

ESTRATEGIA INTERDISCIPLINARIA PARA DESARROLLAR EL APRENDIZAJE MATEMÁTICO EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA INFORMÁTICA MILITAR

INTERDISCIPLINARY STRATEGY TO THE DEVELOP THE MATHEMATICAL LEARNING IN COMPUTER ENGINEERING STUDENTS MILITARY

Autores:

Odet Barrios Gárciga, Dra. C., odet81@gmail.com, profesora del Instituto Técnico Militar "José Martí". Cuba.

Tania Diez Fumero, Dra.C., taniadiez2010@gmail.com, jefa de cátedra de Matemática del Instituto Técnico Militar "José Martí". Cuba.

Abelardo López Domínguez, Dr. C., abelardo@cepes.uh.cu, profesor del CEPES. Universidad de la Habana. Cuba.

Resumen:

Contribuir al desarrollo del aprendizaje matemático en los estudiantes de Ingeniería Informática es una preocupación y ocupación del colectivo de educadores de esta carrera, toda vez que la Matemática Superior es una disciplina básica que transversaliza el desenvolvimiento de las demás disciplinas de la especialidad. Una de las vías para el logro de este fin es concebir el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Superior con enfoque interdisciplinario.

Es por ello que el objetivo de este trabajo va encaminado a elaborar una Estrategia Interdisciplinaria, que contribuya al desarrollo del aprendizaje matemático de los estudiantes de Ingeniería Informática del Instituto Técnico Militar "José Martí".

Esta propuesta está estructurada por: características, principios y etapas. Estas últimas conformadas por acciones interdisciplinarias dirigidas al proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Superior y al trabajo metodológico de los profesores de Matemática, con la participación del colectivo de tutores.

La valoración de la propuesta se realizó a partir de la aplicación de un cuasiexperimento en los cursos: 2017-2018 y 2018-2019, a 14 y 12 estudiantes respectivamente de primer año de Ingeniería Informática del Instituto Técnico Militar "José Martí".

Palabras claves: interdiscipliniedad, proceso de enseñanza-aprendizaje con enfoque interdisciplinario, aprendizaje matemático.

Summary: Contributing to the development of mathematical learning in Computer Engineering students is a concern and occupation of the group of educators in this career, since Higher Mathematics is a basic discipline that cuts across the development of the other disciplines of the specialty. One of the ways to achieve this goal is to conceive the teaching-learning process of Higher Mathematics with an interdisciplinary approach.

That is why the objective of this work is aimed at developing an Interdisciplinary Strategy that contributes to the development of mathematical learning in Computer Engineering students from "José Martí" Military Technical Institute. This proposal is structured by: characteristics, principles and stages. The latter are made up of interdisciplinary actions aimed at the teaching-learning process of Higher Mathematics and the methodological work of Mathematics teachers, with the participation of the group of tutors.

The evaluation of the proposal was carried out from the application of a quasi-experiment in the courses: 2017-2018 and 2018-2019, to 14 and 12 students respectively of the first year of Computer Engineering at "José Martí" Military Technical Institute.

Keywords: interdisciplinarity, teaching-learning process with an interdisciplinary approach, mathematical learning.

Introducción:

Una herramienta consustancial en la formación del ingeniero informático del Instituto Técnico Militar “José Martí” (ITM), lo constituye la disciplina Matemática Superior que se imparte en los primeros años de estudio, la que contribuye, desde el proceso de enseñanza-aprendizaje (PEA) de las diferentes asignaturas que la conforman a la formación de un profesional con conocimiento integral para resolver los problemas de las diversas áreas en que se inserta.

