cuenta en la investigación es la concepción de la interdisciplinariedad en el área de Ciencias Exactas en la educación preuniversitario. Para ello se hace necesario un primer análisis de los conceptos interdisciplinariedad e integración.

J. Fiallo apunta que "... la integración es un momento de organización y estudio de los contenidos de las disciplinas... se considera la integración como una etapa necesaria para la interdisciplinariedad"²³. En esta dirección coinciden otros autores como D. Salazar²⁴, R. Inostroza²⁵ y L. Jiménez²⁶.

Por otro lado si las relaciones interdisciplinarias se entienden como los puntos de encuentro y cooperación entre las disciplinas docentes y sus mutuas influencias, son entonces resultado de la interdisciplinariedad y se manifiestan a diferentes niveles. En las diferentes clasificaciones de las relaciones interdisciplinarias que proponen J. Piaget, E. Jantsch, G. Michaud, la UNESCO, J. Fiallo, la interdisciplinariedad se considera como un nivel de las relaciones interdisciplinarias, lo cual tiende a confusiones teóricas y metodológicas.

En esta dirección, integración e interdisciplinariedad, más que expresión de contradicciones teóricas o prácticas, apuntan hacia una determinada intencionalidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje encaminada hacia su planificación, organización, realización, control y evaluación desde la interdisciplinariedad como principio del diseño, la organización y la puesta en práctica curricular. Teniendo en cuenta el objetivo de la investigación la integración se considera fundamento y resultado de la interdisciplinariedad, por tanto, más que contradicciones se trata de su introducción en la práctica del proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Exactas como expresión y resultado de la preparación de los docentes.

²³ Fiallo, J. 2001. La interdisciplinariedad en el currículo. ¿Utopía o realidad? C. Habana, Cuba. Pág. 24.

²⁴ Salazar, D. 2002. La interdisciplinariedad: resultado del desarrollo histórico de la ciencia. Nociones de sociología, psicología y pedagogía. Editorial Pueblo y Educación. La Habana.

²⁵ Inostroza, I. 1998. Meta filosofía como disciplina de integración. Revista Contextos (Santiago de Chile) 1 (1): 55-60, marzo

²⁶ L. Jiménez. La interdisciplinariedad desde el enfoque profesional pedagógico: un modelo para el colectivo de año. Tesis en opción al grado científico de doctor en ciencias pedagógicas. 2007.

El autor de esta tesis asume aspectos esenciales desarrollados por M. Escalona en su tesis doctoral, particularmente coincide en las valoraciones acerca de las propuestas de G. Vidal²⁷, R. Vega²⁸ y R. Portela²⁹ en torno a la integración en las Ciencias Exactas: el primero desde los contenidos de las disciplinas y asignaturas, el segundo desde las tareas docentes, seminarios, prácticas de laboratorios y resolución de problemas mediante el método investigativo y la utilización de las Nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y el tercero ofrece formas para lograr la integración: la coordinación de disciplinas, la combinación de disciplinas de una misma área del conocimiento y la integración de disciplinas.

Asimismo, el autor de esta investigación asume como fundamentos teóricos los conceptos de M. Escalona por su importancia tanto en lo teórico como en lo metodológico. Una primera definición considera el proceso dialéctico de la integración de contenidos, entendida como "...una transversal del proceso de enseñanza aprendizaje, que se fundamenta en la interrelación entre los contenidos de una o varias asignaturas, y propicia una mayor generalización de los conocimientos, lo que favorece la comprensión de la realidad en su integralidad"³⁰.

En estrecha relación dialéctica y didáctica a partir de esta definición, M. Escalona introduce determinadas precisiones acerca de la integración de contenidos en el área de Ciencias Exactas en el preuniversitario entendida como "...la interrelación permanente, dentro del proceso de enseñanza aprendizaje, de los contenidos fundamentales de las asignaturas Matemática, Física e Informática tomando como elementos mediadores los recursos informáticos".³¹

Conforme al concepto integración y sus particularidades para el Preuniversitario, M.

²⁷ Vidal, G. Una concepción didáctica integradora de la Química General para las carreras de Ciencias Naturales. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. La Habana. 1999.

²⁸ Vega, R. La integración de los contenidos: un reto para un plan de estudios disciplinar. Universidad de La Habana. Ciudad de la Habana. Cuba. 2003.

²⁹ Portela F., Rolando. La enseñanza de las Ciencias desde un enfoque integrador. En: Álvarez P., Marta. Interdisciplinariedad: una aproximación desde la enseñanza aprendizaje de las ciencias. Ed. Pueblo y Educación. La Habana, Cuba, 2003

³⁰ M. Escalona. El uso de recursos informáticos para favorecer la integración de contenidos en el área de Ciencias Exactas de Preuniversitario. Tesis en opción la grado científico de doctor en Ciencias pedagógicas. Holguín, 2007. Pág.37.

³¹ M. Escalona. El uso de recursos informáticos para favorecer la integración de contenidos en el área de Ciencias Exactas de Preuniversitario. Tesis en opción la grado científico de doctor en Ciencias pedagógicas. Holguín, 2007. Pág.31.

Escalona fundamenta las relaciones que se establecen entre los contenidos de las asignaturas del área de Ciencias Exactas, es decir, Matemática, Física e Informática, entendiendo por tales "...los elementos del conocimiento, habilidades, hábitos, normas de conducta, sentimientos y valores comunes a cada una de las asignaturas del área y que se pueden desarrollar como transversales de estas"³² Estas relaciones se clasifican como de: coordinación, subordinación y complementación entre los contenidos de las asignaturas del área de conocimientos de Ciencias Exactas:

- **Relaciones de coordinación:** Se establecen entre aquellos contenidos que se abordan en las asignaturas del área por separado, a los cuales se les puede dar igual tratamiento. Por ejemplo: las mediciones, dimensiones y sus propiedades y las magnitudes principales del universo que se abordan en la Física con el trabajo algebraico, Sistema Internacional de Unidades, despeje en fórmulas y cálculo numérico tratados en la Matemática; así como el trabajo con fórmulas, la conversión del lenguaje matemático al de la máquina, abordados en la Informática. También existe un grupo de habilidades que les son comunes y que se pueden desarrollar: observar, interpretar gráficos, modelar situaciones físicas o matemáticas, explicar, demostrar, comprender y resolver problemas, calcular, entre otras.
- **Relaciones de subordinación:** Se instauran cuando, para el desarrollo de los contenidos de una asignatura, se utilizan los contenidos de las otras. Se debe aprovechar estas relaciones para el estudio de los fenómenos físicos a través del establecimiento de hipótesis matemáticas que conlleven al estudio de modelos matemáticos, es decir, mediante la actividad experimental obtener una expresión matemática que exprese el comportamiento del fenómeno, lo cual permite a su vez fortalecer el trabajo con los procedimientos matemáticos. Además, a partir de la aplicación de conceptos, relaciones y procedimientos matemáticos se podrán comprender mejor las nuevas propiedades y relaciones de los contenidos de Física. Esto se favorece aún más si se aprovechan los conocimientos informáticos de los estudiantes para evidenciar estas relaciones, así como las potencialidades didácticas de los recursos informáticos existentes. Cuando los

³² Ídem al anterior.

contenidos de Matemática y Física se utilizan para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Informática, también se está dando una relación de subordinación. Por ejemplo: los contenidos del movimiento mecánico de los cuerpos (MRU, MRUV) de la Física; las funciones lineales y cuadráticas, sus propiedades y representación gráfica de la Matemática y el uso de tabuladores electrónicos, graficadores y otros sistemas que permitan el tratamiento de tablas y gráficos.

- **Relaciones de complementación:** Se establecen entre aquellos contenidos de Física, Matemática e Informática que se necesitan utilizar para comprender o resolver una situación determinada en la vida real. Además, en la producción de nuevos conocimientos; cuando a partir de un conocimiento físico, se realiza un tratamiento matemático para llegar a un nuevo conocimiento o cuando para explicar determinado hecho o fenómeno físico se necesita de un nuevo conocimiento matemático. Por ejemplo: en la resolución de problemas vinculados tanto a estas asignaturas como a los de la vida diaria, donde se necesiten los conocimientos físicos, matemáticos y los recursos informáticos para encontrar su solución.

M. Escalona plantea que su intención es aprovechar las amplias posibilidades que brinda la existencia de un profesor de Ciencias Exactas para la docencia en el preuniversitario, en tanto permite abordar con mayor facilidad las relaciones existentes entre los contenidos de las tres asignaturas del área, que en las condiciones actuales del proceso de enseñanza-aprendizaje mantienen una independencia relativa y son impartidas por profesores titulados en la materia o por área del conocimiento, que también han impartido las asignaturas de manera independiente.

Este autor es del criterio que los contenidos de Informática favorecen esta interrelación mediante el desarrollo de actividades donde los estudiantes vinculen los contenidos de estas asignaturas de manera que permita una visión integral de la realidad. Por ejemplo, en la unidad dos de Física, décimo grado, “Descripción del movimiento mecánico”. Entre los contenidos de esta unidad se encuentra “El lanzamiento horizontal de proyectiles”. Para impartir dicho contenido, el profesor debe tener presente la relación de subordinación que se presenta con el contenido: razones trigonométricas en

un triángulo rectángulo, tratado en Matemática; en este caso, para que el estudiante adquiera el contenido de Física, debe comprender primero el contenido de Matemática, por lo que se debe aprovechar esta circunstancia e integrar estos contenidos.

Para ello el profesor se puede auxiliar de los recursos informáticos, por ejemplo el PowerPoint y sistemas o software que permitan el trazado de curvas, para realizar presentaciones o simulaciones donde el estudiante pueda interactuar con estos contenidos, así como pueda crear aplicaciones donde se evidencien los mismos y de esta forma favorecer su aprendizaje.

La utilización de los recursos informáticos en el proceso de enseñanza aprendizaje de las asignaturas del área de Ciencias Exactas puede mejorar el establecimiento de las relaciones entre los contenidos de estas materias, puesto que estos recursos facilitan la gestión de la información, su comprensión y reelaboración; además, ofrecen la posibilidad de interactuar con uno o varios estudiantes, haciendo más eficiente la atención a las diferencias individuales, entre otras de sus ventajas.

Hasta aquí, ha quedado demostrado que la interdisciplinariedad entre la Matemática, la Física y la Informática, como ciencias y disciplinas escolares es un hecho ineludible. Las relaciones objetivas entre estas ciencias condicionan su coexistencia en el área de conocimiento de las Ciencias Exactas, donde se enriquecen mutuamente: la Matemática proporciona a la Física parte de su aparato conceptual y la posibilidad de crear modelos abstractos a partir de los cuales se establecen sus leyes y teorías fundamentales y la Informática, constituye una herramienta importante para una mejor y más fácil comprensión de los fenómenos de la naturaleza. Pero esto no quiere decir que dicha relación se produzca siempre de forma adecuada durante la enseñanza de dichas asignatura. En este sentido, M. Kline, criticando las insuficiencias de la Matemática moderna, que tomó auge alrededor de la década del 70, ha planteado: "Aislar las matemáticas es privarlas de su significado, la apreciación física de cómo varían las distintas funciones es de hecho, el camino más seguro para lograr la comprensión de la naturaleza y comportamiento de estas funciones. Las Matemáticas se vuelven inútiles y faltas de atractivo si quedan aisladas".³³

³³ Kline, M, El fracaso de la Matemática Moderna .Madrid: Editorial Siglo XXI.España. 1996.

El autor de esta investigación coincide con este criterio en tanto ilustra la necesidad de la interdisciplinariedad en el tratamiento de las dependencias funcionales con algún fenómeno de la realidad que pueda servir de base intuitiva, a interiorizar el movimiento mecánico de los cuerpos que se estudia en Física y se plantea de forma implícita, la conveniencia de que se transfieran los conocimientos adquiridos en Matemática a la Física a través de acciones informáticas, tomando conciencia de la analogía existente entre ellas y sus correspondientes aplicaciones a la realidad. Sin duda alguna, para lograr esto de una manera más eficaz, se puede utilizar la Informática como herramienta, pero además, como disciplina docente que se estudia en la escuela.

El desarrollo de la ciencia y de la técnica hace que la tecnología envejezca rápidamente, una de estas novedades sin duda es la Informática donde las posibilidades de ampliar los conocimientos del mundo circundante se hace posible, para ello los docentes no tendrían que ampliar su especialización, sino apropiarse de los conocimientos y habilidades que le permitan flexiblemente adaptarse a los cambios tecnológicos, sin la necesidad de volver a la universidad, de manera que su perfil profesional tendrá que ser amplio.

Esta problemática internacional y nacional que se extiende hasta las aulas es necesario resolverla con iniciativa, con ideas y estrategias concretas que al llevarlas a la práctica sistemática permitan materializar las expectativas que se derivan de estas importantes disciplinas docentes. Sin embargo, los docentes de Ciencias Exactas de la Educación Preuniversitaria no asumen conscientemente la interdisciplinariedad como principio porque en su formación profesional, se especializaron en una sola disciplina y la informática la reciben como una herramienta, pero no en términos de preparación para el ejercicio de la profesión.

En este sentido para los docentes resulta imprescindible entender la esencia de la interdisciplinariedad si desean el éxito de su labor pedagógica. Es indiscutible que la interdisciplinariedad es un principio del proceso de enseñanza-aprendizaje, sin embargo, la existencia de marcos disciplinares rígidos en algunos docentes entorpece su puesta en práctica. En ocasiones se escucha la frase “enseño como me enseñaron” en docentes que se niegan al cambio y reproducen en el aula un modelo educativo

tradicional alejado de las necesidades de una educación más integral acorde con las necesidades del mundo de hoy.

Sobre la base de estos conceptos, el autor asume los criterios de L. Jiménez³⁴ acerca de la interdisciplinariedad en el modo de actuación de los profesores, lo que significa de manera general hacer explícita la interdisciplinariedad que subyace como principio del currículo en los conocimientos, habilidades y valores de los profesores, de manera tal que favorezcan el empleo de estrategias de enseñanza-aprendizaje sustentadas en los nexos y las asociaciones, donde se deseche el tratamiento mecanicista del proceso de enseñanza-aprendizaje, y se contribuya al desarrollo de actitudes reflexivas y críticas en los educandos.

Así, la interdisciplinariedad en el modo de actuación de los profesores no es consecuencia de la improvisación y espontaneidad del conocimiento, sino el resultado de la síntesis e integración que genera la práctica social. El desarrollo del pensamiento científico y la reflexión en los profesores constituye el soporte de la concepción científica que sustenta cómo desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por tanto, los aportes epistemológicos de la interdisciplinariedad al modo de actuación de los profesores no se manifiestan como finalidad en sí misma, sino como principio que determina lo singular de la selección, elaboración y organización de los conocimientos y conjuntamente con ello, la dirección y preparación del accionar del profesor, sustentado en este principio.

Desde fundamentos psicológicos la interdisciplinariedad se relaciona con la necesidad de fortalecer la comunicación en los modos de intercambio y socialización entre los profesores, y entre estos y los educandos, por lo que constituye un factor básico lograr la implicación expresada en la voluntad y el compromiso para aprehender la interdisciplinariedad. La implicación, como figura psicológica se entiende como "...el estado psicológico del sujeto que distingue su comportamiento por una motivación persistente, la elaboración personalizada de la información y una actuación autónoma".³⁵ Implicar a los profesores es una condición que contribuye a garantizar la participación consciente y responsable en el trabajo interdisciplinario y en ese sentido

³⁴ L. Jiménez. La interdisciplinariedad desde el enfoque profesional pedagógico: un modelo para el colectivo de año. Tesis en opción al grado científico de doctor en ciencias pedagógicas. 2007.

