

EL ENFOQUE INTERDISCIPLINARIO ENTRE LOS CONTENIDOS DE LA MATEMÁTICA SUPERIOR Y LA FÍSICA

THE INTERDISCIPLINARY APPROACH BETWEEN THE CONTENTS OF HIGHER MATHEMATICS AND PHYSICS

Autores: Carmen Rosa Alvarado Romero

Flora Orly Espinosa Jiménez

Maritza Díaz Gómez

Institución: Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Cuba

Correo electrónico: carmenar@unica.cu

RESUMEN

El enfoque interdisciplinario en la formación del personal docente es de gran importancia, en particular el profesor de matemática debe garantizar un aprendizaje significativo, aplicado a la especialidad para la que trabaja. Los contenidos matemáticos tienen potencialidades para ello, debido a los nexos que se pueden establecer entre los contenidos de las asignaturas del currículo, no existe sistematicidad en la práctica interdisciplinaria, manifestado por las insuficiencias en el proceder metodológico de los docentes que imparten esta disciplina debido a la deficiente preparación metodológica. En el artículo se socializa un procedimiento metodológico para lograr el enfoque interdisciplinario entre los contenidos de la disciplina Matemática Superior y la Física, basado en la determinación de los nodos y nexos interdisciplinarios del contenido, así como en ejemplos de ejercicios que pueden ser trabajados con los estudiantes, es ejemplificado en el tema de las funciones numéricas y derivado de varios trabajos científicos y metodológicos. Los resultados alcanzados son satisfactorios demostrando la pertinencia del procedimiento metodológico y su influencia positiva en la elevación del

aprendizaje y motivación de los estudiantes, al adquirir un modo de actuación como futuro profesional que le permita revertir este resultado en la escuela.

Palabras clave: Nodos interdisciplinarios y Enfoque interdisciplinario.

ABSTRACT

The interdisciplinary approach in the training of teaching staff is of great importance, in particular the mathematics teacher must guarantee a significant learning, applied to the specialty for which he works. The mathematical contents have potential for this, due to the links that can be established between the contents of the subjects of the curriculum, however, there is no systematic interdisciplinary practice, manifested by the inadequacies in the methodological approach of the teachers who teach this discipline, due to poor methodological preparation. In the article a methodological procedure is socialized to achieve the interdisciplinary approach between the contents of the Higher Mathematics discipline and Physics, based on the determination of the interdisciplinary nodes and links of the content, as well as examples of exercises that can be worked with students, is exemplified in the subject of numerical functions and derived from various scientific and methodological works. The results achieved are satisfactory demonstrating the relevance of the methodological procedure and its positive influence on the increase of learning and motivation of students, by acquiring a way of acting as a professional future that allows you to reverse this result in school.

Keywords: Interdisciplinary nodes and Interdisciplinary approach.

INTRODUCCIÓN

La formación de profesores en la asignatura de Física tiene una rica y ya larga historia en nuestro país, la carrera debe desarrollar en los estudiantes futuros educadores con un alto sentido de la responsabilidad individual y social, lograr que encuentren en el proceso de formación inicial, los mecanismos que estimulen la motivación por la labor que realizan.

«Corresponde a los profesores de la universidad, formar un educador que ame su profesión y tenga una jerarquía de valores en correspondencia con los priorizados por la sociedad, a partir de un proceso formativo con un enfoque interdisciplinario basado en las relaciones con la ciencia, la tecnología, la sociedad y el medio ambiente». (Fiallo, 2003).

«Una de las formas para potenciar la interdisciplinariedad en el proceso de enseñanza-aprendizaje es a partir de la Matemática, que facilita profundizar en la científicidad del contenido y la relación de la teoría con la práctica, permite al estudiante transitar por los diferentes niveles de asimilación; aplicar los conocimientos y habilidades matemáticas en su modo de actuación; así como solucionar problemas de su contexto». (Arnaiz, 2013: 34).