En este sentido, la Matemática Superior contribuye al desarrollo tecnológico y científico de los ingenieros informáticos ya que las representaciones técnicas y científicas estos la realizan en términos matemáticos a partir de que le brinda un conjunto de instrumentos para realizar sus cálculos y desarrolla habilidades necesarias para su especialidad como son: interpretar conceptos, obtener y comparar resultados, sacar conclusiones, resolver problemas, desarrollo del pensamiento lógico, simbólico, abstracto y algorítmico, determinantes para diseñar y programar sistemas informáticos, modelar y analizar de forma integradora fenómenos físicos que se manifiesten en los procesos técnicos, lo que evidencia el carácter interdisciplinario de esta ciencia.

Es opinión de estos autores que, para que los estudiantes aprendan matemática y se motiven para su formación, la disciplina Matemática Superior debe ser impartida con un enfoque interdisciplinario, lo que no siempre sucede en la práctica, conllevando, entre otros factores, a dificultades en su aprendizaje.

Se ha podido constatar por la propia experiencia en la práctica educativa de los autores, a través de observaciones a clases, resultados de evaluaciones parciales y finales de las diferentes asignaturas de la Matemática Superior para la formación de ingenieros informáticos en el ITM y mediante entrevistas a profesores de experiencia, dificultades en el desarrollo del aprendizaje matemático, lo que se evidencia en la siguiente situación problemática:

1. Los estudiantes presentan dificultades en el sistema de habilidades generales de la Matemática, dentro de ellas destaca con mayor incidencia la de resolver problemas intra y extra matemáticos siendo los indicadores de mayor dificultad de esta habilidad: identificar el modelo matemático e interpretar sus resultados. Se pudo observar en las clases muestreadas poca variedad de problemas y en algunos casos, desvinculados de su formación profesional.
2. En ninguno de los exámenes diagnosticados, ni en las clases observadas se propician situaciones que conduzcan a la formulación de problemas por parte de los estudiantes, por lo que no se contribuye desde el primer año de estudio al desarrollo de este indicador tan importante en la investigación científica.
3. No siempre hacen uso adecuado del lenguaje matemático, ya sea de forma oral o escrita, lo que propicia que el estudiante pueda presentar deficiencias en cuanto a la interpretación, presentación y modelado de los objetos y procesos de su campo profesional.
4. Evidencian dificultades en el análisis de situaciones prácticas de su perfil profesional que le permitan establecer nexos con los diferentes conceptos matemáticos, no existiendo actividades metodológicas conjuntas entre las cátedras de Matemática y de la especialidad de Informática.

5. Existen deficiencias en realizar razonamientos, tanto inductivos como deductivos, ante diferentes situaciones matemáticas, lo que influye en que los estudiantes presenten dificultades en el desarrollo de un pensamiento lógico, abstracto, simbólico y algorítmico tan necesarios para resolver problemas de la profesión.
6. El desarrollo de habilidades investigativas tales como: búsqueda bibliográfica y análisis crítico de varias fuentes, así como, exposición de resultados, no siempre se propicia, dado entre otras causas, porque los instrumentos que se utilizaron en las actividades docentes observadas, para evaluar el aprendizaje matemático, fueron en muchos casos reproductivos.
7. No siempre se evidenció el desarrollo de la autoevaluación y coevaluación, lo que conllevó a que los estudiantes no percibieran desde sus inicios la necesidad de trabajar en equipo, para afrontar y resolver los problemas.

Lo planteado anteriormente permitió identificar como problema científico: ¿Cómo contribuir a desarrollar el aprendizaje matemático en la disciplina Matemática Superior para la formación del ingeniero informático del ITM?

El objetivo que se pretende en este trabajo es: Elaborar una estrategia interdisciplinaria que contribuya al desarrollo del aprendizaje matemático de los estudiantes de Ingeniería Informática del ITM en la disciplina Matemática Superior.

Desarrollo:

Existen múltiples factores que influyen en que no se favorezca el desarrollo del aprendizaje matemático en la disciplina Matemática Superior en la carrera de Ingeniería Informática del ITM, dentro de ellos se encuentra, que no se desarrolla su PEA con un enfoque interdisciplinario. En este trabajo se pretende caracterizarlo y definirlo, pero para lograrlo suscita la necesidad de realizar una sistematización de algunas definiciones sobre interdisciplinariedad en el ámbito educativo.