³⁵ Macías, M. Didáctica creativa: un empeño insoslayable. Material inédito. Pág. 16.

significa asimilar la interdisciplinariedad desde su modo de actuación en la teoría y la práctica educativa a partir de un proceso de autoperfeccionamiento continuo.

La interdisciplinariedad aporta también referentes éticos y humanistas al modo de actuación de los profesores, lo cual significa lograr un alto compromiso y responsabilidad profesional y social. En este sentido aprehender la interdisciplinariedad en el modo de actuación presupone, en primer lugar, el reconocimiento de la necesidad de la interdisciplinariedad y en correspondencia no solo ser interdisciplinario en su modo de actuación sino, enseñar a ser interdisciplinario al educando en un contexto donde predominen los conocimientos necesarios, la implicación, el intercambio y la colaboración.

Introducir la interdisciplinariedad en la teoría y la práctica educativa significa una transformación profunda en los métodos de enseñanza y en las estrategias educativas en general, lo cual requiere de un cambio de actitud y de las relaciones entre los profesores, así como entre estos y los estudiantes. Se requiere de un profesor que tenga pensamiento interdisciplinario y una cultura general como premisa para que pueda transmitir esta forma de pensar y proceder a los educandos.

Lograr la interdisciplinariedad en el modo de actuación de los profesores requiere de una transformación profunda:

- En las concepciones metodológicas de los profesores y directivos, que se manifiestan en la práctica contra métodos que favorecen más la transmisión de un saber codificado que la aptitud y actitud para el descubrimiento y la creación de un conocimiento en progreso continuo.
- En las actitudes y relaciones entre los sujetos que intervienen en el proceso.

Lo que implica entre otras cualidades que el profesor:

- Asuma actitudes y comportamientos congruentes y nuevos, como para permitir que estos los susciten en otros.
- No incremente la cantidad de información de los alumnos, sino que favorezca la integración de los conocimientos.

- Suministre marcos de pensamientos interdisciplinarios, que permitan a los alumnos situar los problemas y extender los vínculos que unen fenómenos aparentemente inconexos.³⁶

Una de las vías para lograr estas transformaciones en el modo de actuación de los profesores es el trabajo científico metodológico.

1.3. El trabajo científico metodológico: una vía para favorecer la interdisciplinariedad en los docentes.

El docente en su desempeño en la práctica profesional pedagógica debe cumplir con las funciones asociadas a su rol como educador profesional. Para ello un papel fundamental le corresponde al trabajo científico metodológico, puesto que constituye la vía esencial de preparación con vistas a alcanzar la apropiación del modo de actuación profesional, entendido como "...el sistema de acciones en las que se concretan las funciones docente-metodológica, de orientación educativa y de investigación-superación y las relaciones entre ellas que le sirven para cumplir su tarea esencial educar en el proceso de enseñanza-aprendizaje"³⁷.

El desarrollo del trabajo metodológico en el Ministerio de Educación y en particular en los preuniversitarios está regido por varios documentos básicos que lo norman, entre ellos: Resolución Ministerial N°.85/99, Carta Circular 01/2000, Resolución Ministerial 106/2004 y la Carta Circular 10/2005.

La primera se identifica con la necesidad de optimizar el proceso de enseñanza aprendizaje y elevar la calidad de la educación. Se define como "...el sistema de actividades que de forma permanente se ejecuta con y por los docentes en los diferentes niveles de educación, con el objetivo de elevar su preparación político-ideológica, pedagógica-metodológica, científica para garantizar las transformaciones dirigidas a la ejecución eficiente del proceso docente educativo, y que en combinación con las diferentes formas de la superación profesional y postgraduada permitan alcanzar la idoneidad de los cuadros y del personal docente."

³⁶ Álvarez, M. Interdisciplinariedad: una aproximación desde la enseñanza aprendizaje de las ciencias. Compilación Marta Álvarez Pérez. Ed Pueblo y Educación, 2004, p.84.

³⁷ Addine, F. /y/ G. García. 2004. Currículum y profesionalización del docente. En su: La profesionalización del maestro desde sus funciones fundamentales. Algunos aportes para su comprensión. Editorial Pueblo y Educación, Cuba. Pág.13.

Con la puesta en vigor de la Carta Circular 01/2000 esta resolución no fue derogada, sino que se introdujeron algunas precisiones, sobre todo con el propósito de perfeccionar la calidad de la clase. En ella se puntualiza que "...el trabajo metodológico es el conjunto de acciones que se desarrollan para lograr la preparación del personal docente, controlar su autosuperación y colectivamente elevar la calidad de la clase. Se diseña en cada escuela, en correspondencia con el diagnóstico realizado a cada docente. Su efectividad se controla mediante la participación directa de los dirigentes y metodólogos..."

En el curso escolar 2004-2005 se dictó la Resolución Ministerial No.106 del Ministerio de Educación, donde se introdujeron algunas modificaciones relacionadas con lo planteado en la Carta Circular 01/2000. En correspondencia con las condiciones concretas de la educación cubana en esos momentos se adicionó en el concepto referido a una buena clase "...la utilización eficiente de la televisión, el video y la computación como medios de enseñanza". En el cuarto concepto referido al trabajo metodológico se sustituyó por trabajo científico-metodológico, entendiéndose como "...el análisis de los resultados obtenidos en el proceso docente educativo y la búsqueda de las causas que generan los problemas en cada centro por la vía del trabajo investigativo y la demostración de cómo perfeccionarlos" Esta precisión, no solo amplía la concepción del trabajo metodológico, sino que sienta pautas en cuanto a la conducción de la labor educativa sobre bases científicas y el papel del docente en este proceso como investigador de su propio desempeño. Por tanto, el autor es del criterio que este concepto es esencial para comprender la concepción cubana acerca de la formación permanente del docente.

También en el curso escolar 2004-2005 se precisaron cuestiones importantes respecto al trabajo de los cuadros de dirección y metodólogos para el perfeccionamiento de la labor educacional expresada en la Carta Circular No. 10/2005 del Ministerio de Educación.

El autor coincide con M. Escalona³⁸ cuando cita a Mesa Carpio, N y Salvador Jiménez, R. L quienes a partir del estudio de estos documentos consideran que el trabajo metodológico se identifica como:

- Trabajo científico metodológico.
- Una de las acciones dentro del proceso de optimización de la enseñanza que permite alcanzar la idoneidad de los docentes.
- Un tipo de actividad de carácter permanente, sistémica y concreta donde participan docentes y directivos.
- Su propósito es elevar la calidad de los docentes en los aspectos políticos ideológico, científico teórico y pedagógico metodológico para que dirijan eficientemente el proceso de enseñanza aprendizaje con los alumnos.
- Una actividad predominantemente colectiva.
- Proceso de dirección.
- Partes de las prioridades a atender en cada enseñanza, del diagnóstico del nivel en que se encuentra el colectivo para darle cumplimiento y de las metas precisadas en el convenio colectivo de trabajo y en los planes individuales.

Asimismo, estos autores³⁹ afirman que en el departamento docente de las instituciones de la Educación Preuniversitaria el trabajo científico metodológico es un proceso de interacción entre docentes, entre estos y el contenido de las Ciencias de la Educación y de las asignaturas que desarrollan, proceso que tiene lugar en la actividad, con el empleo de diferentes métodos, medios y formas que contribuyen a la preparación del docente para el desempeño de las funciones profesionales, en los diferentes contextos de actuación profesional.

El trabajo científico metodológico no es espontáneo, es una actividad planificada y dinámica. Entre sus elementos predominantes se encuentran: el diagnóstico, la demostración, el debate científico, el control y la evaluación. Debe concebirse en forma de sistema, lo cual se define por los objetivos a alcanzar y la articulación entre los

³⁸ M. Escalona. El uso de recursos informáticos para favorecer la integración de contenidos en el área de Ciencias Exactas de Preuniversitario. Tesis en opción la grado científico de doctor en Ciencias pedagógicas. Holguín, 2007. Pág.18.

³⁹ Ídem al anterior.

distintos tipos de actividades científico metodológicas que se ejecuten para darle cumplimiento.

La célula básica del trabajo científico metodológico a nivel de los centros docentes lo constituye el departamento, aunque también se consideran esenciales el claustro, el consejo técnico, el claustrillo y el colectivo de asignatura.

El contenido del trabajo científico metodológico se orientará para lograr la integralidad del proceso de enseñanza-aprendizaje, a través de un correcto trabajo político e ideológico, de un eficaz utilización de los métodos y procedimientos para la dirección del aprendizaje, el vínculo adecuado del estudio con el trabajo, la concreción acertada de los ejes transversales y el nexo interdisciplinario entre las asignaturas que se imparte en el departamento.

Durante la realización del trabajo científico metodológico en el departamento, los docentes aprenden, allí tienen espacios de intersubjetividad en los cuales interactúan con objetos, utilizando instrumentos, especialmente el lenguaje, transformándolo y transformándose así mismo.

El jefe de departamento docente es quien proyecta y organiza el desarrollo de las actividades metodológicas, a partir de la caracterización individual y grupal del colectivo de docentes, y tiene en cuenta el desarrollo alcanzado por cada uno de los integrantes.

El trabajo científico metodológico se realiza a través de diferentes formas que se interrelacionan entre sí, constituyendo un sistema y su relación está en correspondencia con el objetivo a lograr, las necesidades del personal docente, el lugar donde se realizan, así como las condiciones existentes. La selección de estas formas debe ser flexible y con un carácter diferenciado. La efectividad de las formas seleccionadas se valorará, fundamentalmente, por los resultados concretos alcanzados en la preparación del personal docente demostrada en su el desempeño de sus funciones profesionales.

En la bibliografía consultada se expresan los rasgos que distinguen a cada una, a continuación se contextualizan para la educación preuniversitaria:

La reunión metodológica: Es una actividad en la que a partir de uno de los problemas del trabajo metodológico, se valora sus causas y posibles soluciones, fundamentando desde el punto de vista de la teoría y la práctica pedagógica las alternativas de solución a dicho problema. En la reunión metodológica se produce una comunicación directa y

se promueve el debate para encontrar soluciones colectivas al problema. Las ejecuta un directivo de cualquier nivel que esté capacitado y domine la actividad (director, subdirector, jefe de departamento, profesor principal de una asignatura). Son efectivas para abordar aspectos del contenido y la metodología de los programas de las diferentes asignaturas, con el propósito de elevar el nivel científico-teórico y práctico-metodológico del personal docente, también para el análisis de las experiencias obtenidas, así como los resultados en el control del proceso de enseñanza-aprendizaje. Las clases metodológicas: Permiten presentar, explicar y valorar el tratamiento metodológico de una unidad del programa, en su totalidad o parcialmente, con vistas a preparar los objetivos, métodos, procedimientos, medios de enseñanza y evaluación del aprendizaje que se utilizará en el desarrollo de los contenidos seleccionados (conocimientos, habilidades, valores, normas, etc.) que permitan vincular la asignatura o conjunto de ellas con otros problemas. La tarea esencial consiste en analizar y aplicar con los docentes en colectivo, las formas más adecuadas que se pueden emplear para lograr una buena calidad en el proceso pedagógico.

La finalidad de la clase metodológica es definir la concepción y enfoque científico que debe dársele a una unidad o tema del programa, orientar el sistema de clases, así como los métodos y procedimientos más recomendables para el desarrollo de las clases, establecer los vínculos interdisciplinarios entre diversos contenidos, destacar los contenidos que pueden presentar mayores dificultades para la comprensión de los alumnos en función del diagnóstico elaborado, definir los medios convenientes como soporte material de los métodos a utilizar, orientar las distintas formas de evaluación del aprendizaje a aplicar, siempre teniendo en cuenta el papel protagónico que juega el alumno en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La preparación de la clase metodológica es una fase esencial a tener en cuenta, y debe estructurarse sobre la base del programa de la asignatura o asignaturas. Debe hacerse sobre la base de la selección de las unidades complejas, que requieren mayor cuidado y vigor en su preparación, o que pueda ofrecer dificultades para la apropiación de conocimientos y habilidades que deben desarrollarse a partir del trabajo interdisciplinario.

La clase metodológica se puede aplicar a una unidad completa o una parte de ella, lo esencial es aleccionar con ejemplos los momentos o las partes fundamentales de algunas de las clases del sistema que se está analizando, donde se sugieren los mejores métodos, procedimientos y otros aspectos dentro del tratamiento metodológico correspondiente.

Las líneas fundamentales del tratamiento metodológico se llevan a las clases metodológicas como proposiciones con una fundamentación pedagógica, que son enriquecidas a partir de la discusión colectiva y la toma de posición del que dirige la actividad.

Para la preparación de la clase metodológica debe elaborarse un plan general de la misma en el cual deben aparecer los siguientes aspectos:

- 1 Profesor que la impartirá.
- 2 Objetivos que se proponen cumplir con el desarrollo de la clase metodológica.
- 3 Asignatura de que se trata.
- 4 Total de horas-clases que tiene la unidad o grupos de clases que se seleccionan.
- 5 Análisis del sistema de objetivos (educativos e instructivos) que se plantean en la unidad escogida.
- 6 Esquemas de contenido de cada clase de la unidad seleccionada con sus correspondientes objetivos a cumplir, métodos, procedimientos, medios de enseñanza y técnicas de evaluación que se utilizarán en cada una de ellas.
- 7 Bibliografía para uso del profesor y para uso del alumno.

A este plan se le puede adicionar una de las clases de la unidad planificada y en ese caso se debe explicar y discutir todas sus variantes para que sirva de ejemplo a los maestros y profesores. Después se debe realizar un intercambio profundo, analizar cada una de las cuestiones propuestas, pedir aclaraciones y elaborar de manera colectiva aquellas cuestiones que constituirán modos de actuación profesional que elevarán la efectividad del trabajo docente-educativo. Del intercambio colectivo surge el tratamiento metodológico al sistema de clases que componen la unidad y los objetivos de la ayuda metodológica.

Las clases demostrativas: Se seleccionan del sistema de clases analizadas en la clase metodológica donde se pone en práctica el tratamiento metodológico discutido para la

unidad en su conjunto y se demuestra cómo se comportan todas las proposiciones metodológicas hechas ante un grupo de alumnos (en el aula). Tienen como objetivo ejemplificar de forma concreta todas las recomendaciones planteadas, teniendo en cuenta la complejidad e importancia de la misma. Debe participar en esta clase todos o al menos la mayoría de los docentes, por lo que hay que tomar medidas encaminadas a garantizar este requerimiento

La persona responsable de ejecutar la actividad tiene que estar totalmente instruido por ser el asunto de la clase uno de los más complejo de la unidad que exige una preparación y análisis cuidadoso de todos los aspectos y acuerdos tomados en la clase metodológica que sirvió de basamento a la actividad.

En toda la preparación y desarrollo de las clases demostrativas deben evidenciarse habilidades en la planificación de la misma sobre la base de las dimensiones e indicadores para la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Al concluir la clase de carácter demostrativo el jefe de departamento destacará los aspectos fundamentales que responden a los objetivos trazados.