Al indagar en las investigaciones desarrolladas en Cuba en los últimos años, acerca de las reflexiones teórico-metodológicas para lograr el enfoque interdisciplinario en el proceso de enseñanza-aprendizaje, se consideran los nodos y nexos interdisciplinarios como un elemento esencial para lograr la interdisciplinariedad (Hernández, 1989, 1995), (Álvarez, 1999, 2001), (Fiallo, 2003), (Alvarado, 2005), (Ilizastigui, 2009).

En las investigaciones pedagógicas consultadas, (Perera, 2000), (Fernández, 2000), (Fiallo, 2003) (Arnaiz, 2013), por lo general predomina el estudio de la interdisciplinariedad en el proceso de enseñanza-aprendizaje fundamentado en la formación integral del estudiante y desde la concepción del profesor por asignatura a partir de la integración sistemática de los contenidos matemáticos. En artículos científicos revisados (Costa, 2014), (Sánchez, 2016) se relaciona el contenido matemático y físico, pero no existen referentes sobre el análisis vinculado a la formación del Licenciado en Educación en la especialidad de Física para el tratamiento interdisciplinario de los contenidos de la disciplina Matemática Superior.

En correspondencia con estas valoraciones es necesario contribuir al perfeccionamiento del trabajo metodológico a partir de un enfoque interdisciplinario en el tratamiento de los contenidos matemáticos a nivel del colectivo de la disciplina

Matemática Superior para la carrera de Física para lograr un aprendizaje significativo que familiarice a los alumnos con una estrategia de trabajo científica.

El análisis de investigaciones referidas al tema (Hernández, 1989, 1995), (Álvarez, 1999, 2002), (Ilizastigui, 2009), los resultados de observaciones a clases y a actividades metodológicas, la consulta bibliográfica de las principales obras de la Didáctica de la Matemática (Álvarez, 2014), (Arnaiz, 2013) y la experiencia de las autoras, permitieron identificar insuficiencias en la práctica pedagógica y carencias teóricas que limitan la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje, pues los procedimientos existentes para determinar las relaciones entre los contenidos en las diferentes asignaturas de la carrera (nexos y nodos interdisciplinarios) tienen un alcance solo disciplinar, no más allá de las fronteras de cada disciplina trayendo consigo un insuficiente diseño de tareas docentes interdisciplinarias, lo que se refleja en la insuficiente discusión y valoración colectiva de dichas tareas. Además de existir escasas habilidades en algunos docentes para la utilización de técnicas para el trabajo grupal, siendo esta una vía que favorece el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expresado, se elabora un procedimiento metodológico para lograr el enfoque interdisciplinario entre los contenidos de la disciplina Matemática Superior y la Física, basado en la determinación de los nodos y nexos interdisciplinarios del contenido para el diseño de tareas docentes, el cual es ejemplificado en el tema: Funciones Numéricas.

DESARROLLO

La propuesta metodológica, se ajusta a modelar formas de actuación profesional a partir del trabajo metodológico, teniendo en cuenta la triada representada por los problemas profesionales, el objeto de la carrera y el modelo del profesional del Plan de estudio E.

En este contexto la interdisciplinariedad es asumida como:

- «una alternativa para facilitar la integración del contenido, para optimizar el proceso de planificación y dar tratamiento a lo formativo» (Fiallo, 2001).

- «un proceso que permite establecer los nexos o vínculos de interrelación y de cooperación entre disciplinas debido a objetivos comunes» (Salazar, 2001).
- «un atributo del método que permite dirigir el proceso de resolución de problemas complejos de la realidad a partir de formas de pensar y actitudes» (Álvarez, 2001).
- «una vía efectiva para contribuir al logro de la relación mutua del sistema de hechos, fenómenos, conceptos, leyes y teorías que se abordan en la escuela y permiten garantizar un sistema general de conocimientos y habilidades tanto de carácter intelectual como práctico, un sistema de valores, convicciones y relaciones hacia el mundo real y objetivo; lo que permite desarrollar en los estudiantes una cultura general con la finalidad de prepararse integralmente para la vida social».... «un modo de actuación y una alternativa para facilitar la integración del contenido, para optimizar el proceso de planificación y dar tratamiento a lo formativo» (Fiallo, 2003).