Los autores como, por ejemplo: Luck (1994), Perera (2000), Salazar (2001), Lenoir (2013), Rubio (2016) y Estopiñán (2017) evidencian en sus definiciones los siguientes elementos comunes:

- La misma constituye un proceso, o sea para el logro de sus fines debe ser desarrollada de forma sistemática.
- Se establecen relaciones entre los contenidos de diferentes disciplinas, que conlleva a un enriquecimiento mutuo.
- Permite una visión global e integral de los fenómenos que se estudian lo que facilita la resolución de problemas, ya sea dirigido a la profesión o a la vida práctica de los estudiantes.

Dentro de este grupo de autores, se encuentran: Luck (1994), Perera (2000) y Rubio (2016) que consideran que dentro de este proceso juega un papel importante el trabajo coordinado y cooperado entre los profesores.

El estudio realizado y las particularidades de la Matemática Superior para esta carrera, que es una disciplina que se imparte en los dos primeros años donde el conocimiento de la profesión por los estudiantes es escaso y los profesores de Matemática, al no ser especialistas en la profesión, también tienen un conocimiento limitado de la misma, son elementos que se deben tener en cuenta a la hora de enfocar la interdisciplinariedad de esta disciplina con el resto de las disciplinas del plan de estudio. Además, que dentro de la misma se puede desarrollar la interdisciplinariedad teniendo en cuenta la resolución de problemas intra y extramatemáticos, la lógica de los diferentes métodos de solución que

estos aportan, la exigencia del rigor para comunicar los resultados que se obtienen tanto oral como escrita y para utilizar correctamente el lenguaje matemático, el desarrollo de situaciones que favorezcan los razonamientos deductivos e inductivos propios de la lógica matemática, por solo citar algunas ideas.

A partir de este análisis se define interdisciplinariedad en el PEA de la Matemática Superior para la formación del ingeniero informático del ITM como: proceso que permite establecer nexos entre los contenidos de la disciplina Matemática Superior con las que convergen en ciclo con ella, a partir de la resolución de problemas intra y extramatemáticos, la comunicación de ideas con adecuado lenguaje matemático, así como el tratamiento de situaciones que viabilicen los razonamientos deductivos e inductivos mediante un trabajo coordinado y cooperado entre los actores del trabajo metodológico con la participación activa del estudiante.

Para implementar la interdisciplinariedad en el plano didáctico, concebida esta como proceso, se precisa del desarrollo de las relaciones interdisciplinarias. Los investigadores Fiallo (2004), Perera (2008), Escalona (2011) evidencian en sus definiciones que la esencia del concepto está en las relaciones que se establecen entre los contenidos de las diferentes asignaturas. Por otra parte, Escalona (2011) desde la Matemática las establece como relaciones de coordinación, subordinación y complementación.

Las relaciones de coordinación: Se establecen entre aquellos contenidos que se abordan en las asignaturas por separados, a los cuales se les puede dar igual tratamiento.

A través de un trabajo metodológico conjunto con los colectivos de profesores (colectivo de tutores en las FAR) de las diferentes asignaturas del plan de estudio, el profesor de Matemática debe conocer qué herramientas, notaciones, métodos y procedimientos matemáticos utilizan las otras asignaturas y cuál es el tratamiento metodológico que le dan para así establecer un clima de cooperación e intercambio con vistas a la determinación de acciones con un lenguaje común, de forma que se logre una visión integradora de la realidad.

Las relaciones de subordinación: Se instauran cuando para el desarrollo de los contenidos de una asignatura, se utilizan contenidos ya trabajados tanto en esta como en otras asignaturas.