La clase abierta: Es un control colectivo de los docentes de un departamento a uno de sus miembros en el horario normal de clases. Está orientada a generalizar las experiencias más significativas, y comprobar cómo se cumple lo orientado en el trabajo metodológico del departamento. Esta actividad comprende tres pasos importantes: Preparación de los profesores, ejecución y análisis.

En la preparación de los profesores se entregará con anticipación el plan de clase con todos los detalles, el programa, las orientaciones metodológicas y las bibliografías necesarias, además de los métodos y procedimientos que serán utilizados en la clase.

La ejecución de la clase debe hacerla un maestro seleccionado dentro del colectivo, cuyos resultados del trabajo constituyen un logro en el proceso docente educativo y su experiencia pueda hacer un aporte eficaz a la preparación del resto de los maestros.

Al realizar la observación de la clase, el colectivo orienta sus acciones al objetivo que se propuso comprobar en el sistema de trabajo metodológico y que han sido atendidos en las reuniones metodológicas y clases metodológicas.

En el análisis y discusión de la clase abierta se valorará el cumplimiento de cada una de las partes fundamentales (logros e insuficiencias), de manera que al final se puedan

establecer las principales generalizaciones que lleven al cumplimiento de los objetivos propuestos.

El taller: Que aunque no está concebido en ninguno de los documentos normativos revisados para realizar trabajo científico metodológico, es muy importante porque promueve la reflexión y el debate, facilita que los participantes emitan sus puntos de vista, sean creativos y además de propicia el análisis conjunto de problemas que permitirá transfigurar la realidad.

Hoy existen gran cantidad de materiales acerca del taller como actividad metodológica, entre los que sobresalen tesis de maestría y doctorados, además de otros materiales de consulta. Todos coinciden en que el taller constituye el espacio idóneo para el sistema de trabajo científico metodológico, en tanto, favorece el intercambio, la colaboración, propicia el perfeccionamiento en la dirección de los diferentes procesos en un clima de comunicación profesional entre directivos y docentes para confrontar ideas y criterios y precisar las acciones más eficaces para elevar la calidad del proceso pedagógico.

La preparación de la asignatura: Está fundamentada en la preparación del sistema de clases de toda la asignatura o parte de ella que requiere de autopreparación previa y la valoración posterior de forma colectiva, de la planificación de los elementos principales que permitan el cumplimiento de los objetivos del programa, de las unidades, del sistema de clases y el de cada una de las actividades docentes incluyendo el de cada clase, y de esta última el tipo, los métodos, medios fundamentales, el sistema de tareas, la orientación del trabajo independiente y la evaluación. El docente tiene que elaborar su plan de clases por escrito, con calidad y con antelación suficiente.

Características de la preparación de las asignaturas.

- Las actividades se planifican y organizan con carácter previo al desarrollo de la actividad; el jefe de departamento o su defecto el profesor principal de la disciplina debe dejar las orientaciones para la próxima preparación.
- Los participantes deben personarse con los análisis hechos y la auto preparación individual y colectiva a la actividad metodológica.
- Los resultados de la preparación de la asignatura quedarán plasmados en el sistema de clases de esta y se hará visible en la concepción de dichos sistemas a

lo largo del curso en cada una de las unidades o subunidades, pues la referida preparación garantiza los resultados del proceso.

- Deben respetarse los criterios de los docentes y la labor que realizan, en caso de que haya criterios errados o incongruencia el que dirija la actividad tiene que hacer válido la forma correcta.

Premisas que deben cumplirse para desarrollar la preparación de la asignatura:

- El jefe de departamento o de asignatura debe dominar las características de los docentes de su área.
- El jefe de departamento debe tener pleno conocimiento de los objetivos y contenidos del área del conocimiento en los diferentes grados, tanto los instructivos como los formativos y el profesor principal de su disciplina.
- El jefe de departamento o de asignatura debe conocer los métodos, medios y formas de evaluación más idóneas a emplear.
- El jefe de departamento o de asignatura debe analizar como se van a traducir las líneas de trabajo metodológico en los contenidos a discutir.
- El jefe de departamento o de asignatura debe valorar las potencialidades que brinda el contenido para posibilitar la interdisciplinariedad en el área del conocimiento.
- El profesor debe realizar una correcta autopreparación teniendo en cuenta todas las orientaciones dadas para esto, tener presente los objetivos, los contenidos, los métodos, los procedimientos, medios de enseñanza, las formas de evaluación de la unidad o subunidad objeto de análisis, también debe tener presente como interdisciplinario y como atender las diferencias individuales en el grupo en que imparte sus clases.

Para el desarrollo de la actividad el encargado de ejecutarla, propicia el análisis, la reflexión y el intercambio de los aspectos analizados en la auto preparación. Además, realiza demostraciones, ofrece propuesta de tareas docentes, explica contenidos, resuelve ejercicios, trabaja con los software, también valora el grado de participación de los maestros para así derivar orientaciones y acciones que puedan resolver los problemas.

Aspectos que deben tenerse en cuenta para la preparación de la asignatura:

1. Diagnóstico de alumnos y docentes.
2. Análisis de las actividades. Valorar su carácter diferenciador.
3. Determinación de las formas que adoptará la evaluación; enfatizando en las actividades de control sistemático.
4. Diseño del trabajo político-ideológico sobre la base de la intencionalidad ideopolítica del sistema de conocimientos.
5. Ejecución de las líneas de trabajo metodológico que desarrolla la escuela.
6. Realización de demostraciones (por parte del jefe de departamento o un profesor designado para esto).
7. Demostración de cómo usar como medio de enseñanza la TV, el vídeo, la Informática.
8. Ejemplificación de actividades que impliquen al alumno en la búsqueda del conocimiento, prever que se trabajen con los tres niveles de desempeño cognitivo.

La preparación del jefe de departamento es esencial para el desarrollo efectivo del trabajo científico metodológico ya que es el encargado de preparar a los docentes de forma sistemática y acertada. Su proceder en cada una de las actividades debe ser sólidamente fundamentado y dirigido al mejoramiento del proceso de enseñanza-aprendizaje. Entre sus principales características se pueden señalar:

1. Propiciar la reflexión y análisis del comportamiento de las diferentes actividades.
2. Propiciar el análisis reflexivo de las regularidades en la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje a partir de la observación a clases.
3. Proponer actividades, métodos, procedimientos para hacer más efectivo el aprendizaje.

Sin embargo, este no es un proceso espontáneo o casual, por lo que su efectividad depende del cumplimiento de determinadas premisas:

1. Planificación, organización, supervisión y control del cumplimiento del trabajo metodológico en el área del conocimiento.
2. Presentación las insuficiencias del trabajo.

3. Proposición para el uso adecuado de las nuevas tecnologías en función del proceso de enseñanza aprendizaje.
4. Prever el tratamiento a los niveles de desempeño cognitivo en las clases.
5. Tener en cuenta las características de los docentes que dirige.
6. El profesor tiene que realizar su auto preparación teniendo en cuenta los componentes del proceso de enseñanza aprendizaje y dominar las potencialidades y carencias.

Durante el desarrollo de la actividad el ejecutor propicia el análisis, la discusión y el intercambio. Además, realiza demostraciones, presenta experiencias de avanzadas para dar respuestas a las insuficiencias al dirigir el aprendizaje en el área del conocimiento, imparte un tema de carácter general, incluso, ejemplifica el uso de un software, también valora el grado de participación de los docentes en el cumplimiento de las orientaciones y en el desarrollo de acciones para resolver las insuficiencias.

Control de las actividades docentes y extradocentes: Para la planificación y control de estas actividades se ha de partir del lugar que cada una de ellas ocupa y su calidad estará determinada por la efectividad que se logre en la formación patriótica, política e ideológica, la formación de valores, la educación laboral, el vínculo con el trabajo, el tratamiento a los diferentes ejes transversales y programas directores, vistos no como elementos aislados o yuxtapuestos, sino enlazados con el resto de las clases de la asignatura y otras actividades del proceso de enseñanza aprendizaje. Quien controla evaluará la preparación y capacitación de los docentes para dirigir la actividad y la participación activa de los estudiantes y se apoyará además en otras vías de comprobación.

Según Mesa Carpio, N y Salvador Jiménez, R. L⁴⁰ el criterio más objetivo para controlar la efectividad de la preparación del docente es el resultado que se obtiene en los alumnos, de modo que todo el trabajo científico metodológico debe trascender a los estudiantes, pues en este último, se refleja la aspiración social que debe lograrse.

⁴⁰ M. Escalona. El uso de recursos informáticos para favorecer la integración de contenidos en el área de Ciencias Exactas de Preuniversitario. Tesis en opción la grado científico de doctor en Ciencias pedagógicas. Holguín, 2007. Pág.31

Este control puede obtenerse a través de visitas a clases, análisis de los planes de clases, el muestreo de libretas de los alumnos, revisión de los resultados de las comprobaciones de conocimientos, los informes de investigación que elaboran los docentes, la participación en eventos, el análisis del expediente acumulativo del escolar, etc.

Un control eficiente es la base para poder orientar mejor la dirección del trabajo científico metodológico, porque puede constituir una vía para la regulación del proceso. El jefe de departamento es el máximo responsable de este control. Los resultados deben manifestarse en el desempeño de sus funciones profesionales, tanto en la formación inicial como en el docente en formación continua.

A modo de conclusiones:

La sistematización teórica realizada por el autor permitió asumir la interdisciplinariedad como principio del proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Exactas que determina la concepción integradora de este proceso y establece exigencias para su tratamiento como actitud mental del profesional de la educación expresada en su modo de actuación. En estas condiciones el trabajo científico metodológico constituye una importante vía para favorecer la interdisciplinariedad en la preparación de los docentes para dirigir este proceso en la Educación Preuniversitario.

CAPÍTULO 2. LA INTERDISCIPLINARIEDAD EN LA PREPARACIÓN DE LOS DOCENTES DEL ÁREA DEL CONOCIMIENTO DE CIENCIAS EXACTAS EN EL IPVCE “CARLOS MARX” DE MATANZAS: ESTADO ACTUAL Y SISTEMA DE ACTIVIDADES.

En el presente capítulo se presentan los resultados del estado actual de la interdisciplinariedad en la preparación de los docentes del área del conocimiento de Ciencias Exactas en el IPVCE “Carlos Marx” a partir de las principales fortalezas e insuficiencias y se presenta un sistema de actividades metodológicas como respuesta al problema de la investigación.

2.1. Estado actual de la interdisciplinariedad en la preparación de los docentes del área del conocimiento de Ciencias Exactas en el IPVCE “Carlos Marx”.

Para caracterizar el estado actual de la interdisciplinariedad en la preparación de los docentes del área del conocimiento de Ciencias Exactas en el IPVCE “Carlos Marx” fue necesario tener en cuenta las particularidades de este tipo de escuela y específicamente el departamento de ciencias exactas. Para ello fueron utilizados con enfoque sistémico y de forma combinada diferentes métodos de investigación del nivel empírico y teórico, así como estadístico-matemáticos. Se revisaron fuentes documentales del proceso de enseñanza aprendizaje como el programa de las asignaturas Matemática, Física e Informática, la caracterización del IPVCE “Carlos Marx” y la estrategia educativa de este centro. También se valoraron los resultados del trabajo científico–metodológico y docente-educativo: controles a clase, planes de clase individual de los profesores y otros documentos.

El estudio estuvo dirigido por los siguientes objetivos:

1. Caracterizar el IPVCE “Carlos Marx” y su departamento de Ciencias Exactas.
2. Determinar las potencialidades y limitaciones de la interdisciplinariedad en la preparación de los docentes del área del conocimiento de Ciencias Exactas en el IPVCE “Carlos Marx”
3. Identificar las principales vías utilizadas para profundizar en la interdisciplinariedad en la preparación de los docentes del área del conocimiento de Ciencias Exactas en el IPVCE “Carlos Marx”

El IPVCE “Carlos Marx”, fue inaugurado en septiembre de 1977, funcionando inicialmente como escuela vocacional y posteriormente en el año 1984 se transforma en instituto preuniversitario vocacional de ciencias exactas hasta la actualidad, único de su tipo en la provincia de Matanzas, donde estudian alumnos de los 14 municipios .

Durante el curso 2010-2011 la matrícula era de 750 estudiantes, distribuidos en los tres grados que se cursan en la enseñanza media superior: en 10^{mo} grado 233 estudiantes, en 11^{no} 230 y en 12^{mo} 287.

En este mismo periodo el claustro docente estaba conformado por 28 docentes licenciados en Educación, de ellos 7 son maestrantes y 11 ya graduados en la Maestría en Ciencias de la Educación y en otras, como Didáctica de la Matemática, muy importante para el departamento de Ciencias Exactas. Existe un maestro en formación.

Teniendo en cuenta la importancia de la interdisciplinariedad se revisaron documentos (Anexo 1) del centro de carácter general que permitieron señalar lo siguiente:

- **Caracterización del IPVCE “Carlos Marx”:** no expresa de manera explícita la interdisciplinariedad como principio del proceso de enseñanza aprendizaje ni como fundamento en la conformación de los departamentos docentes por área de conocimiento, lo cual a juicio del autor limita la intencionalidad en la preparación de los docentes desde este principio. Llama la atención que no se explicita en el banco de problemas como una carencia la preparación de los docentes en la interdisciplinariedad.
- **Estrategia educativa del IPVCE “Carlos Marx”.** Entre los aspectos positivos del documento se plantea en sus objetivos específicos: lograr que los estudiantes adquieran el nivel científico necesario para enfrentar los estudios y posteriormente aplicarlo en su vida laboral y contribuir a la formación de valores en los jóvenes que le permitan jugar un papel protagónico en la sociedad. Sin embargo, el autor considera que no refleja en toda su magnitud la importancia y los resultados de la interdisciplinariedad como principio en la formación integral de los estudiantes.

El Departamento de Ciencias Exactas es responsable de la dirección del proceso de enseñanza aprendizaje de las asignaturas Matemática, Física e Informática. Está integrado por 12 docentes: cinco de Matemáticas, cinco de Física y dos de Informática,

los cuales en su mayoría tienen entre uno y 20 años de experiencia, no solo en la enseñanza preuniversitaria, sino en este tipo de centro, pero en la entrevista grupal a los docentes (Anexo 2) el 100% declara no tener experiencias de trabajo en lo relativo a la teoría y la práctica interdisciplinaria, aunque están conscientes de su importancia.

En la revisión de los programas de las asignaturas Matemática, Física e Informática y en las indicaciones metodológicas del MINED se apreció que en estas asignaturas hay objetivos dirigidos al cumplimiento de la interdisciplinariedad, sin embargo, queda en el ámbito de declaratoria, abogan por la integración, pero en la práctica lo que se tiene son hechos independientes, aislados, que no constituyen una guía para la preparación de los docentes ni los motivan a trabajar en esta dirección.