El análisis de estas definiciones permite arribar a la conclusión de que la interdisciplinariedad se concibe en dos planos: en el teórico-conceptual y en el práctico-profesional. En el primer plano se incluyen las interacciones entre los elementos teóricos que conforman las ciencias, que sirven de base a las disciplinas del currículo y en el segundo plano se trata de contribuir al perfeccionamiento del modo de actuación profesional de los profesores para perfeccionar las vías y los métodos que permitan lograr la sistematicidad en la práctica interdisciplinaria.

Las investigaciones coinciden en la determinación de los denominados nodos como una de las formas particulares o específicas para lograrlo. (Hernández, 1989); (Álvarez, 1999), (Fernández, 2000); (Ilizastigui, 2009); (Alvarado, 2005).

«El nodo interdisciplinario es un contenido en torno al cual converge al menos un contenido de otra asignatura del currículo para sistematizar los nexos interdisciplinarios en el proceso de enseñanza aprendizaje» (Ilizastigui, 2009:59) y «los nexos interdisciplinarios son el reflejo consecuente de las relaciones objetivas existentes entre los objetos, fenómenos y procesos de la naturaleza, la sociedad y el pensamiento, en el

contenido de las diferentes disciplinas» (Ilizastigui, 2009:59). «El enfoque interdisciplinario es asumir la sistematización de los nexos en el proceso de enseñanza-aprendizaje a partir de los nodos interdisciplinarios identificados». (Ilizastigui, 2009:59). En el aprendizaje de las ciencias se definen los nodos principales de una manera más amplia «como aquellos que se distinguen por su relevancia cultural o sus aplicaciones a la práctica» (Álvarez, 2001).

Una incorrecta interpretación del concepto de nodo puede traer consigo que muchos docentes asuman las relaciones interdisciplinarias solo en lo referido a los conocimientos que se imparten en la escuela, confunden el término de relación inter-materia con el de relación interdisciplinaria que es más amplio, pues éstas no solo son las que abarcan los nexos o nodos que se pueden establecer entre los sistemas de conocimientos de las asignaturas, sino también aquellos vínculos que se pueden crear entre los contenidos de la enseñanza, en la signatura Matemática éstos son:

«Los conocimientos (conceptos, teoremas y procedimientos), habilidades, hábitos, capacidades, experiencia transformadora (investigativa), valores, convicciones y normas de conductas que al ser asimiladas por los estudiantes en el aprendizaje posibilitan el cumplimiento de los objetivos planteados» (Arnaiz, 2013).

En la búsqueda de solución de estas problemáticas, partiendo de la definición de nodos interdisciplinarios (Ilizastigui, 2009), (Álvarez, 2001) y el estudio de los resultados científicos donde se refleje cómo ayudar al docente para su determinación se ofrecen pasos para su determinación:

1. Determinar a partir del análisis del currículo (Plan del Proceso Docente) las disciplinas y asignaturas del área que puedan potenciar las relaciones interdisciplinarias a partir de los nexos que se reflejan en el conocimiento desde el punto de vista cronológico.
2. Estudiar los documentos rectores, programas de disciplinas, asignaturas, programas directores y estrategias curriculares específicamente los contenidos de las asignaturas (conocimientos, habilidades y valores) que se proponen.

3. Determinar los contenidos principales en torno al cual convergen contenidos de las otras asignaturas, a partir del trabajo cooperado entre los profesores que trabajan en el colectivo de año». (Alvarado, 2005).

En la determinación de los nodos interdisciplinarios es necesario realizar un trabajo cooperado con los profesores que integran el colectivo, pues desde el punto de vista del conocimiento las relaciones con las demás asignaturas deben realizarse de forma sincrónica sin adelantar contenidos de otras ciencias y debe existir coherencia por todos los docentes en las acciones para lograr las habilidades y los valores.

En la concepción de tareas docentes interdisciplinarias, las situaciones de aprendizaje que se proponen a los alumnos deben motivarlos a partir de diferentes actividades, «estas deben ser expresadas en tareas concretas y caracterizarse en los diferentes niveles de profundidad por»: (Álvarez, 2004:7).