A partir de la aplicación de conceptos, relaciones y procedimientos matemáticos se podrán comprender los fenómenos de la naturaleza y la sociedad que son estudiados en otras asignaturas. Por ejemplo, los conceptos matemáticos: función, límite, derivada, integrales, series, entre otros, para la interpretación y explicación de fenómenos físicos que son tratados en la disciplina de Física y dentro de la especialidad de la carrera de Ingeniería Informática se pudiera citar a manera de ejemplo Estructura de Datos.

Las relaciones de complementación: Se establecen entre aquellos contenidos de las diferentes asignaturas que se utilizan para comprender o resolver una situación determinada de la esfera de actuación de cada profesional.

A partir de los conocimientos matemáticos existentes se llega a nuevos conocimientos; o cuando para explicar determinado hecho o fenómeno físico se necesita de un nuevo conocimiento matemático. Por ejemplo, cuando el estudiante de Ingeniería Informática en sus proyectos de curso o de diploma tiene que resolver un problema de la profesión a través de la investigación científica, necesita de los conocimientos de diferentes asignaturas para encontrar su solución.

Una de las vías para establecer estas relaciones interdisciplinarias es a través de los nodos interdisciplinarios. Se asume la definición de Caballero (2001) que plantea que:

“es la agrupación del contenido en el que convergen elementos de este, correspondientes a distintas disciplinas” (p.5), precisamente porque ofrece los procedimientos para su determinación desde un enfoque interdisciplinario.

Al analizar las posiciones anteriores acerca de la interdisciplinariedad los autores de este trabajo asumen como elementos importantes a destacar para que el PEA de la Matemática Superior evidencie un enfoque interdisciplinario, los siguientes:

- Relaciones de coordinación, subordinación y complementación entre dos o más asignaturas.
- Necesidad de determinar los nodos interdisciplinarios.
- Trabajo coordinado entre los profesores.

Se requiere definir el PEA de la Matemática Superior con enfoque interdisciplinario, como un proceso de interacción dinámica entre el profesor de Matemática, estudiante, grupo y profesores del colectivo de tutores, donde a partir del trabajo metodológico conjunto se conciben las relaciones de coordinación, subordinación y complementación entre los contenidos matemáticos y los de otras asignaturas del plan de estudio, a la vez que, se determinan los nodos interdisciplinarios que permiten a los estudiantes aprender matemática de forma integradora.

El aprendizaje matemático es la variable carente, de estudio en esta investigación y se encuentra dentro del PEA de la Matemática Superior, por lo que se asume la definición de Diez (2008) que considera que es:

Actividad de interacción social donde el sujeto que aprende construye y reconstruye el conocimiento, apropiándose de contenidos específicos y no específicos en interconexión, lo que le permite resolver problemas intra o extramatemáticos mediante razonamientos lógicos de tipo inductivo, deductivo y espacial, así como comunicar sus ideas, todo ello en un medio socio histórico concreto. (p.70)

Esta definición en sí tiene un enfoque interdisciplinario ya que enfatiza en aprender contenidos matemáticos para resolver problema, en la importancia de los diferentes razonamientos matemáticos y de cómo el lenguaje matemático desarrolla la comunicación, además de tener en cuenta el contexto histórico que desarrolla el aprendizaje.

A partir de las deficiencias constatadas se necesita de acciones concretas dirigidas a transformar el PEA de la Matemática Superior y al trabajo metodológico de los profesores de Matemática. Por lo tanto, se elabora la siguiente Estrategia Interdisciplinaria:

La Estrategia Interdisciplinaria tiene como objetivo: Contribuir a desarrollar el aprendizaje matemático de los estudiantes a través de acciones interdisciplinarias en el PEA de la Matemática Superior y en el trabajo metodológico de los profesores de Matemática.