Las observaciones (Anexo 3) realizadas a diferentes actividades del proceso de enseñanza aprendizaje, permitieron constatar que los docentes están conscientes de que la interdisciplinariedad es un principio y una necesidad objetiva para lograr la formación integral del estudiante, sin embargo:

- No la asumen conscientemente como principio en su práctica educativa, porque en su formación profesional, se especializaron en una sola disciplina. Concretamente en la asignatura Informática, la consideran como herramienta, pero no en términos de preparación para el ejercicio de la profesión.
- Consideran que la existencia de marcos disciplinares rígidos en la organización escolar entorpece su puesta en práctica.
- Los docentes en ocasiones se niegan al cambio y reproducen en el aula un modelo educativo alejado de las necesidades de una educación integral, acorde con las necesidades que exige el mundo de hoy.
- Por lo general hay más preocupación por el cúmulo de conocimientos de una u otra asignatura a transmitir a los estudiantes, que las posibilidades para su integración.

Lo anteriormente planteado, permite al autor concluir que las experiencias acumuladas por los docentes no ha sido una potencialidad manejada por los directivos para encaminar la preparación de los docentes sustentada la interdisciplinariedad, que permita su tratamiento teórico y práctico en el proceso de enseñanza aprendizaje de las Ciencias Exactas.

Considerando estos aspectos se analizan los contenidos que se imparten en 10^{mo} las asignaturas Matemática y Física

MATEMÁTICA

- I Aritmética y trabajo con variable
- II Funciones lineales y cuadráticas. Ecuaciones, inecuaciones, sistema de ecuaciones.
- III Relaciones de igualdad y semejanzas entre figuras
- IV Trigonometría

FÍSICA

- I Introducción. Mediciones. Vectores.
- II Cinemática
- III Leyes del movimiento. Fuerzas en la naturaleza.
- IV Trabajo y Energía
- V Ley de conservación de la cantidad de movimiento
- VI Oscilaciones mecánicas
- VII Ondas mecánicas

Un análisis de la distribución de los contenidos de ambas asignaturas confirma que no existe una secuencia lógica de estos, pues en algunos momentos el aparato teórico matemático que necesita la física para su desarrollo está desfasado, por lo que se necesita reorganizar los programas de ambas asignaturas teniendo en cuenta las relaciones de subordinación, coordinación y complementación entre ellas, para desde la interdisciplinariedad favorecer mayor efectividad en la dirección del proceso de enseñanza aprendizaje de las Ciencias Exactas.

También influye negativamente la escasez de trabajos o materiales bibliográficos sobre el tema, que puedan ser utilizados por los docentes de estas asignaturas para desarrollar el proceso de enseñanza aprendizaje de las Ciencias Exactas con una mayor integración, lo cual no significa renunciar a la enseñanza por disciplinas, se trata de utilizar un lenguaje común insertado en las particularidades de cada asignatura.

Particularmente en los controles a clases (Anexo 2) se observó:

- Dominio teórico y metodológico de la materia que imparten.
- Es muy limitada la secuencia lógica y la integración de los contenidos.

- Por lo general no constituye un resultado sistemático la utilización de un lenguaje común derivado de las asignaturas del área.
- Son muy restringidas las relaciones de subordinación, coordinación y complementación en el tratamiento de los contenidos de las asignaturas del área de conocimiento.
- En ocasiones se orienta en la bibliografía a consultar por los estudiantes textos o trabajos de las asignaturas del área, pero no se utiliza el libro de texto de las asignaturas con estos propósitos.

A modo de conclusión la aplicación de instrumentos de indagación empírica y los análisis de sus resultados confirman la existencia de fortalezas y debilidades en la interdisciplinariedad en la preparación de los docentes del área del conocimiento de Ciencias Exactas del IPVCE “Carlos Marx” de Matanzas, expresadas en:

FORTALEZAS:

1. La estructura organizativa por área de conocimiento del departamento docente de Ciencias Exactas y la experiencia de los docentes en la impartición de sus asignaturas constituyen importantes fortalezas que favorece el tratamiento de la interdisciplinariedad en la teoría y en la práctica en el IPVCE “Carlos Marx”.
2. Existe en los docentes consciencia acerca de que la interdisciplinariedad es un principio del proceso de enseñanza aprendizaje y en correspondencia una necesidad objetiva para lograr la formación integral del estudiante.
3. Se consideran como principales vía para la preparación de los docentes el trabajo metodológico, la superación y la autosuperación.

LIMITACIONES:

1. La estructura organizativa por área de conocimiento del departamento docente de Ciencias Exactas se considera en términos teóricos y no se aprovechan en toda su magnitud sus potencialidades prácticas para la preparación de los docentes en la interdisciplinariedad.
2. Los docentes no asumen la interdisciplinariedad como principio en su práctica educativa, lo cual está determinado fundamentalmente por su formación profesional inicial en una sola disciplina, la existencia de marcos disciplinares rígidos en la organización escolar y la preocupación por el cúmulo de

conocimientos de una u otra asignatura a transmitir a los estudiantes y no por las posibilidades para su integración.

3. Aunque se identifica el trabajo metodológico, la superación y la autosuperación como las principales vías utilizadas para profundizar en la interdisciplinariedad en la preparación de los docentes del área del conocimiento de Ciencias Exactas en el IPVCE Carlos Marx, no ha prevalecido una intencionalidad ni ha predominado en su concepción su carácter de sistema.

2.2. Sistema de actividades metodológicas para favorecer la interdisciplinariedad en la preparación de los docentes del área del conocimiento de Ciencias Exactas en el IPVCE “Carlos Marx” de Matanzas.

Un primer paso en la conformación del sistema de actividades metodológicas se relaciona con su definición como resultado científico en las Ciencias Pedagógicas, lo cual permite determinar su estructura.

A partir del problema declarado en la investigación el autor de esta investigación propone un sistema de actividades metodológicas para favorecer la interdisciplinariedad en la preparación de los docentes del área de Ciencias Exactas del IPVCE Carlos Marx, de Matanzas.

Para el análisis del sistema como resultado científico, se debe definir qué se entiende como tal, para lo cual el autor analiza algunos conceptos expresados por varios autores: Etimológicamente el concepto sistema tiene sus raíces en el latín y el griego: “Un sistema (lat. *systema*, proveniente del griego σύστημα) es un conjunto ordenado de elementos interrelacionados e interactuantes entre sí.”⁴¹ “(Del lat. *systema*, y este del gr. σύστημα). Conjunto de reglas o principios sobre una materia racionalmente enlazados entre sí. /Conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objeto.”⁴²

Sobre este precedente el diccionario de la Lengua Española lo define como el “Conjunto de principios sobre una materia, enlazados entre sí formando un cuerpo de doctrina. Conjunto ordenado de cosas que contribuyen a un fin”⁴³, aunque el Diccionario

⁴¹ Sistema. Consultado en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema>(25 mar.2008)

⁴² Diccionario de la Lengua Española. 22. Edición. 2003. Consultado en: <http://buscon.rae.es/drae/> (25 marz.2008).

⁴³ Diccionario de la Lengua Española. 22. Edición. 2003. Consultado en: <http://buscon.rae.es/drae/> (25 MARZ. 2008).

de sinónimos y antónimos destaca en el sistema “Un método, conjunto, plan, procedimiento, normas, modo, medio, régimen, técnica, fórmula, ordenación, organización”⁴⁴.

Estos conceptos destacan aspectos generales y esenciales que caracterizan el sistema y que en su integración apuntan a elementos básicos relacionados con el conocimiento científico y que permite su asunción como resultado científico: principio, orden, conjunto, método, procedimientos, entre otros.

Un análisis más específico resulta a partir del significado etimológico de la palabra sistema, entendido como: “Combinación de partes reunidas para obtener un resultado o formar un conjunto”⁴⁵, “Conjunto de cosas que ordenadamente relacionadas entre sí contribuyen a un fin”⁴⁶

En la investigación se asume el concepto de L. Martínez, resultado de la sistematización de un importante conjunto de resultado de tesis de maestrías, quien lo define como resultado científico en tanto “Conjunto de elementos reales o imaginarios diferenciados no importa por qué medios, del mundo restante.”⁴⁷ Este conjunto es un sistema sí:

- 1) están dados los vínculos que existen entre sus elementos, principalmente ajustados a los diferentes tipos de actividades metodológicas y las características de la interdisciplinariedad en las Ciencias Exactas en el Preuniversitario.
- 2) cada uno de los elementos dentro del sistema se considera indivisible, es decir, cada una de las actividades metodológicas constituyen un subsistema que interactúan con otras vías para la preparación del docente.
- 3) el sistema interactúa como un todo con el mundo fuera del sistema, expresado en sus interrelaciones con el subsistema educacional al cual tributa: el preuniversitario, y particularmente el modelo de escuela de los institutos preuniversitarios vocacionales de Ciencias Exactas.

⁴⁴ Diccionario de sinónimos y antónimos.

⁴⁵ Alvero, F. Diccionario Manual de la Lengua Española. La Habana: Ed. Pueblo y Educación, 1976. P. 761.

⁴⁶ Océano Práctico. Diccionario de la Lengua Española y de nombres propios. Barcelona: Océano, 2000. P. 706.

⁴⁷ Martínez González. Luis Ernesto. El sistema de actividades como resultado científico en la maestría en Ciencias de la Educación: ser o no ser. “Juan Marinello”, En soporte electrónico, Matanzas, 2008. Pág. 11.

4) durante su evolución en el tiempo este conjunto se considera un mismo sistema⁴⁸, lo cual se manifiesta en el hecho de que el sistema en sí mismo se enriquece, sin perder su esencia, todo lo contrario.

En correspondencia con lo anterior, el autor considera que el sistema de actividades como resultado científico, puede definirse de la siguiente forma: Conjunto de actividades relacionadas entre sí de forma tal que integran una unidad, el cual contribuye al logro de un objetivo general como solución a un problema científico previamente determinado.

A juicio de L. Martínez no es suficiente una definición con tal grado de generalización y en aras de precisar su condición de resultado científico de las Ciencias pedagógicas necesita especificar el carácter de las actividades según sus objetivos y el contexto donde se ejecutan. En correspondencia con la clasificación que propone este autor, el sistema de actividades es esencialmente metodológico porque "...se vinculan al trabajo metodológico de la escuela y tienen como objetivo contribuir a la preparación metodológica de los maestros y profesores".⁴⁹

Así, el resultado científico propuesto por el autor en la investigación se define como el conjunto de actividades metodológicas para favorecer la interdisciplinariedad en la preparación de los docentes del área del conocimiento de Ciencias Exactas en el IPVCE "Carlos Marx" y se estructura:

- Objetivo general.
- Fundamentos
- Requisitos generales para su implementación y funcionamiento.
- Contenido de las actividades.
 - Título de la actividad.
 - Objetivo específico.
 - Acciones y procedimientos de cada actividad: de preparación previa, de introducción, de desarrollo, de conclusiones y las formas de evaluación y control de la actividad.
- Bibliografía general básica.

⁴⁸ Kedrov. La dialéctica y los métodos científicos generales de investigación. Tomo II. p.73.

⁴⁹ Martínez González. L. E. El sistema de actividades como resultado científico en la maestría en Ciencias de la Educación: ser o no ser. "Juan Marinello", En soporte electrónico, Matanzas, 2008. Pág. 11.

Objetivo general: Favorecer la interdisciplinariedad en la preparación de los docentes del área del conocimiento de Ciencias Exactas en el IPVCE “Carlos Marx” de Matanzas.

Fundamentos y características que cualifican el Sistema de actividades metodológicas:

Los fundamentos teóricos-metodológicos sustentan la necesidad del sistema de actividades metodológicas como vía para el tratamiento de la interdisciplinariedad en la preparación de los docentes del área del conocimiento de Ciencias Exactas en el IPVCE “Carlos Marx” toman como punto de referencia lo planteado en el capítulo I de esta investigación.

La dialéctica materialista como metodología universal del conocimiento científico fundamenta la necesidad de la preparación de los docentes a partir de las contradicciones que genera su formación inicial por disciplinas y las necesidades actuales asociadas a la búsqueda de marcos integradores que favorezcan la formación integral del estudiante. Los principios de la dialéctica materialista, actúan como fundamentos básicos; en particular, la objetividad sostiene la correspondencia entre el resultado científico que se propone y el sistema objetivo que representa: la interdisciplinariedad como fundamento de las interrelaciones entre las asignaturas del área de conocimiento y en correspondencia la preparación de los docentes, es decir no es una propuesta abstracta sino relacionado con un contexto específico, con determinadas particularidades y en condiciones socio-históricas y culturales precisas.

Desde la teoría marxista-leninista del conocimiento se asume la complejidad del conocimiento del hombre actual y la obligatoriedad de transmitir sus esencias al proceso de enseñanza aprendizaje de las Ciencias Exactas sobre la base de la interdisciplinariedad como expresión de la tendencia integradora de los conocimientos y del desarrollo de la práctica social, para afrontar los avances y retos de la ciencia y la técnica contemporáneos.

Asimismo, la interdisciplinariedad como criterio epistemológico, fundamenta la selección e integración de los contenidos de las asignaturas del área de conocimiento de las Ciencias Exactas favoreciendo las relaciones de subordinación, coordinación y complementación entre ellas, para desde la interdisciplinariedad propiciar la

efectividad necesaria en la dirección del proceso de enseñanza aprendizaje de las Ciencias Exactas acorde con las particularidades del IPVCE.

La teoría de la formación permanente del profesional de la educación fundamenta el trabajo metodológico como vía para favorecer la interdisciplinariedad en la preparación de los docentes del área de Ciencias Exactas, en estrecha relación con la superación y la autosuperación, el cual adquiere importancia significativa en el proceso de superación de esquemas y procedimientos tradicionales y su transformación en un proceso interactivo, de coordinación y cooperación.

Características que cualifican el Sistema de actividades metodológicas:

- **Flexible:** se adapta a las condiciones que influyen en el proceso en que se desarrolla la preparación de los profesores del departamento de Ciencias Exactas y permite su actualización y rediseño.
- **Interactivo:** expresado en las relaciones de interacción entre los docentes, el proceso de enseñanza aprendizaje de las Ciencias Exactas y el contexto educativo: el IPVECE “Carlos Marx” generadores de transformaciones en los docentes a partir del intercambio grupal y el diálogo.
- **Sistémica:** porque descubre las relaciones y coherencia entre las actividades del trabajo metodológico.
- **Integradora:** se revela en los vínculos que se manifiestan entre los componentes como subsistemas, centrados en la dirección del proceso de enseñanza aprendizaje de las Ciencias Exactas en los institutos preuniversitarios vocaciones de Ciencias Exactas.
- **Desarrolladora:** se relaciona con el propósito de lograr la aprehensión de la interdisciplinariedad en los docentes del departamento sustentado en su preparación como proceso progresivo de socialización; compromiso y responsabilidad.
- **Contextualizada:** se corresponde con la formación profesional pedagógica en las condiciones actuales y se revela en la necesidad de potenciar el proceder profesional desde la interdisciplinariedad en los diferentes contextos de actuación del profesional de la educación.

Requisitos generales para su implementación y funcionamiento:

1. Tomar como referente el diagnóstico individual y grupal conformado por la evaluación profesional y la caracterización de los docentes.
2. Crear las condiciones para favorecer el intercambio y la preparación en equipo, así como la socialización de las experiencias.
3. Garantizar la preparación previa de los participantes y en particular del jefe del departamento para dirigir el trabajo metodológico.

Contenido de las actividades:

Actividad 1.

Reunión Metodológica:

Tema: Algunas consideraciones teóricas respecto al trabajo metodológico y la utilización de este para favorecer la interdisciplinariedad en el departamento de Ciencias Exactas.