- Que se apliquen de manera coherente las tecnologías de la información y las comunicaciones.
- Que propicien la integración de contenidos de las disciplinas para favorecer la formación de nodos interdisciplinarios.
- Que favorezcan el aprendizaje cooperado entre los estudiantes.
- Que desarrollen habilidades de trabajo con las fuentes.
- Que potencien el desarrollo de habilidades investigativas en los estudiantes.

Además, es importante tener en cuenta que se pueden concebir tareas para los diferentes momentos de la clase, entre ellos, la motivación, el tratamiento de la nueva materia, el trabajo independiente y el control, así como la necesidad de explotar al máximo las potencialidades de cada uno de los ejercicios para lograr el enfoque interdisciplinario.

Los métodos y medios que se seleccionen deben ser aquellos que impliquen al alumno en su aprendizaje, que propicien el trabajo grupal, y una buena comunicación a partir de la discusión y debate de las tareas que se diseñen, entre los que se destacan:

- Trabajo independiente para resolver ejercicios problemas desde una óptica interdisciplinaria.
- Trabajo grupal, donde se requiera de una cooperación a partir de la complejidad en el problema propuesto.
- Investigativos, donde se apliquen técnicas de búsqueda y exposición de la información, uso de software y utilización de fuentes bibliográficas en las que se aborden los contenidos con diferentes enfoques.

Para la evaluación de la efectividad e impacto de las tareas docentes interdisciplinarias diseñadas se debe tener en cuenta los indicadores siguientes: (Álvarez, 2004:7).

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

En consecuencia con lo anterior se muestra un proceder metodológico que resulta útil para diseñar los temas que conforman las asignaturas de la disciplina Matemática Superior para la carrera de Física con un enfoque interdisciplinario, parte de la propia elaboración de los objetivos con esta intencionalidad, basado en la elaboración de un sistema de tareas interdisciplinarias a partir de la determinación de los nexos y nodos interdisciplinarios como un elemento esencial para lograr la sistematicidad en la práctica interdisciplinaria.

PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

1. Derivar, determinar y formular los objetivos por temas, explicitando su carácter interdisciplinario como intencionalidad, a partir del diagnóstico de los estudiantes.
2. Seleccionar los contenidos de la asignatura teniendo en cuenta los nexos y nodos interdisciplinarios que se pueden establecer con otras asignaturas del currículo.

- Determinar los nodos y nexos interdisciplinarios entre los contenidos de las asignaturas.
 - Concebir tareas docentes interdisciplinarias.
3. Seleccionar los métodos y medios teniendo en cuenta los objetivos del programa y los nexos interdisciplinarios precisados.
 4. Concebir la evaluación del aprendizaje como vía de retroalimentación del proceso y de estimulación a la actividad intelectual independiente de los alumnos.

En el procedimiento metodológico se tiene en cuenta que «a nivel didáctico, la interdisciplinariedad debe revelarse en el sistema de sus componentes internos: Problema, objetivos, contenidos, el método, los medios, las formas de organización y evaluación». (Sánchez, 2016).

El tema: Funciones Numéricas posee potencialidades para lograr el enfoque interdisciplinario al ser básico para los demás temas de la disciplina Matemática Superior, además permite modelar situaciones de la vida y en particular fenómenos físicos, cuyo objetivo sea determinar una o varias funciones o el análisis de sus propiedades. A continuación se ejemplifica el diseño del tema: Funciones Numéricas, teniendo en cuenta el proceder metodológico:

El objetivo del tema es: Resolver problemas físicos a través de la modelación de funciones de una variable real y del análisis de sus propiedades, propiciando el desarrollo del pensamiento lógico y la utilización de enfoques interdisciplinarios.

En el contenido se determinan los nodos interdisciplinarios se realiza un análisis del Plan del Proceso Docente de la carrera de Física (Plan E) y se escogen a partir de los nexos que se reflejan en el conocimiento desde el punto de vista cronológico, las asignaturas y temas que tienen potencialidades para establecer las relaciones interdisciplinarias, como resultado del análisis realizado se seleccionan los temas Funciones Numéricas de la asignatura Matemática Superior I y el tema Mecánica de la asignatura Física que se imparten en el primer año de la carrera.