La estrategia responde a un conjunto de principios didácticos planteados por Silvestre y Zilverstein (2002) y a partir de ellos se determinaron sus características, como son:

- Contextualizada: Responde al contexto académico donde se desarrolla el plan de estudio de la carrera de Ingeniería Informática de las FAR y con las exigencias teórico-metodológica de la disciplina Matemática Superior. Responde a las condiciones sociales y personales de los profesores y los estudiantes y tiene en cuenta el desarrollo tecnológico actual.
- Flexible: Porque en su concepción parte del diagnóstico para determinar las necesidades del cambio, en la misma medida en que se van ejecutando y controlando

las acciones, si son oportunos y necesarios, se pueden introducir cambios a partir de los resultados que se vayan obteniendo.

- **Procesal:** Al desarrollarse en varias etapas, en la concepción de las acciones concebidas en la estrategia sus influencias sobre el estudiante tienen un carácter continuo, que no forman parte de un momento o etapa. Esto significa, que las acciones no son un fin en sí mismas, sino una vía para llegar al fin.
- **Cooperativa:** Promueve el intercambio y el trabajo cooperado entre los estudiantes, estudiantes y profesores y entre los profesores en el trabajo metodológico para el estudio del currículo, los programas y su implementación con un enfoque interdisciplinario.

La estrategia se organizó en cuatro etapas, las que se expresan a continuación:

Etapas 1: Diagnóstico

Los objetivos que persigue la etapa están dirigidos a:

- Diagnosticar las deficiencias en el aprendizaje matemático de los estudiantes de Ingeniería Informática del ITM.
- Determinar en qué medida dominan los profesores de Matemática el concepto de interdisciplinariedad y su implementación en la didáctica de la Matemática Superior del ingeniero informático del ITM.
- Identificar nivel de realización de actividades metodológicas conjuntas entre los profesores de Matemática y resto de los profesores del colectivo de tutores.

Acciones dirigidas al trabajo metodológico:

- Elaborar y seleccionar los instrumentos para la realización del diagnóstico.
- Aplicar a los profesores de Matemática y al colectivo de tutores los instrumentos elaborados.
- Analizar, a partir de los instrumentos aplicados, las principales dificultades de los estudiantes en el aprendizaje matemático, para trazar las acciones del resto de las etapas.
- Analizar cuáles son las principales dificultades que presentan los profesores de Matemática en cuanto al concepto de interdisciplinariedad y su implementación en la didáctica de la Matemática Superior en el ingeniero informático del ITM.
- Analizar qué deficiencias existen en el trabajo metodológico conjunto entre los profesores de Matemática y el resto de los profesores del colectivo de tutores.

Acciones dirigidas al proceso de enseñanza-aprendizaje:

- Aplicar los instrumentos seleccionados en el trabajo metodológico a los estudiantes de Ingeniería Informática del ITM.
- Analizar con los estudiantes los principales resultados obtenidos acerca de la aplicación de los instrumentos seleccionados.
- Identificar con los estudiantes en cuáles indicadores del aprendizaje matemático presentan mayores deficiencias.

El diagnóstico tiene un carácter de reconocimiento y constatación del nivel real de conocimientos de los estudiantes. Este no debe realizarse solo al inicio del curso, sino que sería conveniente utilizarlo incluso al inicio de un tema, al introducir un concepto nuevo, al comenzar una asignatura, para comprobar si los conocimientos previos están formados con el nivel necesario.

Etapas 2: Planificación de la estrategia

Objetivo: Modelar las acciones interdisciplinarias que contribuyan a desarrollar el aprendizaje matemático en los estudiantes en el PEA de la Matemática Superior y en el

trabajo metodológico de los profesores de Matemática y del resto de los profesores del colectivo de tutores.

Para diseñar las acciones interdisciplinarias que contribuyan a desarrollar el aprendizaje matemático en los estudiantes en el PEA de la Matemática Superior en los ingenieros informáticos y en el trabajo metodológico de los profesores de Matemática y del resto de los profesores del colectivo de tutores se deben tener en cuenta los resultados del diagnóstico que constituye la base de esta etapa, lo que evidencia el carácter de sistema de la estrategia pues no se puede pasar de una etapa a otra sin haber concluido la anterior, lo que obliga a realizar valoraciones parciales de cada una.