Objetivo: Reflexionar acerca de los sustentos teóricos del trabajo metodológico enfatizando en este para favorecer la interdisciplinariedad en el departamento de Ciencias Exactas.

Problema conceptual metodológico:

- ¿Cómo contribuir a la preparación de los docentes del área de Ciencias Exactas para lograr la interdisciplinariedad en sus clases?

Dirige: Jefe de Departamento de Ciencias Exactas.

Participantes: Docentes del área del conocimiento de Ciencias Exactas.

Orientaciones para el desarrollo de la reunión.

Se utiliza el método de elaboración conjunta para referirse al trabajo metodológico, su desarrollo en Cuba y las formas en que se realiza en la Enseñanza Preuniversitario.

En cuanto al desarrollo del trabajo metodológico en Cuba se hará énfasis en como ha ido evolucionando el concepto como consecuencia de las revoluciones educacionales vividas en el país a tenor del desarrollo científico técnico alcanzado en las diferentes esferas de la sociedad. Al tratar las características que lo distinguen se destacará su correspondencia con el diagnóstico, la sistematicidad en su ejecución, la flexibilidad, el carácter participativo y la necesidad del control desde la planificación.

Se enfatizará en el trabajo metodológico como eje central y dentro de este los tipos fundamentales de actividades que lo integran.

Otro elemento esencial que debe ser abordado es el papel del jefe de departamento en la dirección del trabajo metodológico a partir del empleo de métodos y estilos de trabajo acertados que favorezcan la socialización de las experiencias de su área del conocimiento.

Es necesario interiorizar que para lograr un aprendizaje significativo y de calidad que contribuya a la formación de una cultura general integral desde las disciplinas, se requiere que el proceso de enseñanza aprendizaje se desarrolle con un enfoque interdisciplinario.

Según Jorge Fiallo Rodríguez⁵⁰ para cumplir con el objetivo fundamental de la Educación, que es la formación multilateral y armónica de la personalidad de las jóvenes generaciones, se requiere la materialización de la concepción científica del mundo, sobre la base del enfoque en sistema, de los fenómenos de la naturaleza, de la sociedad y del pensamiento.

La correspondencia interdisciplinaria entre la Matemática, la Física y la Informática como ciencias y como disciplinas docentes es un hecho objetivo; la Matemática suministra a la Física gran parte de su expresión y la posibilidad de establecer modelos abstractos, a partir de los cuales se instituyen sus leyes y suposiciones fundamentales y la Informática constituye un instrumento importante para una mejor y más fácil comprensión del mundo que nos rodea.

Sobre la base de los análisis teóricos que aparecen en el capítulo I de esta investigación se presentarán las relaciones de subordinación, coordinación y complementación entre las asignaturas del área de conocimiento de las Ciencias Exactas, para demostrar en su tratamiento teórico una de las direcciones para favorecer en la práctica educativa la interdisciplinariedad en la dirección del proceso de enseñanza aprendizaje de las Ciencias Exactas.

El investigador concuerda con un gran número de autores que consideran la interdisciplinariedad como una de las vertientes que deberá contribuir en la solución de uno de los problemas actuales de que adolece la enseñanza de las ciencias, la

⁵⁰ J. Fiallo. Ob. Cit.

interacción, el vínculo o nexo entre ellas. De esto se deriva la importancia de aplicarla como una necesidad de nuestros tiempos.

Conclusiones: Se enfatizará en la importancia del trabajo metodológico como vía esencial para el logro de las transformaciones de la educación en preuniversitario y en específico la interdisciplinariedad en el cumplimiento del fin y objetivos propuestos en la enseñanza media superior. A partir del tema tratado se adoptarán acuerdos que constituyan indicadores para medir la eficiencia del trabajo metodológico que se desarrolle. Para motivar la siguiente actividad se le comunicará a los docentes, que próximamente se desarrollará una clase metodológica donde el profesor principal de Física analizará parte de una unidad del programa de 10. grado con vistas a ver sus nexos y vínculos con la Matemática y la Informática.

Bibliografía para la autopreparación:

- Álvarez Pérez, M. (Comp.). (2004). Interdisciplinariedad: Una aproximación desde la enseñanza aprendizaje de las ciencias. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Castro Ruz, F. (1999). Discurso pronunciado en el IV Congreso de la UNEAC. La Habana: 20 de noviembre.
- Escalona. M. El uso de recursos informáticos para favorecer la integración de contenidos en el área de Ciencias Exactas de Preuniversitario. Holguín, 2007.
- Fiallo Rodríguez, J. (2001). La interdisciplinariedad en el currículo. ¿Realidad o utopía educativa? Curso impartido durante el Congreso Pedagogía. La Habana: Soporte magnético.
- Fiallo Rodríguez, Jorge. (2004). La interdisciplinariedad: un concepto “muy conocido”. En M. Álvarez Pérez (compil.). Interdisciplinariedad: una aproximación desde la enseñanza aprendizaje de las ciencias” (pp.20-36). La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Mesa Carpio N. y Salvador Jiménez R. L. (2007). Trabajo metodológico del docente. Propuesta para el preuniversitario. La Habana: Editorial Academia.
- MINED. (1999). Precisiones para el desarrollo del trabajo metodológico en el MINED” Resolución Ministerial 85/99. La Habana.
- MINED. (2000). Carta circular 01/2000. Impresión ligera. La Habana.

Actividad 2.

Clase metodológica.

Tema: La interdisciplinariedad en la enseñanza aprendizaje de las ciencias a través de la Física.

Objetivo: Instruir metodológicamente a los docentes para favorecer en la práctica educativa la interdisciplinariedad en la dirección del proceso de enseñanza aprendizaje de las Ciencias Exactas.

Medios: Recursos informáticos. Programas y orientaciones metodológicas.

Método: Expositivo.

Introducción: Esta actividad se desarrolla a partir del diagnóstico hecho a los docentes del departamento de Ciencias Exactas sobre la base de la aplicación de los resultados de los instrumentos diseñados para conocer en qué medida materializan la interdisciplinariedad en el desarrollo y conducción del proceso de enseñanza aprendizaje.

Desarrollo: La persona responsabilizada para conducir la actividad haciendo uso de los requerimientos metodológicos normados instruirá, argumentará, analizará y orientará a los profesores sobre el progreso de la actividad.

Para esto se propone hacer el análisis metodológico de una parte de la unidad 2 de la asignatura de Física, perteneciente al área del conocimiento de Ciencias Exactas con el consecuente tratamiento de uno de los temas, para instruir a los participantes de cómo se debe proceder para llevar a vía de hecho la propuesta de investigación (interdisciplinar). Se presentarán ejemplos que demuestren la presencia de relaciones de subordinación, coordinación y complementación entre las asignaturas del área de conocimiento de las Ciencias Exactas, para demostrar en su tratamiento teórico cómo introducirlos en la dirección del proceso de enseñanza aprendizaje de las Ciencias Exactas.

Todo el proceso está previsto e instrumentado con ajuste al tiempo de que disponen los profesores para su preparación teórica y metodológica en la escuela.

Conclusiones: Al finalizar se debe ejecutar un intercambio profundo, donde se analicen cada una de las cuestiones propuestas, pedir aclaraciones y elaborar de manera colectiva aquellas cuestiones que constituirán modos de actuación profesional que

elevantarán la efectividad del trabajo docente-educativo. De este trabajo colectivo surge el tratamiento metodológico que se dará al sistema de clases que componen la unidad. Para concluir se les comunicará a todos los docentes que con el propósito de darle continuidad al trabajo metodológico que se ha venido desarrollando se impartirá una clase demostrativa en la disciplina de Informática donde extrapolando el profesor principal de esa disciplina demostrará como se debe trabajar con alumnos la temática abordada, por lo que todos se deben autopreparar para la actividad. El debate debe enriquecerse con las intervenciones.

Nota: Se tomarán acuerdos encaminados a garantizar la continuidad del trabajo metodológico planificado.

Actividad 3.

Clase demostrativa.

Tema: El sustento de la enseñanza de la Física y la Matemática a través del trabajo interdisciplinario en la clase de Informática.

Objetivo: Demostrar en la práctica educativa cómo proyectar el trabajo interdisciplinario en el área de Ciencias Exactas desde la asignatura Informática.

Medios: Recursos informáticos y materiales impresos.

Método: Expositivo-ilustrativo.

Introducción: Tomando como punto de partida los acuerdos derivados de la clase metodológica que sirvió de basamento a la actividad, el ejecutor tiene que estar totalmente instruido por ser el asunto de la clase uno de los más complejos que exige una preparación y análisis cuidadoso de todos los aspectos.

Desarrollo: Deben participar en esta clase todos o al menos la mayoría de los docentes, por lo que hay que tomar medidas encaminadas a garantizar este requerimiento. El profesor principal de Informática encargado de conducir esta actividad demostrará a los participantes cómo trabajar metodológicamente desde una clase de esta asignatura para demostrar en la práctica las relaciones de subordinación, coordinación y complementación entre las asignaturas del área de conocimiento de las Ciencias Exactas, y exponer en su tratamiento teórico una de las direcciones para favorecer en la práctica educativa la interdisciplinariedad en la dirección del proceso de enseñanza aprendizaje de las Ciencias Exactas, sin transgredir, suprimir o acrecentar

los contenidos orientados en los programas de estudio. Se utilizará el anexo 4 a modo de ejemplo.

Conclusiones: El jefe de departamento destacará los aspectos fundamentales que responden a los objetivos trazados y se escucharán los criterios valorativos de los participantes sobre la base del trabajo realizado durante la conducción del proceso de enseñanza aprendizaje. Como es lógico, la observación de la clase permitirá enriquecer el debate y los argumentos expuestos tendrán que ser materializados en las tres clases abierta que darán continuidad al trabajo metodológico iniciado. Propuesto.

Nota: Se tomarán acuerdos encaminados a garantizar la continuidad del trabajo metodológico planificado.

Actividades 4, 5 y 6.

Clases Abiertas.

Tema: El sustento interdisciplinario en la enseñanza de las asignaturas Física y Matemática a través del trabajo interdisciplinario.

Objetivo: Demostrar en la práctica educativa cómo proyectar el trabajo interdisciplinario en el área de Ciencias Exactas.

Medios: Recursos informáticos y materiales impresos.

Método: Expositivo-ilustrativo.

Introducción: Tomando como punto de partida los acuerdos derivados de la reunión metodológica, la clase metodológica y la clase demostrativa, los ejecutores tienen que demostrar que han asimilado la información recibida y discutida. De esta forma se podrá comprobar la efectividad del trabajo metodológico en el resto de los miembros del departamento.

Desarrollo: Deben participar en estas clases todos o al menos la mayoría de los docentes, por lo que hay que tomar medidas encaminadas a garantizar este requerimiento. Los profesores encargados de conducir estas actividades demostrarán al resto cómo trabajar metodológicamente desde una clase de su disciplina para demostrar la presencia de relaciones de subordinación, coordinación y complementación entre las asignaturas del área de conocimiento de las Ciencias Exactas, para demostrar en su tratamiento teórico cómo introducirlos en la dirección del

proceso de enseñanza aprendizaje de las Ciencias Exactas, sin transgredir, suprimir o acrecentar los contenidos orientados en los programas de estudio.

Conclusiones: El jefe de departamento y los profesores principales destacarán los aspectos fundamentales que responden a los objetivos trazados y se escucharán los criterios valorativos de los participantes sobre la base del trabajo realizado durante la conducción del proceso de enseñanza aprendizaje. Como es lógico, la observación de la clase permitirá enriquecer el debate y los argumentos expuestos tendrán que ser materializados en la preparación de las clases del departamento, cuestión esta que será socializada en la siguiente actividad: “Taller para socializar las preparaciones de las asignaturas”.

Nota: Se tomarán acuerdos encaminados a garantizar la continuidad del trabajo metodológico planificado.

Actividad 7.

Taller: Intercambio de experiencias.

Tema: La preparación de las asignaturas del área de Ciencias Exactas a partir de las experiencias adquiridas.

Objetivo: Socializar ideas, criterios y valoraciones acerca de la dirección del trabajo metodológico a partir de las experiencias adquiridas.

Medios: Recursos Informáticos, clases planificadas, trabajos realizados

Métodos: Reflexión y debate.

Dirige: Jefe de departamento de Ciencias Exactas.

Participan: Docentes del departamento de Ciencias Exactas.

Orientaciones para el desarrollo de la actividad.

Desarrollo: El jefe de departamento conducirá el desarrollo del taller en el que se generará un debate que arrojará los frutos del trabajo desplegado durante la etapa. Las intervenciones estarán fundamentadas por las experiencias pedagógicas personales acumuladas por los docentes sobre la base de la aplicación de la interdisciplinariedad en el proceso de enseñanza aprendizaje en el quehacer cotidiano. Se presentarán ejemplos que demuestren la presencia de relaciones de subordinación, coordinación y complementación entre las asignaturas del área de conocimiento de las Ciencias Exactas, para demostrar en su tratamiento teórico cómo introducirlos en la dirección del

proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática, la Física y la Informática. Cada uno intervendrá según proceda de manera oportuna y aprovechando el espacio idóneo para lograr el fin previsto. Se favorecerá el intercambio y se aconsejará acerca de evitar las “recetas” preconcebidas, estimulando la creatividad y el trabajo en equipo.

La sesión de trabajo será de 45 minutos.

Evaluación: Participación en el taller.

Conclusiones: Sin violar la metodología del taller y dentro de este el debate el jefe de departamento, desde su posición de dirección, se definirán cuál o cuáles han sido los modos de actuación correctos para el trabajo interdisciplinario en el área del conocimiento, así como la efectividad de las actividades metodológicas ejecutadas en la preparación de los mismos.

Es importante que en este taller se concluya con una propuesta colegiada de los aspectos que deben ser incorporados a la guía de observación a clases, para que en el control sistemático a las actividades del departamento sean contemplados, para evaluar las acciones que en la dirección del proceso de enseñanza aprendizaje permiten constatar la efectividad de la preparación.

Actividad 8.

Clases de control.

Tema: Control sistemático del proceso de enseñanza aprendizaje.

Objetivo: Controlar sistemáticamente los resultados del desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje a partir de las experiencias adquiridas en el tratamiento de la interdisciplinariedad en el área de Ciencias Exactas.

Introducción: El jefe de departamento y los profesores principales de las diferentes asignaturas tendrán en la guía de observación un documento referencial para las visitas de control a las clases a los docentes, los aspectos colegiados que permitirán constatar si se tiene prevista y si se está haciendo trabajo interdisciplinario en el área del conocimiento.

Desarrollo: Los docentes desarrollarán sus clases en la o las asignaturas que imparte en el área de conocimiento, en la mismas deben demostrar cómo dan tratamiento al contenido haciendo uso de la interdisciplinariedad, demostrando de manera explícita e intencionada la presencia de relaciones de subordinación, coordinación y

complementación entre las asignaturas del área de conocimiento de las Ciencias Exactas, para demostrar en la práctica la contribución de la preparación recibida a la dirección del proceso de enseñanza aprendizaje de las Ciencias Exactas sustentada en este principio sin abrumar al estudiante, ni transgrediendo los programas

La clase será evaluada por los visitantes (jefe de departamento, profesor principal o ambos). Esta a su vez constituirá el ejercicio final de la preparación.