A partir del estudio de los programas de estas asignaturas y mediante un trabajo cooperado entre los profesores que trabajan en el colectivo de año se determinan los nodos interdisciplinarios, los que se explica a continuación:

En el conocimiento: Se parte de la clasificación de las funciones reales: $f: \mathfrak{R} \rightarrow \mathfrak{R}$ y se presentan algunas de las aplicaciones de estas con la mecánica.

<u>Tipos de funciones</u>		<u>Aplicaciones</u>
Funciones Lineales	—————→	Movimientos rectilíneos uniformes.
Movimiento rectilíneo	—————→	Uniformemente acelerado.
Oscilaciones armónicas.	—————→	Movimiento armónico.

Desintegración de sustancias radioactivas.

En las habilidades: La habilidad de resolver problemas es rectora en este tema y está presente en las dos asignaturas, para desarrollarla de manera coherente en ambas asignaturas existen acciones que se deben tener en cuenta: Orientación hacia el problema, trabajo en el problema, solución del problema y la evaluación de la solución y de la vía. (Ballester, 1992).

En la formación de valores: Se debe tener en cuenta que a través del tratamiento de los problemas se puede lograr que los estudiantes:

- Demuestren una actitud crítica y autocrítica a través del análisis de los problemas y en la búsqueda de las posibles alternativas de solución, manteniendo un compromiso pleno con su labor, expresado en una actitud creadora y transformadora.
- Manifiesten en su educación el amor y respeto por los compañeros de estudios, mediante una adecuada comunicación, que permita comprenderlos, ayudarlos y orientarlo en su crecimiento personal en el marco de un aprendizaje cooperado.

Una vez determinados los nodos interdisciplinarios se deben concebir las tareas docentes interdisciplinarias, de manera que puedan ser utilizadas en diferentes momentos de la clase, a continuación se muestran algunos ejemplos:

Ejemplo # 1:

Sobre el estudio de las funciones:

1. Realice un informe en el Microsoft Office Word que contenga:
 - Un cuadro resumen sobre la clasificación de las funciones elementales y sus propiedades.
 - El esbozo del gráfico de las funciones elementales más importantes. Utilice el Derive en caso necesario u otro utilitario para obtener la representación gráfica de las funciones.
2. Seleccione con ayuda de los profesores donde realizas tu práctica laboral tres ejercicios de los libros de la escuela que vinculen el estudio de las funciones con la asignatura de Física.

Con este ejercicio se pretende que los estudiantes sistematicen los conocimientos sobre las funciones elementales que se estudian en el preuniversitario, las cuales constituyen el punto de partida para profundizar en el estudio de otras funciones de mayor complejidad, que sirven de base para el estudio de los contenidos de la disciplina Matemática Superior, además de potenciar el desarrollo de habilidades investigativas, el trabajo con diversas fuentes (libro de textos de la escuela media), el logro de un trabajo cooperado para la selección de los ejercicios y el uso de las tecnologías de la información.

De manera general este ejercicio contribuye a la formación laboral e investigativa de los estudiantes al resolver problemas que se presentan en el quehacer de la práctica laboral, en este caso la interdisciplinariedad es concebida con un enfoque profesional.

Funciones Lineales. Movimientos rectilíneos uniformes.

Ejemplo # 2:

El desplazamiento de un móvil A con movimiento rectilíneo uniforme (MRU) se expresa mediante la función lineal $s(t) = v \cdot t$. Si en 40 seg. el móvil ha recorrido 80 m.

- a) Escribe la ecuación de la función.
- b) Si el desplazamiento de un móvil B viene dado por la función lineal m de ecuación $m(t) = \frac{4}{3}t + 20$. Calcula analíticamente el instante de tiempo en que se encontrarán.

Ejemplo # 3:

La gráfica de la Fig. 1 muestra, la relación entre la cantidad de combustible que va quedando en el tanque de un automóvil, y la distancia recorrida por él, durante un viaje (el automóvil se desplaza con MRU y consume la misma cantidad de combustible por kilómetro recorrido).

C: cantidad de combustible (en litros)

D: distancia recorrida (en km.)

Expresa mediante una ecuación la correspondencia entre la cantidad de combustible que va quedando en el tanque y la distancia recorrida por el automóvil.