Esta etapa tiene la particularidad que las acciones se desarrollan en el trabajo metodológico para que posteriormente se ejecute en el PEA.

Acciones interdisciplinarias que inciden en el trabajo metodológico de los profesores de Matemática Superior y del colectivo de tutores, en la formación del ingeniero informático del ITM:

Profesores de Matemática Superior y del colectivo de tutores

Se planifican reuniones metodológicas para:

- Analizar los objetivos generales que existen en el Modelo de Actuación del ingeniero informático de las FAR y los objetivos específicos de cada una de las disciplinas del plan de estudio y enfocar los de la disciplina Matemática Superior con intención interdisciplinaria.
- Analizar los programas de estudio y planes temáticos de las diferentes asignaturas de la Matemática Superior y del resto de las asignaturas que convergen con estas de forma horizontal, para buscar los contenidos que son comunes a las asignaturas del año de estudio.
- Identificar los nodos interdisciplinarios que se pueden establecer entre los contenidos de la Matemática Superior y las diferentes asignaturas del año de estudio.

Profesores de Matemática Superior

Se planifican reuniones metodológicas de las comisiones de las asignaturas de la Matemática Superior para:

- Identificar los nodos interdisciplinarios que se pueden establecer en los contenidos de la Matemática Superior.
- Determinar qué habilidades generales de la Matemática Superior y qué habilidades investigativas permiten desarrollar la interdisciplinariedad en el proceso de enseñanza aprendizaje de esta disciplina en la formación del ingeniero informático del ITM.
- Determinar los valores morales que se pueden fomentar a través de un trabajo interdisciplinario en la Matemática Superior que tributan a las cualidades que se plantean en el Modelo de Actuación del oficial ingeniero informático del ITM.
- Analizar las características que poseen y las potencialidades que brindan los diferentes métodos didácticos para propiciar que el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Superior se pueda desarrollar con un enfoque interdisciplinario.
- Determinar las formas de organización docentes más convenientes para el tratamiento de cada contenido, según los objetivos: clases (teóricas y prácticas).
- Determinar cómo hacer uso de las TIC y en particular, los asistentes matemáticos en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la Matemática Superior en la formación del ingeniero informático del ITM.

- Elaborar un sistema de evaluación donde se potencie la autoevaluación y la coevaluación en el proceso de enseñanza –aprendizaje de la Matemática Superior para la formación del ingeniero informático del ITM.
- Diseñar las tareas docentes con enfoque interdisciplinario, en las distintas formas de organización de la docencia.
- Planificar diferentes formas del trabajo metodológico como son: talleres, clase instructivo- metodológica y cursos de postgrado que permitan a los profesores de Matemática conocer sobre el concepto de interdisciplinariedad y su implementación en la didáctica de la Matemática Superior.

Etapas 3: Ejecución de la estrategia

Objetivo: Aplicar las acciones interdisciplinarias que contribuyan al desarrollo del aprendizaje matemático en los estudiantes en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la Matemática Superior y en el trabajo metodológico de los profesores de Matemática y profesores de colectivo de tutores sobre el concepto de interdisciplinariedad y su implementación en la Didáctica de la Matemática Superior.

En esta etapa se concretan, en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Superior y en el trabajo metodológico de los profesores de Matemática y profesores de colectivo de tutores en la formación de ingenieros informáticos del ITM todas las acciones diseñadas anteriormente, con la particularidad de lograr implicar de forma activa, motivada, afectiva y reflexiva a los estudiantes y profesores de Matemática y del colectivo de tutores de modo que a partir de sus criterios y valoraciones sea posible la retroalimentación sobre la calidad de la ejecución de la estrategia y de la posible replanificación de acciones, en caso necesario.