Conclusiones: La evaluación de la preparación se obtiene a través de la información recibida en el cuestionario aplicado a los docentes de lo aprendido en la parte teórica y en la práctica por los criterios de los directivos de la escuela e investigadores participantes tanto en las actividades metodológicas como en las visitas a las clases. Todo el proceso está previsto e instrumentado con ajuste al tiempo de que disponen los profesores para su preparación técnica y metodológica.

2.3. Aplicación del criterio de especialistas. Principales resultados.

Con el propósito de compilar algún nivel de información acerca del resultado científico que propone el autor se decidió aplicar el criterio de especialista como método de indagación empírica. (Anexo 5)

El autor asume como especialista "...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".⁵¹

En este caso solo se seleccionaron individuos y se establecieron como criterios para su selección: profesores graduados en las asignaturas del área de las Ciencias Exactas, en su mayoría Máster en Ciencias y con amplia experiencia profesional en la Enseñanza Preuniversitaria. Se seleccionaron 10 expertos.

Se elaboró un cuestionario que se presentó de manera individual a los expertos, los cuales evaluaron en una escala del uno al cinco un conjunto de elementos. Los principales aspectos planteados por los expertos fueron:

- El 100% consideró coherente la estructura y el objetivo general como apropiado.

⁵¹ Citado por Fiallo, J. P y Cerezal, J. Material básico de la asignatura Estadística aplicada a la investigación pedagógica y diseño experimental. Editora Magisterial, Lima, 2003. Pág. 59.

- El carácter de sistema del resultado propuesto fue considerado por el 100 % cómo acertado y favorece la preparación teoría y práctica de los docentes.
- El 90 % valoró la bibliografía seleccionada actual y pertinente.
- El 100 % considera el sistema de actividades como una vía para aprovechar las potencialidades individuales y colectivas en la preparación de los docentes.
- El 100 % afirma que tiene el nivel de actualización que se necesita, acorde con las exigencias actuales del MINED, para favorecer la interdisciplinariedad en los docentes del departamento de ciencias exactas del IPVCE Carlos Marx.
- El 90 % considera que permite cierta reorganización en los programas de las asignaturas teniendo en cuenta las relaciones de subordinación, coordinación y complementación entre ellas.
- El 100 % expresó que contribuye a superar los marcos disciplinares rígidos en la organización escolar, en tanto demuestran cómo dar tratamiento a los contenidos con un determinado nivel de integración.
- Para el 100 % se favorecen las interrelaciones entre el trabajo metodológico, la superación y la autosuperación como las vías para la preparación en la interdisciplinariedad de los docentes del área del conocimiento de Ciencias Exactas en el IPVCE Carlos Marx.
- En general 100 % apreció que el resultado científico constituye una vía efectiva como respuesta al problema identificado.

Como principales sugerencias se señalaron las siguientes:

- Se recomendaron textos de otros autores y de otras áreas de conocimiento para ser consultadas.
- Continuar perfeccionando el trabajo incorporando ejercicios de aprendizaje interdisciplinarios para los estudiantes.
- Incorporar el tema al trabajo científico-metodológico y la investigación.

A modo de conclusiones:

El autor considera que acorde con las fortalezas y limitaciones que caracterizan el estado actual de la interdisciplinariedad en la preparación de los docentes del área del conocimiento de Ciencias Exactas en el IPVCE "Carlos Marx" el Sistema de actividades metodológicas constituye una vía que, como respuesta al problema científico de la

investigación, no agota todas sus posibilidades, pero sienta las pautas iniciales para perfeccionar la interdisciplinariedad en la preparación de los docentes de este centro educacional, en correspondencia con las necesidades del desarrollo científico y tecnológico.

CONCLUSIONES

La estrategia investigativa diseñada en función de la búsqueda de solución al problema científico identificado, propició el cumplimiento del objetivo planteado, lo que permite al autor arribar a las siguientes conclusiones.

- La preparación de los docentes del área del conocimiento de Ciencias Exactas tiene entre sus fundamentos teóricos la interdisciplinariedad, entendida como principio del proceso de enseñanza-aprendizaje que determina la concepción integradora de este proceso y establece exigencias para su tratamiento desde el trabajo metodológico, el cual se considera vía esencial para el perfeccionamiento del accionar de los docentes.
- El estado actual de la interdisciplinariedad en la preparación de los docentes del área del conocimiento de Ciencias Exactas en el IPVCE “Carlos Marx” tiene entre sus fortalezas: la estructura organizativa por área de conocimiento del departamento docente, la experiencia y el nivel de conciencia de los docentes, así como la consideración acerca del trabajo metodológico como una de las principales vías para la preparación de los docentes. Sin embargo, el limitado aprovechamiento de las potencialidades prácticas de la estructura por área de conocimiento del departamento docente, las contradicciones generadas por la formación inicial en una sola disciplina, la existencia de marcos disciplinares rígidos en la organización escolar y la preocupación por los conocimientos a transmitir a los estudiantes y no por las posibilidades para su integración, así como la falta de intencionalidad en el tratamiento de la interdisciplinariedad como objetivo del trabajo metodológico, confirman la existencia del problema científico de esta investigación.
- El sistema de actividades metodológicas como resultado científico favorece la interdisciplinariedad en la preparación de los docentes del área del conocimiento de Ciencias Exactas en el IPVCE Carlos Marx. Sus fundamentos teóricos y objetivo general contribuyen a superar las limitaciones reveladas en el proceso de investigación.
- El criterio positivo de los especialistas confirma la validez del resultado científico que se propone, y ratifica la aplicabilidad del mismo. Tiene en cuenta como premisas: el tratamiento de la interdisciplinariedad, el expresar situaciones prácticas a través de la aplicación de las diferentes actividades y la utilización de problemas abiertos en la enseñanza de la física en relación directa con el trabajo matemático y la informática.

RECOMENDACIONES

Las conclusiones antes expuestas permiten al autor ofrecer las siguientes recomendaciones:

- Presentar los resultados a la dirección del IPVCE Carlos Marx, particularmente a los directivos y docentes del área de Ciencias Exactas para valorar su introducción en la práctica.
- Presentar los resultados a la dirección de la educación Preuniversitaria para generalizar los resultados propuestos.
- Continuar perfeccionando la propuesta por la vía del trabajo científico metodológico: elaboración de materiales docentes, sistemas de ejercicios, entre otros.

BIBLIOGRAFIA.

- Abello, A. y Addine, F. Interdisciplinariedad; principio didáctico para el desarrollo de la cultura humana. En revista electrónica Ciencias Pedagógicas. Ciudad de la Habana. Cuba. 2006.
- Addine, F. Didáctica. Teoría y práctica. Ed. Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana, Cuba, 2004.
- Addine, F. /y/ G. García. La interacción: núcleo de las relaciones interdisciplinarias en el proceso de la formación de los profesionales de la educación. Una propuesta para la práctica laboral-investigativa. En: Interdisciplinariedad: una aproximación desde la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Compiladora Marta Álvarez Editorial Pueblo y Educación, Cuba.
- Álvarez, M. Interdisciplinariedad: Una aproximación desde la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Ed. Pueblo y Educación. La Habana. 2003.
- Arana, Juan. ¿Es posible la interdisciplinariedad? Teoría y práctica. Pamplona. Universidad de Sevilla. 2001.
- Arantes Fazenda, I Cristina. Práticas interdisciplinares na escola. Sao Paulo. Ed. Cortez 1995.
- Ballester, S. y otros. El transcurso de las líneas directrices en los programas de Matemática y la planificación de la enseñanza. Ed. Pueblo y Educación. La Habana, Cuba, 2002.
- Batista, M. y Peña, C. Software educativo para el desarrollo habilidades en la asignatura de Física en el preuniversitario. En: Memorias del evento Pedagogía provincial. Holguín. 2004.
- Barrera, Felicito. Los resultados de investigación en el área educacional. (Conferencia impartida en el Centro de Estudios) Matanzas. ISP "Juan Marinello". 2004.
- Bernardino, J. Desarrollar conceptos de Física a través del trabajo experimental: Evaluación de auxiliares didácticos. En Rev. Enseñanza de las Ciencias. Vol. 20. No. 1. Marzo. 2002. pp 115-132. España, 2002.
- Caballero, C. A. La interdisciplinariedad de la Biología y la geografía, con la Química: una estructura didáctica. (Tesis en opción al grado científico de Doctor en ciencias pedagógicas) ISP "Enrique José Varona". Ciudad de La Habana. 2001.
- Campistrous, L. y otros. Matemática Décimo Grado. Ed. Pueblo y Educación. La Habana, Cuba, 1989

- Orientaciones metodológicas de Matemática onceno grado. Ed. Pueblo y Educación. La Habana, Cuba, 1990.
- Castro, F. y otros. Las relaciones interdisciplinarias en un área de ciencias, vistas desde la asignatura Matemática y la percepción de los estudiantes. En Interdisciplinariedad: Una aproximación desde la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Ed. Pueblo y Educación. La Habana. 2003.
- Colectivo de autores. Compendio de Pedagogía. Ed. Pueblo y Educación. Cuba. 2002.
- Colectivo de autores. Reflexiones teórico-prácticas desde las ciencias de la educación. Capítulo III. Editorial Pueblo y Educación. C. Habana. 2004.
- Concepción, R. y Rodríguez, F. Rol del profesor y sus estudiantes. Ed. Uniautónoma. Universidad Autónoma del Caribe. Barranquilla, Colombia. 2005.
- Cruz, L. Sistema computarizado para la enseñanza-aprendizaje de las secciones cónicas. Tesis presentada en opción al título de Máster en Informática Educativa. ISP "José de la Luz y Caballero" Holguín, Cuba. 1997.
- Cruz, M. Estrategia metacognitiva en la formulación de problemas para la enseñanza de la Matemática. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Holguín. 2002.
- Danilov, M. A. y Skatkin. Didáctica de la escuela media. Ed. de libros para la educación. Ciudad de la Habana, Cuba, 1980.
- Darío, R., Montero, Y. y Pedrosa, M. La integración de la computadora a un ambiente de enseñanza y aprendizaje. En <http://www.campus-oei.org/revista/boletin35-1.htm>, febrero, 2005.
- De la Rúa Batistapau, Manuel. Una estrategia curricular interdisciplinaria para la enseñanza de las ciencias sociales en cursos de formación de oficiales de mando. (Resumen de Tesis en opción al grado científico de Doctor en ciencias pedagógicas) Ciudad de La Habana. 2000.
- Diccionario de la Lengua Española. 22. Edición. 2003. Consultado en: <http://buscon.Rae.es/drae/> (25 marz.2008).
- Diccionario de la Lengua Española. 22. Edición. 2003. Consultado en: <http://buscon.Rae.es/drae/> (25 MARZ. 2008).
- Diccionario de sinónimos y antónimos.
- Expósito, R. La Informática y su papel en la Educación. Sistemas Operativos. En CD Maestría en Ciencias de la Educación. Módulo I. IPLAC. Ciudad de la Habana,

- Cuba, 2005.
- Escalona. M. El uso de recursos informáticos para favorecer la integración de contenidos en el área de Ciencias Exactas de Preuniversitario. Tesis en opción al grado científico de doctor en Ciencias Pedagógicas. Holguín, 2007.
- Fendt, W. Applets java de Matemática. En <http://www.walter-fendt.de/download/m11dl.htm>. Enero, 2003.
- Applets java de Física. En <http://www.walter-fendt.de/download/ph11dl.htm> Enero, 2003.
- Fernández de Alaiza García-Madriral, Berta. La interdisciplinariedad como base de una estrategia para el perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera de ciencias técnicas y su aplicación a la Ingeniería en Automática en la República de Cuba. (Tesis en opción al grado científico de Doctor en ciencia pedagógicas). ISPJAE. Ciudad de La Habana. 2000.
- Ferrer, M. La resolución de problemas en la estructuración de un sistema de habilidades Matemáticas en la escuela media cubana. Tesis presentada en opción del grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Santiago de Cuba. Cuba. 2000.
- Fiallo, J. La interdisciplinariedad en el currículo: ¿utopía o realidad educativa? Libro en formato electrónico. La Habana. Cuba. 1991.
- La interdisciplinariedad en la escuela: de la utopía a la realidad. Curso pre-reunión. Ciudad de la Habana. Evento Internacional Pedagogía, La Habana, 2001.
- La interdisciplinariedad: un concepto “muy conocido”. En Interdisciplinariedad: Una aproximación desde la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Ed. Pueblo y Educación. La Habana. 2003.
- Garcés, W. Desarrollo del modo de actuación para el trabajo con sistema de tareas en la formación inicial del profesor de Matemática. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Holguín. Cuba. 2003.
- García, Rolando. Vicisitudes de la interdisciplina. Revista Educación Superior, cifras hechos. Boletín bimestral del Centro de Investigaciones interdisciplinario en Ciencias y Humanidades de la UNAM. 2 (11): 6, nov-dic. 2002.
- García, B. y otros. Temas de introducción a la formación pedagógica. Ed. Pueblo y Educación. Ciudad de la Habana. Cuba. 2004.
- García, J. /y/ S. Calunga. Interdisciplinariedad para la formación profesional: desafío actual en la enseñanza politécnica. En: Interdisciplinariedad: una aproximación

- desde la enseñanza aprendizaje de las ciencias. Compiladora Marta Álvarez. Editorial Pueblo y Educación. C. Habana. 2004.
- Ginoris, Oscar. / et al/. Curso de Didáctica General. (Soporte digital) IPLAC, 54 págs. 2006.
- Gómez, A. Una alternativa para resolver las insuficiencias de preparación básica que presentan los estudiantes que ingresan a la carrera de licenciatura en educación, especialidad de Física y electrónica. Tesis presentada en opción al título de Máster en Didáctica de la Física. Ciudad de la Habana. 2002.
- Gómez, A. y Alarcón. La Matemática en la enseñanza de la Física. Artículo inédito. Proyecto de investigación. ISP “José de la luz y Caballero”, Holguín. 2005.
- González Pérez, Rodolfo /y/ Ana V. Alarcón. El trabajo interdisciplinario en la consolidación del área del conocimiento. Revista Con Luz Propia. (Cuba) (7): 40–49, sep – dic. 1999.
- Güemes Junco, Marta. Un modelo pedagógico de cooperación interdisciplinaria para la dirección de la formación inicial del Profesor general integral. (Tesis en opción al grado científico de Doctor en ciencias pedagógicas) ISP “Enrique José Varona”. Ciudad de La Habana. Cuba. 2005.
- Hernández, H. Nodos cognitivos. Recurso eficiente para el pensamiento matemático. Presentado en el evento internacional Pedagogía’95. Ciudad de la Habana. 1995.
- Jiménez, M. H y otros. WEB: Propuesta para propiciar un aprendizaje desarrollador de la Matemática. En: Boletín de la Sociedad Cubana de Matemática y Computación. COMPUMAT 2007. [CDROM]. Holguín: ISP “José de la Luz y Caballero”. ISSN1728-6042. RNPS 2017. 2007.
- Jiménez, M. H. Una concepción en la enseñanza de la Matemática para propiciar aprendizaje desarrollador. [CDROM]. Carrera Licenciatura en Educación en el área de Ciencias Exactas. 2006.
- Jiménez Sánchez, L. La interdisciplinariedad desde un enfoque profesional pedagógico: un modelo interdisciplinario para el colectivo de año. Tesis en opción al grado científico de Doctor en ciencia pedagógicas). 2007.
- La interdisciplinariedad en el proceso de enseñanza aprendizaje: algunas consideraciones para maestrantes y tutores. Material en formato digital. 2009.
- Lima, S. La mediación pedagógica con el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones. Pedagogía 2005. Curso 67. Ciudad de la Habana. 2005.