¿Qué cantidad de combustible tenía el tanque al comenzar el viaje?

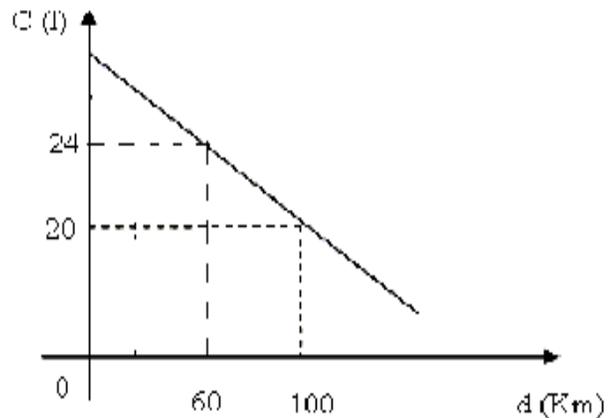


Fig. 1

- ¿Qué cantidad de combustible había consumido el automóvil después de haber recorrido 80km?
- Cuando el automóvil ya había consumido 12 litros de combustible, ¿cuántos km había recorrido?
- ¿A los cuántos km de recorrido el tanque quedó totalmente vacío?

Funciones trigonométricas. Oscilaciones armónicas.

Ejemplo # 4:

A partir de los datos que ofrece la gráfica $X = f(t)$ de un movimiento armónico simple (Fig.2), determina:

- La velocidad del cuerpo.
- La aceleración máxima.
- El valor de la velocidad y la aceleración para los instantes $t=4s$ y $t=1s$.

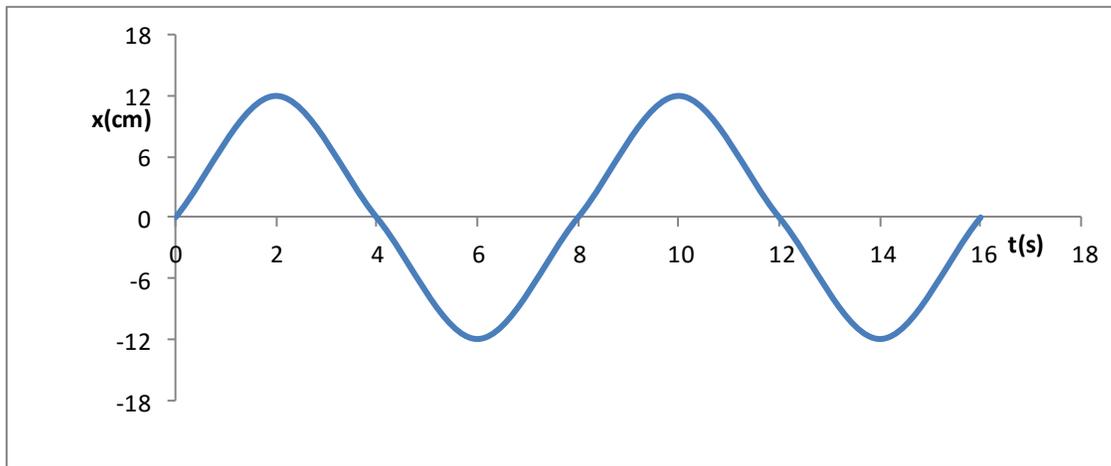


Fig. 2

Con la propuesta de los ejercicios relacionados en los ejemplos 2,3 y 4 se ejemplifica como a partir de la determinación de los nodos interdisciplinarios se pueden seleccionar, reelaborar y diseñar diferentes ejercicios con enfoque interdisciplinario para lograr un aprendizaje significativo de manera que los estudiantes reconozcan la importancia del estudio de la asignatura Matemática Superior para su especialidad.

Ejemplo # 5:

Un avión vuela a una velocidad de 350 mi/h, a una altitud de una milla y pasa directamente sobre una estación de radar en el instante $t = 0$.

- Expresa la distancia horizontal d (en millas) que el avión ha volado como función de t .
- Expresa la distancia s entre el avión y la estación de radar como función de d .
- Aplica la composición para expresar s como función de t .