Acciones dirigidas al trabajo metodológico:

- Desarrollar las reuniones metodológicas del colectivo de tutores y de las comisiones de la disciplina Matemática Superior.
- Rediseñar los componentes didácticos que se expresan en las indicaciones metodológicas del programa de la disciplina Matemática Superior en la formación del ingeniero informático del ITM, en virtud de que se evidencie el enfoque interdisciplinario del PEA.
- Desarrollar talleres sobre el concepto de interdisciplinariedad y su implementación en la didáctica de la Matemática Superior.
- Desarrollar clases instructivas metodológicas vinculadas al tema de la interdisciplinariedad.
- Desarrollar cursos de postgrado sobre el uso de los asistentes matemáticos y la programación.

Acciones dirigidas al proceso de enseñanza-aprendizaje

- Desarrollar formas de enseñanzas convenientes para implementar la interdisciplinariedad (como pudieran ser los seminarios integradores).
- Desarrollar tareas docentes con enfoque interdisciplinario en las clases prácticas y seminarios integradores que favorezcan el desarrollo del aprendizaje matemático de los estudiantes, donde se evidencie la integración e interrelación de los sistemas de conocimientos, habilidades, métodos, valores y la cooperación entre los profesores de Matemática y del colectivo de tutores.

- Desarrollar diferentes instrumentos de evaluación donde se haga uso de las TIC, específicamente, de los asistentes matemáticos, de forma escrita u oral y de materiales de consulta.
- Desarrollar el trabajo independiente a través de tareas docentes con enfoque interdisciplinario que posibilite el desarrollo de habilidades investigativas.
- Presentar trabajos en la sociedad científica militar de estudiantes donde los mismos socialicen los resultados de tareas docentes con enfoque interdisciplinario.
- Analizar críticamente la formación de cualidades de la personalidad en los estudiantes tales como: la iniciativa ante la solución de una tarea, la modestia, la perseverancia y el amor por la profesión, el espíritu colectivista, la crítica y la autocrítica y la responsabilidad ante el estudio y el trabajo, declaradas en el Modelo de Actuación del profesional.

Etapa 4: Evaluación

Objetivo: Valorar la efectividad de las acciones interdisciplinarias desarrolladas en la estrategia para contribuir al desarrollo del aprendizaje matemático de los estudiantes.

En esta etapa se analizan los resultados obtenidos en las tres etapas anteriores para valorar si la Estrategia Interdisciplinaria mediante el sistema de acciones previstas contribuye al desarrollo del aprendizaje matemático de los estudiantes de Ingeniería Informática del ITM, además contempla las acciones que han de permitir valorar los resultados del proceso en las diferentes etapas y planos.

Acciones dirigidas al trabajo metodológico:

- Valorar la motivación de los profesores de Matemática y del colectivo de tutores para implicarse en el trabajo metodológico interdisciplinario.
- Controlar y reajustar las acciones interdisciplinarias en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Superior y en el propio trabajo metodológico.

Acciones dirigidas al proceso de enseñanza-aprendizaje:

- Valorar con los propios estudiantes los resultados docentes que han alcanzado según el sistema de acciones interdisciplinarias concebido en la estrategia.
- Analizar con los estudiantes el grado de cumplimiento de los objetivos propuestos de manera comparativa, entre el antes y el después, así como, las diferentes formas de evaluar: autoevaluación y la coevaluación han influido en su evaluación.

La implementación de la propuesta se realizó en la asignatura Matemática Superior II, durante los cursos 2017-2018 y 2018-2019, la cual se imparte en el ITM para la formación de ingenieros de todas las especialidades. Para la valorar el efecto que ejerce la Estrategia Interdisciplinaria sobre el desarrollo del aprendizaje matemático se utilizó el cuasiexperimento, donde se aplicó la Dócima de los signos en los dos cursos, en diferentes momentos. Para ello se plantea la hipótesis científica y se traduce en estadística y con el auxilio del SPSS en ambos cursos se demostró estadísticamente con un nivel de significación del 99% que los resultados del criterio final fueron superiores a los del diagnóstico inicial.