- López, L. Metodología para el perfeccionamiento del proceso enseñanza aprendizaje del cálculo vectorial, fundamentada en el desarrollo de la visualización Matemática tridimensional. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Camagüey. 2005.
- Martí, José. Obras Completas, t. 6. Editorial de Ciencias Sociales, La Habana, 1975.
- Martínez R., Blanca N. La interdisciplinariedad en la ciencia, la didáctica y el currículo. Fondo Ed. del pedagógico San Marcos. Lima. Perú. 2003.
- La formación de saberes interdisciplinarios en los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación Preescolar. (Tesis en opción al grado científico de Doctor en ciencias pedagógicas) ISP "Pepito Tey". Las Tunas. 2004.
- Martínez González. Luis Ernesto. El sistema de actividades como resultado científico en la maestría en Ciencias de la Educación: ser o no ser. UCP "Juan Marinello", En soporte electrónico, Matanzas, 2008.
- Mañalich, R. Interdisciplinariedad, intertextualidad y creatividad: contribución al desarrollo de una Didáctica de las Humanidades. Ponencia presentada en el Simposio Internacional sobre Pensamiento Pedagógico y Cultura en América Latina. Matanzas, 1999.
- Milián, Yamilé. La formación interdisciplinaria en el primer año de la especialidad Profesor General Integral de Secundaria Básica a través de la asignatura Matemática para la Secundaria Básica y su Metodología L. 2010
- MINED Seminario Nacional para Educadores. Editado por Juventud Rebelde, Nov., Ciudad de la Habana. Cuba, 2001.
- MINED Programas y precisiones de la Asignatura Matemática en las Secundarias Básicas seleccionadas. Ed. Pueblo y Educación. La Habana, Cuba, 2002.
- MINED. Programas de Matemática. 10mo, 11no y 12mo grados. Cuba, 2004.
- MINED. Programas de Física. 10mo, 11no y 12mo grados. Cuba, 2004.
- MINED Material básico del curso 2. En CD Maestría en Ciencias de la Educación. Módulo I. IPLAC. Ciudad de la Habana, Cuba, 2005.
- MINED Reglamento trabajo docente y metodológico. Resolución Ministerial No. 210/2007. 2007.
- Núñez, J. La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Ed. Félix Varela. La Habana, Cuba, 1999.
- Núñez, U. Alternativa didáctica para la enseñanza de la geometría en la secundaria

- básica. Tesis presentada en opción al título de Máster en Didáctica de la Matemática. ISP "José de la Luz y Caballero", Holguín. 2002.
- Océano Práctico. Diccionario de la Lengua Española y de nombres propios. Barcelona: Océano, 2000.
- Palacio, J. Didáctica de la Matemática: Búsqueda de relaciones y contextualización de problemas. Fondo Ed. del Pedagógico San Marcos. Lima, Perú. 2003.
- Pardo, M. E. Las tecnologías de la información y las comunicaciones en la dinámica del proceso docente educativo en la educación superior. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias. Santiago de Cuba. 2004.
- Perera C. Fernando. Alternativas para propiciar un aprendizaje significativo. Su relación con la interdisciplinariedad. Material en formato electrónico. 2006.
- El enfoque interdisciplinar-profesional en el diseño y el desarrollo del curso de Física para estudiantes de la Carrera de Biología. (Tesis en opción al grado científico de Doctor en ciencias pedagógicas) ISP "Enrique José Varona". Ciudad de La Habana. 2000.
- Marta Álvarez /y/ Lissette Jiménez. La interdisciplinariedad en el proceso docente educativo. Material básico del Curso de la Maestría en Educación. Universidad Bolivariana de Venezuela. Caracas. Venezuela. Mayo. 2006.
- y Escalona, E. Problemas de la Física Matemática: un ejemplo de interdisciplinariedad entre la Matemática y la Física en la formación de profesores. ISP "Enrique J. Varona". Ciudad de la Habana. 2001.
- Pérez, N. Estimulación de las potencialidades creadoras mediante la resolución de problemas de Física en el nivel secundario. Tesis presentada en opción al grado científica de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Santiago de Cuba. 2001.
- Portela F, Rolando. La enseñanza de las Ciencias desde un enfoque integrador. En: Álvarez P, Marta. Interdisciplinariedad: una aproximación desde la enseñanza aprendizaje de las ciencias. Ed. Pueblo y Educación. La Habana, Cuba, 2003.
- Quintero, G. La clase de ciencias exactas en el preuniversitario cubano: integración y sistematización de contenidos mediante la utilización de las tecnologías de la información y las comunicaciones. Curso 53. Pedagogía 2007. Ciudad de la Habana, Cuba. 2007.
- Ruiz, M. Alternativa metodológica para la formación integral de los estudiantes desde el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física. Tesis en opción al grado científico

- de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Camagüey, Cuba, 2005.
- Ruiz, A. Procedimiento didáctico para el diseño de la integración de conocimientos matemáticos en décimo grado. Tesis de Maestría en Didáctica de la Matemática. ISP "Silverio Blanco". Sancti Spíritus. 2002.
- Salazar, D. Interdisciplinariedad y enseñanza de las Ciencias. En: Álvarez P., Marta. Interdisciplinariedad: una aproximación desde la enseñanza aprendizaje de las ciencias. Ed. Pueblo y Educación. La Habana. 2004.
- Salazar, D. y Addine, F. La interdisciplinariedad y su enfoque sistémico para el trabajo científico en la enseñanza de las ciencias. En: Álvarez P., Marta. Interdisciplinariedad: una aproximación desde la enseñanza aprendizaje de las ciencias. Ed. Pueblo y Educación. La Habana. 2003.
- Salazar, L. y otros. El uso de materiales concretos en la enseñanza de las Matemáticas. En: Memorias del Congreso Informática en la Educación de la Convención Informática'98. La Habana, 1998.
- Sigarreta, J. Incidencia del tratamiento de los problemas matemáticos en la formación de valores. Tesis presentada en opción al grado científica de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Holguín. 2001.
- Silvestre, M. y Zilberstein, J. ¿Cómo hacer más eficiente el aprendizaje? ICCP. Libro en formato electrónico. La Habana, Cuba, 2000.
- Steinbring, H. 1993. Problems in the development of mathematical knowledge.
- Soler Martínez, Marleny /y/ Justo Che Soler. La alternativa didáctica para la interdisciplinariedad en la formación de profesores de matemática para la Secundaria Básica desde el nodo interdisciplinario Cálculo aritmético. Ponencia presentada en: Evento Internacional MATECOMPU 2011, III Congreso Internacional ALAMMI 2011. Matanzas. CD-ROM- ISBN 978-959-18-0690-1, 2011.
- Alternativa didáctica para la interdisciplinariedad desde el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática en la formación de profesores. Ponencia presentada en: Evento Internacional MATECOMPU 2010. Matanzas. CD-ROM- ISBN 978-959-18-0596-6, 2010.
- La interdisciplinariedad y los nodos interdisciplinarios en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática en la formación de profesores. Publicado en: WWW.revistaipiac.rimed.cu, RNPS No. 2140/ ISSN 1993-6850, Volumen 5 Septiembre-Octubre, Sección Experiencia Educativa, 2011.

- Tallart, P. La dirección del proceso de formación de los procedimientos lógicos: identificación y reconocimiento de conceptos y la asignación y deducción de propiedades en la escuela secundaria básica. Tesis presentada en opción al grado científica de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Santiago de Cuba. Cuba. 2000.
- Tall, D. Understanding the calculus. *Mathematics Teaching*, 110, p. 49-53. 1989
- Tall, D. *Advanced Mathematical Thinking*. Kluwer Academic Publishers. 1991
- Tall, D. Different Cognitive Obstacles in a technological Paradigm, In: S. Wagner. 1992
- Tall, D. Students' mental prototypes for functions and graphs. *International*. 1992
- Tall, D. The transition to advanced mathematical thinking: Functions, Limits. 1992.
- Tall, D. y Vinner, S. Concept image and concept definition in mathematics, with Tasks, Learning and Teaching. *Review of Educational Research*, 60, p. 1-64. Teaching and Learning. Macmillan, New York, pp. 495-511. Tesis Doctoral, Universidad de Murcia. 1989.
- Torres H., P. La Matemática educativa, Vigotsky y la manipulada zona de desarrollo próximo. En: *Universalización de la Enseñanza Superior*. Carrera de Profesores Integrales de Secundaria Básica. En soporte electrónico segunda edición. MINED. Cuba. 2003.
- Torres, J. *Globalización e interdisciplinariedad: el currículo integrado*. Ed. Morata S.L. Colección Pedagogía. Madrid. España, 1995.
- Valcárcel Izquierdo, N. *Estrategia interdisciplinaria de superación para profesores de Ciencias de la Enseñanza Media*. (Resumen de Tesis en opción al grado científico de Doctor en ciencias pedagógicas). ISP "Enrique José Varona". La Habana. 1998.
- Valdés, R. Las nuevas tecnologías de la información y la comunicación dentro del marco de las tecnologías educativas. En revista electrónica *Ciencias Pedagógicas*. Ciudad de la Habana. Cuba. 2005.
- Valdivia, M. *Estrategia didáctica para contribuir a la dirección del aprendizaje de los procedimientos heurísticos en la asignatura Matemática y su Metodología I*, en el primer año de la carrera Profesor de Ciencias Exactas. II Evento Científico Metodológico Nacional sobre la enseñanza de las Ciencias Exactas. Holguín: CD-ROM ENCE 2007. 2007.
- . Los procedimientos heurísticos esenciales en la enseñanza aprendizaje del Análisis Matemático en la formación de profesores de Ciencias Exactas. *Pedagogía*

2007. Matanzas: Rev. Atenas.

----- El aprendizaje de los procedimientos heurísticos en la formación de profesores de Matemática de la Enseñanza Media Superior. Matanzas: CD-ROM MATECOMPU 08.

-----Fundamentos teóricos para la dirección del aprendizaje de los procedimientos heurísticos en la formación de profesores de Ciencias Exactas. VII Simposio Internacional sobre Educación y Cultura en Iberoamérica. Matanzas: Revista Atenas. Marzo 2008.

----- y otros. Estrategia para la dirección del aprendizaje de la Matemática en la educación preuniversitaria en la provincia de Matanzas. Memorias del VI Evento Internacional Enseñanza de la Matemática. UCP "Juan Marinello". Matanzas.

----- Estrategia didáctica para contribuir a la dirección del aprendizaje de los procedimientos heurísticos en la asignatura Matemática y su Metodología I. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Matanzas. 2009.

----- Problemas que conducen a ecuaciones diferenciales: una vía para la integración de contenidos físicos y matemáticos en la formación de profesores de ciencias exactas. XI EVENTO INTERNACIONAL "MATECOMPU 2009"

Varona, Enrique José. Trabajos sobre educación y enseñanza (compilación de Elías Entralgo. Comisión Nacional cubana de la UNESCO). Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1992.

Vega, R. La integración de los contenidos: un reto para un plan de estudios disciplinar. Universidad de La Habana. Ciudad de la Habana. Cuba. 2003.

Velázquez, R. El perfeccionamiento del modo de actuación interdisciplinario en docentes del área de Ciencias Naturales de la Enseñanza Preuniversitaria. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Holguín. 2005.

Vidal, G. Una concepción didáctica integradora de la Química General para las carreras de Ciencias Naturales. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. La Habana. 1999.

Villanueva, Y. Tendencias actuales en la enseñanza aprendizaje de las Matemáticas y la utilización de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones en la educación. En http://cied.rimed.cu/REVISTACP_NE/notes/revista/53/pdfs Revista Ciencias Pedagógicas. Año: 5, No: 3. Ciudad de la Habana, Cuba, 2005.

Villegas, E. y Pláceres, L. El tratamiento de conceptos y definiciones: situación típica de la enseñanza de las ciencias. En: Álvarez P., Marta. Interdisciplinariedad: una aproximación desde la enseñanza aprendizaje de las ciencias. Ed. Pueblo y Educación. La Habana. 2003.

Zilberstein, J y Silvestre, M. Hacia una didáctica desarrolladora. Ed. Pueblo y Educación. La Habana, Cuba, 1999.

Zilberstein, J., Portela, R. y Mcpherson, M. Didáctica integradora de las Ciencias Vs Didáctica Tradicional. Experiencia cubana. IPLAC. Cuba. 1999.

Anexo 1

Guía para la revisión de documentos.

Documentos a revisar:

- Caracterización del IPVCE “Carlos Marx”:
- Estrategia educativa del IPVCE “Carlos Marx”.
- Plan metodológico del departamento de Ciencias Exactas.
- Programas de asignaturas del área de Ciencias Exactas.

Indicadores:

1. Presencia de la interdisciplinariedad como:
 - Principio del proceso de enseñanza aprendizaje.
 - Fundamento en la conformación y accionar de los departamentos docentes por área de conocimiento.
 - Guía para la preparación de los docentes.
 - Carencia en la preparación de los docentes.
2. Se explicita la importancia y los resultados de la interdisciplinariedad en:
 - La formación integral de los estudiantes.
 - La formación permanente de los docentes.
 - En el trabajo metodológico.
 - Tesis de maestrías como respuesta a las carencias declaradas.
3. Específicamente para el análisis de los programas de las asignaturas Matemáticas, Física e Informática:
 - Secuencia lógica de los contenidos.
 - Utilización de un lenguaje común
 - Presencia de relaciones de subordinación, coordinación y complementación entre las asignaturas.
 - Referencia en la bibliografía a textos o trabajos que abordan el tema.

Anexo 2

Entrevista a los docentes del departamento de Ciencias Exactas.

Objetivo:

1. Valorar las potencialidades y limitaciones de los docentes del departamento de Ciencias Exactas para el trabajo interdisciplinario.

Cuestionario:

1. ¿Considera la preparación en la interdisciplinariedad un problema?
2. Qué criterios y experiencias prácticas tiene acerca de la interdisciplinariedad?
3. ¿Cuáles son las principales limitaciones para el trabajo interdisciplinario en el departamento?
4. ¿Cuáles considera las vías más efectivas para la preparación en la interdisciplinariedad?
4. ¿Cuáles son las potencialidades individuales y grupales del departamento?
¿Cómo se han aprovechado?
5. Otras consideraciones generales que se quieran expresar.

Anexo 3

Guía de observación a las actividades del proceso de enseñanza aprendizaje

Nota: Se utilizará la guía de observación a clases aprobada por el MINED y se añadirán los siguientes aspectos:

- Secuencia lógica e integración de los contenidos.
- Utilización de un lenguaje común.
- Presencia de relaciones de subordinación, coordinación y complementación en el tratamiento de los contenidos de las asignaturas del área de conocimiento.
- Se orientan en la bibliografía textos o trabajos de las asignaturas del área.

Anexo 4.