Ejemplo # 6: La función de Heaviside H está dada por:

$$H(t) = \begin{cases} 0 & \text{si } t < 0 \\ 1 & \text{si } t > 0 \end{cases}$$

Se usa en los circuitos eléctricos para representar la onda repentina de corriente eléctrica, o de voltaje, cuando un interruptor se cierra instantáneamente.

- a) Grafique la función de Heaviside.
- b) Trace la gráfica del voltaje $V(t)$ en un circuito, si el interruptor se cierra en el instante $t = 0$ y se aplican instantáneamente 120 volts al circuito. Escriba una fórmula para $v(t)$ en término de $H(t)$.
- c) Grafique el voltaje $V(t)$ en un circuito, si el interruptor se cierra en el instante $t = 5$ segundos y se aplican instantáneamente 240 volts al circuito. Escriba una fórmula para $v(t)$ en términos de $H(t)$. (Note que a partir de $t = 5$ corresponde a una traslación.

Los ejercicios relacionados en los ejemplos 5 y 6 son ejercicios de mayor complejidad donde aparecen las operaciones con funciones (composición de funciones) y las funciones en ramas que no se trabajan en la escuela media. La solución de estos problemas requiere de la modelación y representación gráfica de fenómenos físicos, lo cual tiene una extraordinaria importancia para la vida práctica.

De manera general las tareas docentes que se proponen contribuyen al logro de una preparación científico técnico al relacionar los fundamentos científicos de la Matemática con la física y con la vida, al desarrollo de habilidades, entre las cuales está observación, descripción, modelación, resolver problemas y explicación, así como a la formación de valores, al exigir que grafiquen con limpieza y exactitud, que trabajen con entusiasmo y tenacidad para lograr un objetivo, además a través de la búsqueda de la solución de los ejercicios se puede desarrollar la crítica y la autocrítica.

Los métodos y medios que se proyectan son aquellos que impliquen al alumno en su aprendizaje, que propicien el trabajo grupal, y una buena comunicación a partir de la discusión y debate de las tareas que se diseñen, entre los que se destacan:

- Trabajo independiente para resolver ejercicios problemas desde una óptica interdisciplinaria.
- Trabajo grupal, donde se requiera de una cooperación a partir de la complejidad en el problema propuesto.
- Investigativos, donde se apliquen técnicas de búsqueda y exposición de la información, uso del CD de la carrera, software (derive) y utilización de fuentes

bibliográficas en las que se aborden las Funciones Numéricas con diferentes enfoques.

En este tema la evaluación sistemática se concibe a través de preguntas escritas y orales con un enfoque interdisciplinario, en correspondencia con el objetivo del tema planteado, la parcial se realizará a través de un examen integrador donde se propongan tareas interdisciplinarias.

El procedimiento metodológico descrito se introdujo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Matemática Superior I para la carrera de Física (Plan E), obteniéndose los siguientes resultados:

- Perfeccionamiento del diseño de la asignatura a partir de la determinación de los principales nexos y nodos interdisciplinarios del contenido, así como ejemplos de tareas docentes interdisciplinarias que pueden ser trabajados con los estudiantes.
- Sistemática en la práctica interdisciplinaria evidenciado en los controles a clases realizados.
- Mayor motivación de los estudiantes por la asignatura, al vincular la asignatura con su especialidad (Física) se logra un aprendizaje significativo.
- Este resultado también ha sido introducido por las diferentes vías del trabajo metodológico en la carrera de Matemática y de Física, el mismo ha sido avalado en una encuesta aplicada por profesores que tienen una gran experiencia en la asignatura, poseen una alta categoría científica y académica, además de tener un reconocido prestigio en su labor profesional debido al nivel de compromiso que tienen con la enseñanza de la matemática, los cuales coinciden en:
 - La necesidad de sistematizar la práctica interdisciplinaria de los contenidos matemáticos con las especialidades a las cuales se les presta servicios.
- La correcta fundamentación teórica y metodológica en la que está basada el procedimiento metodológico propuesto al considerar los nodos y nexos interdisciplinarios como un elemento esencial para lograr la sistematicidad en la práctica interdisciplinaria.

- La aceptación a nivel didáctico, de que la interdisciplinariedad debe revelarse en el sistema de sus componentes internos: Partiendo de los objetivos, contenidos, el método, los medios, las formas de organización y evaluación.
- La factibilidad de su aplicación en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática.

CONCLUSIONES

A partir de los referentes teóricos, metodológicos considerados para lograr el enfoque interdisciplinario se concretó un procedimiento metodológico, ejemplificado en el tema de las funciones numéricas de la disciplina Matemática Superior para la carrera de Física, basado en la determinación de los nodos interdisciplinarios del contenido y en ejemplos de ejercicios que pueden ser trabajados con los estudiantes. La introducción del procedimiento metodológico propuesto ha permitido el perfeccionamiento de la preparación de la asignatura Matemática Superior I y se ha constatado la factibilidad de su aplicación, logrando la sistematicidad en la práctica interdisciplinaria, mejores resultados en los controles a clases y una mayor motivación de los estudiantes, considerándose generalizable al resto de las disciplinas de la carrera de Física.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

ALVARADO ROMERO, C.: *Estrategia de capacitación para el trabajo con las relaciones interdisciplinarias desde la clase de matemática desde la Educación Preuniversitaria*, Tesis, Máster en Ciencias de la Educación Superior, Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, 2005.

ÁLVAREZ PÉREZ, M.: *El proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática*, (Documentos metodológicos), Ed. Pueblo y Educación, La Habana, 2014.

Potenciar la interdisciplinariedad en los ISP, Ponencia presentada en Pedagogía 99, La Habana, 1999.

La interdisciplinariedad en la enseñanza aprendizaje de las ciencias exactas en la escuela media, En: Resúmenes del Congreso Pedagogía, LaHabana, 2001.

Una aproximación desde la enseñanza aprendizaje de las ciencias, Ed. Empresa gráfica Juan Marinello, 2004.

ARNAIZ, I.: *La integración sistemática de los contenidos matemáticos*, En Libro Electrónico, Temas de Didáctica de la Matemática, pp.32-41, Ciego de Ávila, 2013.

BALLESTER PEDROSO, S.: *Metodología de la enseñanza de la Matemática*, Ed. Pueblo y Educación, La Habana, 1992.

COSTA VIVIANA, A.: *Acciones interdisciplinarias entre matemática y física para mejorar la Enseñanza y aprendizaje del cálculo vectorial*, 2014. Disponible en <http://www.academia.edu/934032/>. Visitado el 25 de octubre de 2017.

FERNÁNDEZ PERÓN, M.: *La interdisciplinariedad: Una alternativa para el desarrollo de habilidades*, ISPEJV, La Habana, 2000.

FIALLO RODRÍGUEZ, J.: *La interdisciplinariedad en el currículo: ¿Utopía o realidad educativa?*, Ciudad de La Habana, Material en soporte magnético, 2001.

III Seminario Nacional para educadores, MINED, pp.135, 2003.

HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, H.: *El perfeccionamiento de la enseñanza de la Matemática Superior Cubana. Experiencias en el Álgebra Lineal*, Tesis de Doctor en Ciencias Pedagógicas, MES, Ciudad de la Habana, 1989.

ILIZÁSTIGUI MATOS, A.: *La preparación metodológica del profesor general integral de Secundaria Básica para el tratamiento interdisciplinario del contenido matemático*, Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas, Villa Clara, 2009.

PERERA, F.: *El enfoque interdisciplinario profesional en el diseño y el desarrollo del curso de Física para estudiantes de la carrera Biología*, Tesis de Doctorado ISPEJV, La Habana, 2000.

SALAZAR, D.: *La formación interdisciplinaria del futuro profesor en la actividad científico investigativo*, Tesis de Doctorado, ISPEJV, 2001.

SÁNCHEZ SERRA, R.: «Un enfoque interdisciplinar de la Física General y Probabilidades y Estadística, carrera Matemática Física», *Atenas*, en Vol.3, Nro. 35, pp.141-156, 2016. Disponible en

<https://atenas.reduniv.edu.cu/index.php/atenas/article/view/223/412>. Visitado el 25 de octubre de 2017.