Conclusiones:

1. La sistematización realizada en la determinación de los fundamentos teórico-metodológicos permitió caracterizar y definir el PEA de la Matemática Superior del ingeniero informático del ITM a partir de intencionar la interdisciplinariedad como su enfoque, de manera que constituyan referentes para la elaboración de la estrategia interdisciplinaria.

2. Se elaboró una estrategia interdisciplinaria, estructurada en objetivo general, principios didácticos contextualizados a las condiciones del ingeniero informático del ITM y etapas en las que se realizó un despliegue de acciones dirigidas al plano didáctico y al metodológico, interconectadas dentro de las propias etapas y entre las etapas, sobre la base de fundamentos teóricos relacionados con el objeto de estudio de la investigación.

3. La valoración de la estrategia se concibió a través de un cuasiexperimento en los cursos 2017-2018 y 2018-2019 que permitió concluir que la Estrategia Interdisciplinaria ejerció una influencia positiva en el aprendizaje matemático de los estudiantes ingenieros informáticos del ITM.

Bibliografía:

Beltrán, V.F. (2008). *Estrategia interdisciplinaria para la aplicación de la tarea integradora en la S/B* (tesis de maestría). Instituto Superior Pedagógico “Enrique José Varona”, La Habana.

Caballero, C.A. (2001). *La interdisciplinariedad de la Biología y la Geografía, con la Química: una estructura didáctica* (tesis de doctorado). Instituto Superior Pedagógico “Enrique José Varona”, La Habana.

Diez, T. (2008). *Sistema de evaluación del aprendizaje para la Matemática Superior en perfiles ingenieros* (tesis de doctorado). Universidad de la Habana. La Habana.

Escalona, M. (2011). El perfeccionamiento de la enseñanza de la Matemática en la Educación Superior. Su concreción en las carreras de ingeniería en la Universidad de Holguín. *Revista iberoamericana de Educación*, (56). ISSN: 1681-5653

Estopiñán, M. (2017). *Sistema de acciones para contribuir a la formación del ingeniero informático a partir de las relaciones interdisciplinarias de Matemáticas Discretas con otras asignaturas bases* (tesis de Maestría). Universidad de Matanzas sede “Camilo Cienfuegos”, Matanzas.

Fiallo, J. (2004). La interdisciplinariedad: un concepto “muy conocido”. En Álvarez *Interdisciplinariedad: Una aproximación de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias* (pp. 20-36). La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.

Lenoir, Y. (2013, septiembre-diciembre). Interdisciplinariedad en educación: una síntesis de sus especificidades y actualización. En *Interdisciplinal*, 1(1), 51-86.

Luck, H. (1994). *Pedagogía interdisciplinar* (2 da. Ed). Brazil: Vozes.

Perera, F. (2000). *La formación interdisciplinaria de los profesores de Ciencias: Un ejemplo en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la Física* (tesis de doctorado). Ciudad Habana.

Perera, F. (2008). *Didáctica, currículo e interdisciplinariedad*. Material básico.

Rubio, L. (2016). *Una estrategia didáctica para la formación interdisciplinaria del estudiante de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Lenguas Extranjeras, Inglés con segunda Lengua* (tesis de doctorado). Instituto Superior Pedagógico “Enrique José Varona”, La Habana.

Salazar, D. (2001). *La formación interdisciplinaria del futuro profesor de Biología en la actividad científico-investigativa* (tesis de doctorado). Instituto Superior Pedagógico “Enrique José Varona”, La Habana.

Silvestre, M. y Zilberstein, J. (2002). *Hacia una didáctica desarrolladora*. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.