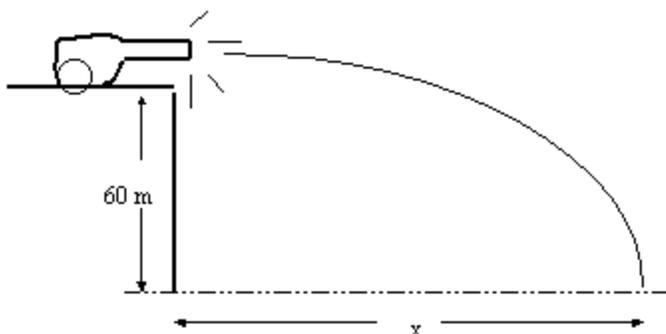
Ejemplo de problemas de Física.

EJEMPLO 1

Tema: cinemática

De modo ilustrativo, se muestra un planteo y su solución.

Unos artilleros instalan un viejo cañón sobre el nivel del mar en el borde sobre un acantilado. Lo apuntan en forma que el disparo sea horizontal. El proyectil sale con cierta velocidad inicial V_i . El cañón se encuentra a 60 m sobre el nivel del mar. El tiempo que transcurre desde el disparo hasta que se escucha el sonido del impacto sobre el mar es 4,0 s. Sabiendo que la velocidad del sonido es aprox. unos 340 m/s, estime la distancia horizontal x desde el punto impacto a la base del acantilado y la velocidad inicial V_i del proyectil.



RESPUESTAS: $x = 159$ m; $V_i = 45,4$ m/s

Ubicando el origen del sistema coordenadas en el mar junto al acantilado y llamando x a las posiciones horizontales e y a las posiciones verticales, tenemos:

$$(A) \quad x = V_i \cos \theta t$$

$$(B) \quad y = y_i + V_i \sin \theta t - (1/2)gt^2 \quad y_i \text{ es la posición vertical inicial.}$$

En este caso $y_i = 60$ m, V_i es la magnitud para la velocidad inicial, θ es el ángulo del vector velocidad inicial respecto del eje x , en este caso $\theta = 0^\circ$ por cuanto es un disparo horizontal.

Además, recordemos que $\text{sen}0^\circ = 0$ y $\text{cos}0^\circ = 1$.

Podemos calcular el tiempo que tarda el proyectil en llegar al agua sabiendo que en la superficie $y = 0$.

$$y = 0 = 60m + V_i \sin 0^\circ t - (1/2)gt^2 \text{ O sea}$$

$$(1/2)gt^2 = 60m, \text{ donde resulta } t = 3,5 \text{ segundos.}$$

A este tiempo 3,5 s lo llamaremos tiempo caída. El tiempo que demora el sonido del impacto en recorrer la distancia entre punto impacto y el cañón es entonces:

$$4s = 3,5s + 0,5s$$

La distancia entre el punto impacto y el cañón es, usando la conocida relación **distancia = velocidad*tiempo = 340 m/s*0,5s = 170m**. Estos 170 m constituyen la hipotenusa del triángulo rectángulo con catetos 60m y la distancia pedida x , o sea,

$$x^2 = (170m)^2 - (60m)^2$$

Resolviendo x en dicho triángulo rectángulo resulta **$x = 159$ metros**.

Para calcular la velocidad inicial con que fue disparado el proyectil podemos usar la ecuación (A)

$$x = V_i \cos \theta t$$

$$159m = V_i * 1 * 3,5s$$

$$\text{Por lo tanto } V_i = 45,4m/s$$

EJEMPLO 2

A manera de ejemplo se analiza el contenido correspondiente a funciones lineales:

Cuando se trabaje funciones lineales pueden trabajarse con algunas magnitudes físicas como: posición, desplazamiento, velocidad, aceleración, fuerza y deformación.

Las funciones describen fenómenos, por lo tanto el concepto de función ha de utilizarse con la misma metodología y esta es la que proponemos:

¿Qué elementos intervienen en una función?

Variable dependiente

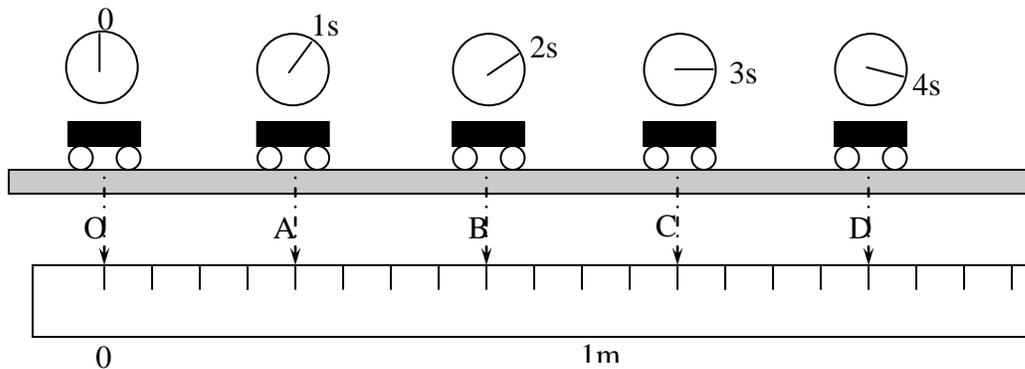
Variable independiente

Las funciones pueden representarse a través de gráficas y estas permiten seguir la evolución del fenómeno.

Para que una relación entre dos variables numéricas pueda ser considerada una función es necesario que a cada valor de la variable independiente le corresponda un único valor de la variable dependiente. Las funciones pueden ser crecientes y decrecientes en dependencia de cómo se comporte la variable dependiente con relación a la variable independiente.

Se presentará un ejemplo para mostrar esta relación:

En la figura se ilustra un carrito que se mueve por un plano horizontal en la cual aparecen las posiciones ocupadas en el transcurso del tiempo.



En la siguiente tabla se recogen los valores de posición y de tiempo durante el estudio de este movimiento.

Tiempo(s)	Posición (m)
0	0
1	0,4
2	0,8
3	1,2
4	1.6

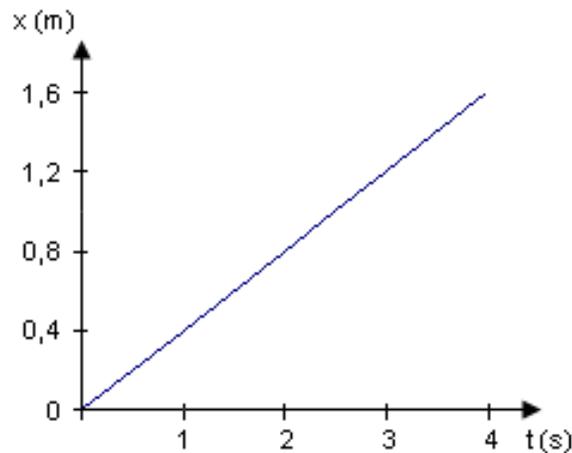
a) Determine las variables dependiente e independiente.

R/ variable dependiente: posición que ocupa el cuerpo en cada instante de tiempo (**x** en **m**). Variable independiente: tiempo (**t** en **s**)

b) Construya una gráfica que relacione la posición ocupada en cada instante de tiempo.

Para ello se debe:

- precisar las magnitudes cuya dependencia se quiere analizar, diferenciando cual magnitud es dependiente de la otra.
- trazar un sistema de coordenadas rectangulares y asignar al eje horizontal la magnitud independiente y en el eje vertical la magnitud dependiente.
- analizar los datos obtenidos, en este caso los compilados en la tabla y precisar los intervalos de los valores de cada magnitud para hacer una correcta selección de la escala.
- representar los pares ordenados (t ; x) y trazar una línea de manera que pase entre los puntos representados.



La gráfica que hemos obtenido es un segmento de recta que pasa por el origen de coordenadas que corresponde a una proporcionalidad directa entre dos magnitudes.

c) Obtenga la ecuación que relaciona estas variables.

Para ello se toman dos puntos (1; 0,4) y (2; 0,8)

Luego se calcula la pendiente de la recta mediante la siguiente expresión:

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

Para el alumno es conocida la expresión de la recta $y = mx + n$, pero en este caso como la recta pasa por el origen de coordenadas la ecuación se reduce a $y = mx$

En este caso qué magnitud se corresponde con la variable x y cual con la variable y .

X se corresponde con t (tiempo)

Y se corresponde con x (posición)

La ecuación es $x = 2,5 t$

d) Clasifíquela en creciente o decreciente.

La recta es creciente siempre que m tome valores positivos, y tanto más inclinada esté mayor es el valor de m.

Como lo que se estudia es el movimiento de un cuerpo analicemos este fenómeno.

Del análisis de las mediciones es fácil obtener la siguiente conclusión:

El movimiento del cuerpo se caracteriza porque el carrito recorre distancias iguales en iguales intervalos de tiempo. Este tipo de movimiento recibe el nombre de Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU).

Pero si se halla la pendiente para otros puntos vemos que el valor es constante, ese valor constituye una magnitud física que se denomina velocidad y se representa con la letra v.

Entonces la función quedaría
$$v = \frac{X_2 - X_1}{t}$$

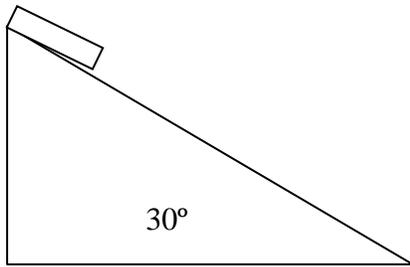
En el MRU la velocidad es constante lo que se corresponde con el cálculo de la pendiente, mientras mayor sea la pendiente mayor será la velocidad alcanzada por el cuerpo.

Además se presenta una relación entre los contenidos de física y el aparato matemático que necesita

EJEMPLO 3

Un cuerpo desciende hasta la base de un plano inclinado que forma un ángulo de 30° con el horizonte, conocida la altura desde la cual descenderá, ¿qué distancia recorrerá por la pendiente hasta llegar a la base?

Si queremos hacer una representación gráfica de la situación, este sería el caso:



Se relaciona inmediatamente el movimiento del cuerpo por la superficie del plano como un movimiento acelerado por la fuerza de gravedad cuya componente en el eje x , es la que lo hace descender, y surge la ecuación:

$$S = S_o + V_o t + at^2$$

de donde aplicando condiciones iniciales queda:

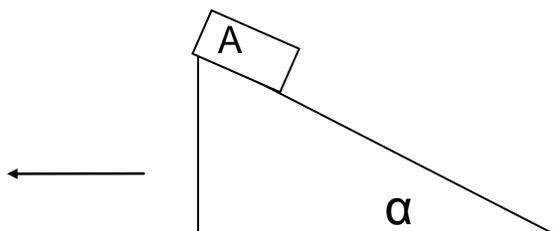
$$S = \frac{at^2}{2}$$

A la vista salta que está ecuación no es posible aplicarla para obtener el resultado deseado, pues no se conoce le valor de t , así como a .

Sin embargo hay un recurso matemático, que es el teorema del ángulo de 30° , para el triángulo rectángulo, luego como es dato la altura h y **el valor del ángulo**, y como la altura h es el cateto que se opone al ángulo de 30° , entonces la distancia que recorrerá el cuerpo por el plano hasta su base es el doble de ella, y de esta manera se obtiene la respuesta deseada.

EJEMPLO 4

Sobre una cuña, cuyo plano forma un ángulo α con la horizontal se encuentra un cuerpo **A**. ¿Qué aceleración mínima es necesario transmitir a la cuña en dirección horizontal, para que **A** caiga libremente?



Parece un problema típico, muy sencillo, sin embargo sin elementos matemáticos, no puede resolverse.

Al leerlo todos inmediatamente razonan lo siguiente:

Como el plano se mueve desde el reposo hacia la izquierda con aceleración, entonces la ecuación para calcular su desplazamiento es:

$$S = S_o + V_o t + at^2$$

Si asumimos que la posición inicial del cuerpo **A** es cero, pues a partir de esa posición es que se iniciaría el movimiento con respecto al de referencia, así como cero la velocidad inicial, por estar en reposo, queda la ecuación transformada a:

$$S = \frac{at^2}{2}$$

Para determinar la altura desde la que cae el cuerpo, se hacen transformaciones de variables y queda la ecuación:

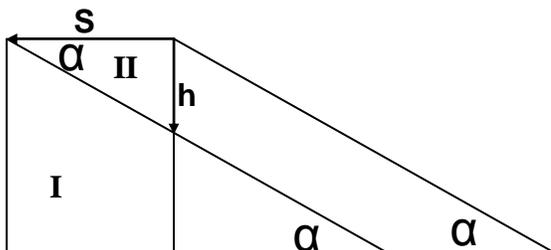
$$h = \frac{gt^2}{2}$$

Luego igualando ambas ecuaciones y despejando **a**:

$$a = g \frac{s}{h}$$

Según datos, no se conoce ni **s**, ni **h**, luego se ha llegado a un resultado aparentemente sin solución, pues sólo son datos el ángulo y la aceleración de la gravedad **g**.

El recurso gráfico da la solución, cuando se mueve la cuña bajo la fuerza que la acelera, a su vez cae **A** por la vertical y por el esquema nos damos cuenta que los triángulos **I** y **II**, rectángulos, tienen además el ángulo α igual por estar entre paralelas, luego son triángulos semejantes, por tener dos ángulos respectivamente iguales, luego la relación trigonométrica cotangente de un ángulo, se puede aplicar.



Y nos queda que:

$$\cot\alpha = \frac{CO}{CA} = \frac{s}{h}$$

Luego:

$$a = g \cot\alpha$$

Y como el valor de la cotangente se puede buscar por tabla, entonces ya tenemos la solución, podemos conocer la aceleración.

Anexo 5

Encuesta a los especialistas

Estimado especialista: a continuación se presentan diversos aspectos relacionados con el sistema de actividades metodológicas que propone el autor para favorecer la interdisciplinariedad en la preparación de los docentes del área del conocimiento de Ciencias Exactas en el IPVCE “Carlos Marx” de Matanzas. Por su experiencia Ud. Ha sido seleccionado como experto por lo que necesitamos que de forma objetiva y sincera valore el nivel que alcanzan los siguientes indicadores que a continuación se relacionan. Haga una cruz en la casilla escogida, teniendo en cuenta la escala del 1 al 5: muy bajo (1), bajo (2), medio (3), alto (4) y muy alto (5).

<u>Aspectos a valorar en el sistema de actividades</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
La estructura es coherente.					
El objetivo general es apropiado.					
El carácter de sistema es acertado.					
La bibliografía seleccionada es actual y pertinente.					
Favorece la preparación teoría y práctica de los docentes.					
Constituye una vía para aprovechar las potencialidades individuales y colectivas en la preparación de los docentes.					
Tiene el nivel de actualización que se necesita, acorde con las exigencias actuales del MINED, para favorecer la interdisciplinariedad en los docentes del departamento de ciencias					

exactas del IPVCE Carlos Marx.					
Permite cierta reorganización en los programas de las asignaturas teniendo en cuenta las relaciones de subordinación, coordinación y complementación entre ellas.					
Contribuye a superar los marcos disciplinares rígidos en la organización escolar, en tanto demuestran cómo dar tratamiento a los contenidos con un determinado nivel de integración.					
Favorece las interrelaciones entre el trabajo metodológico, la superación y la autosuperación como las vías para la preparación en la interdisciplinariedad de los docentes del área del conocimiento de Ciencias Exactas en el IPVCE Carlos Marx.					
El resultado científico constituye una vía efectiva como respuesta al problema identificado.					

Sugerencias para su perfeccionamiento:
