

Fundamentos teórico-metodológicos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Ecuaciones Diferenciales

Theoretical-methodological foundations in the teaching-learning process of the subject Differential Equations

MSc. Eider Leandro Arcila Dager. Máster en Enseñanza de las Matemáticas. Coordinador de docencia y Profesor del Departamento de Ciencias Básicas de la Institución Universitaria Antonio José Camacho. Santiago de Cali-Colombia.

Correo: arcilaeider@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4979-8864>

Dr. C. Aurelio Quintana Valdés. Doctor en Ciencias Pedagógicas. Máster en Didáctica de la Matemática. Asesor de la Dirección de Formación y Profesor de Matemática de la Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona. La Habana. Cuba.

Correo: quintanaaurelio@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6511-5285>

MSc. Víctor Manuel Uribe Villegas. Máster en Educación con énfasis en Matemáticas. Director del Departamento de Ciencias Básicas de la Institución Universitaria Antonio José Camacho. Santiago de Cali-Colombia.

Correo: vuribe@admon.uniajc.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7934-1614>

Recibido: enero de 2024

Aprobado: 2 de julio de 2024

Resumen

El artículo tiene el objetivo de fundamentar teórica y metodológicamente el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Ecuaciones Diferenciales mediante la relación existente entre la modelación matemática, la resolución de problemas y las prácticas que se desarrollan en el aula de clase. La investigación se enmarca en formación de ingenieros electrónicos. Para lo cual, se emplean métodos teóricos y matemáticos. Se obtuvo que las ecuaciones diferenciales en los futuros ingenieros electrónicos contribuye al desarrollo de sus capacidades mentales generales y para solucionar problemas prácticos y la modelación de fenómenos. De acuerdo con la sistematización realizada, se fundamenta el proceso a través de un trabajo metodológico que implemente aspectos interdisciplinarios con el uso de las Tecnología de la informática y las comunicaciones (TIC) y las tecnologías.

Abstract

This article aims to theoretically and methodologically base the teaching-learning process of the Differential Equations subject through the relationship between mathematical modeling, problem solving and the practices that are developed in the classroom. The research is framed in the formation of electronic engineers. It was obtained that differential equations in future electronic engineers contribute to the development of their general mental abilities and to solve practical problems and modeling phenomena. Theoretical and mathematical methods are used. According to the systematization carried out, the process is based on methodological work that implements interdisciplinary aspects with the use of ICT and technologies.

Keywords: Mathematical modeling, technology, problem solving, interdisciplinarity, differential equations



Palabras claves: modelación matemática, tecnología, resolución de problemas, interdisciplinariedad, ecuaciones diferenciales

Introducción

La ciencia y la tecnología en las últimas décadas muestran un gran aumento en sus avances lo que influye de manera directa o indirecta en las formas de vida, la información, la producción, las formas de pensar. Ante esta situación, la educación juega un papel trascendental en la formación integral del ser humano lo que exige una transformación general de individuos capaces de enfrentar de manera satisfactoria los requerimientos de la sociedad. En particular la educación universitaria es fundamental por ser el nivel encargado de la formación de profesionales con capacidad para crear, analizar, investigar, innovar y adoptar nuevas tecnologías que se requieren para el desarrollo de una nación.

Especialmente, en la República de Colombia, la educación superior es concebida como un proceso permanente que posibilita el desarrollo de las potencialidades del ser humano, de manera integral a fin de propiciar en los educandos un espíritu reflexivo orientado al logro de la autonomía en un marco de libertad de pensamiento y de pluralismo ideológico en que se tenga en cuenta la universalidad de los saberes y la particularidad de las formas culturales existentes en el país. (Ministerio de Educación Nacional, 1992).

En este marco se inserta la Institución Universitaria Antonio José Camacho, (UNIAJC), ubicada en el municipio de Santiago de Cali al suroccidente de la República de Colombia y considerada al amparo del Acuerdo 0249 del 15 de diciembre de 2008, como una unidad autónoma en régimen especial vinculado al Ministerio de Educación Nacional en los referente a las políticas y planeación del sector educativo, además, institución en que se realiza la investigación que se presenta y en que se declara como uno de sus principios “(...) la formación integral del ser humano en todas sus dimensiones, a través de una educación pertinente con sólidos fundamentos científicos y tecnológicos” (Palacio, 2015).

Para contribuir al cumplimiento de este principio, las matemáticas y su Proceso de Enseñanza-Aprendizaje, (PEA), juegan un papel trascendental por el aporte de esta ciencia al desarrollo del pensamiento lógico del ser humano. Por lo anterior, la enseñanza de las matemáticas se ha convertido en un espacio de vital importancia y a la vez de gran interés científico, lo que requiere el desarrollo de nuevas metodologías.

Donde la formación matemática, y en especial para estudiantes del área de la ingeniería, ha sido abordada desde diferentes puntos de vista que han evolucionado con el transcurso de los años. Se consideraba inicialmente que el estudiante debía tener clara todas las estructuras formales de las matemáticas para lograr resolver los problemas y aplicaciones que se le presentaban, pero a través de la experiencia se ha entendido mejor el tipo de matemáticas que se utiliza en la formación de ingenieros, principalmente las diversas formas de modelación o modelización que emergen en el aula escolar que permiten el desarrollo de nuevos conocimientos. (Rodríguez, 2016)

Estas concepciones inmersas en la asignatura de ecuaciones diferenciales del Departamento de Ciencias Básicas (DCB), permiten un mayor acercamiento de los estudiantes hacia las matemáticas y mejoran su nivel de comprensión hacia los diferentes fenómenos y procesos que se modelan y que sirven como instrumento de enseñanza para los futuros ingenieros. (Plaza, 2015)

En la sistematización se identificaron los resultados de investigaciones nacionales e internacionales abordan temáticas relacionadas con la enseñanza de la matemática y trabajos que incursionan en el PEA de la asignatura Ecuaciones Diferenciales mediante de la modelación matemática. Se destacan los estudios de Rodríguez y Quiroz (2014), en el proceso de modelación matemática para la enseñanza de las ecuaciones diferenciales con el uso de la tecnología el cual

transita por diversas etapas de un ciclo de modelación matemática contextualizado en circuitos eléctricos compuesto por un resistor y un capacitor (RC).

En Colombia, se reconocen resultados de trabajos de investigación realizados por el profesor Plaza (2015), de la Unidad Central del Valle del Cauca en Tuluá donde se modela una serie de fenómenos físicos y naturales que requieren el uso de masa y/o energía junto con procesos auxiliares. La mayoría de sus trabajos usaron herramientas, tales como: aplicaciones para hojas de cálculo y la diferenciación numérica, las que generan ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden.

Sin embargo, se han encontrado pocos estudios sobre el PEA de la asignatura Ecuaciones Diferenciales en particular la resolución de problemas a través de la modelación matemática de fenómenos naturales y físicos. En particular sobre los problemas: cíclicos, logarítmicos y polinomiales que se describan mediante ecuaciones diferenciales de primer y segundo orden usando la diferenciación numérica con apoyo de la experimentación, observación y simulación. Por lo cual el objetivo del artículo es fundamentar teórica y metodológicamente el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Ecuaciones Diferenciales mediante la relación existente entre la modelación matemática, la resolución de problemas y las prácticas desarrolladas en clases.

Desarrollo

En diversas instituciones de educación superior Latinoamericanas, el PEA de la asignatura Ecuaciones Diferenciales está direccionado en procesos tradicionales de enseñanza donde no se contextualiza los procedimientos algorítmicos y algebraicos utilizados. (Artigue, 1995)

Este tipo de metodología de enseñanza no está alejada de la UNIAJC, donde el PEA de las asignaturas del DCB, en particular de las matemáticas se limitan a presentar definiciones, teoremas y finaliza con la solución de ejercicios ideales sin ningún vínculo con situaciones de la vida cotidiana en contexto.

Una de las asignaturas del DCB que contempla procesos de modelación de fenómenos naturales o físicos es Ecuaciones Diferenciales que se oferta en las tres carreras de ingeniería de la UNIAJC (Sistemas, industrial y electrónica), ya que vincula sistemas dinámicos asociados con la derivada para modelar situaciones de la vida cotidiana.

Las ecuaciones diferenciales facilitan la transición de las matemáticas básicas y las aplicaciones ya que posibilitan la indagación de diversos problemas de las ciencias físicas, sociales y biológicas, mediante la formulación de un modelo matemático que implica la conversión de hipótesis imprecisas que describan de manera aproximada una situación real. (Blanchard, 1998).

Dichas ecuaciones como representación matemática de situaciones dinámicas son la principal herramienta para modelar diversos fenómenos en contextos de las ciencias físicas, biológicas, económicas y de la ingeniería.

En los textos tradicionales del curso de ecuaciones diferenciales, los ejercicios planteados proporcionan, la mayoría de veces, el modelo matemático o llamado frecuentemente el problema de valor inicial. Algunos de los modelos matemáticos más estudiados en el curso son:

1. Modelo de circuito eléctrico en serie RC: Es un modelo de primer orden que describe la carga y descarga del capacitor en un circuito eléctrico en serie con resistencia y fuente de voltaje,

$$\begin{cases} Rq' + \frac{1}{C}q = E \\ q(t_0) = q_0 \end{cases}$$

donde R es la resistencia, C es la capacitancia, E es voltaje aplicado, t_0 es un tiempo inicial, q_0 es la carga inicial y q es la carga en el capacitor en cualquier instante de tiempo.

2. Modelo Masa-Resorte: Es un modelo de segundo orden que describe el movimiento de una masa que está sujeta a un resorte vertical,

$$\begin{cases} mx'' + kx = 0 \\ x(t_0) = x_0 \\ x'(t_0) = x_1 \end{cases}$$

donde m es la masa que se sujeta al resorte, k es la constante del resorte, t_0 es un tiempo inicial, x_0 y x_1 son la posición y velocidad inicial respectivamente.

Los modelos presentados representan situaciones de la vida cotidiana desde el punto de vista teórico-analítico y es así como actualmente se presenta el PEA de la asignatura Ecuaciones Diferenciales en distintas instituciones de educación superior en Colombia.

Rodríguez (2010), investiga el PEA de la asignatura Ecuaciones Diferenciales en la formación de ingenieros y muestra mediante la Teoría Antropológica de lo Didáctico diversas situaciones en el proceso mediante la modelación matemática. De manera interesante concibe la modelación matemática como un proceso cíclico entre diferentes dominios en que se proponen actividades que inician en un contexto real y finalizan en la respuesta a la pregunta establecida en el inicio.

Según Rodríguez (2010), los modelos matemáticos representados por ecuaciones diferenciales ordinarias responden a una etapa del ciclo de modelación denominada “Dominio Matemático” y son usados comúnmente en las clases de matemáticas (Matemática básica, cálculo diferencial, cálculo integral, entre otros).

En la mayoría de casos la clase de ecuaciones diferenciales se reduce a justificar un modelo matemático de acuerdo al enunciado que se presente y posteriormente se resuelve mediante los métodos estudiados de primer y segundo orden. Es necesario extender otras etapas del ciclo de modelación como el dominio físico (Rodríguez, 2010).

En el Modelo Físico (MF) propuesto por Rodríguez (2010) se representa la situación en un contexto experimental que posteriormente en los Resultados Físicos (RF) se obtienen soluciones en términos físicos que sirvan como base para formular los resultados en términos pseudo-concretos.

Existen diversos modelos descritos por ecuaciones diferenciales de primer orden que contribuyen en la estructura del ciclo de modelación matemática de Rodríguez (2010) en el dominio matemático, entre ellos se destacan:

1. Modelo logístico: Estudiado en 1838 por Pierre Francois Verhulst y establece que la tasa de crecimiento del peso de una especie, posee un comportamiento lineal

$$\frac{W'}{W} = aW + b \rightarrow W = \frac{bke^{bt}}{1 - ake^{bt}}$$

donde W es el peso de la especie, a , b y k son constantes.

2. Modelo de Gompertz: Estudiado en 1925 por Benjamín Gompertz, donde establece que la tasa de crecimiento del peso de una especie, posee un comportamiento logarítmico

$$\frac{W'}{W} = a \ln W + b \rightarrow W = e^{\frac{1}{a}[e^{a(k+t)} - b]}$$

donde W es el peso de la especie, a , b y k son constantes.

Otros fenómenos modelados se obtienen con el apoyo de la diferenciación numérica, ya que la derivada se puede obtener para cada instante de tiempo según se plantea en Chapra y Canale (2007), como:

$$f'(t) = \frac{f(t+h) - f(t-h)}{2h}$$

Luego con la ayuda de la herramienta de regresión lineal, con la que cuenta la aplicación de EXCEL o GeoGebra, se modela una relación matemática en forma de función lineal $f'(t) = at + b$, el cual va a representar la ecuación diferencial de la ley en estudio y así su respectiva solución (Plaza, 2015).

Otros fenómenos tienen representación cíclica (Secuencia de estados ordenados que se repiten sin alteración del orden), muchos de ellos muy comunes como los latidos del corazón, el movimiento de una cuerda de guitarra, el movimiento de una masa sujeta a un resorte (Plaza, 2011).

Estos fenómenos cíclicos se asocian matemáticamente a funciones periódicas. Una de ellas se describe como

$$f(t) = A \operatorname{sen}(Bt + C) + D,$$

donde A es la amplitud de onda, B es la frecuencia angular, C es el desplazamiento horizontal y D es el desplazamiento vertical. Estas constantes se deben determinar y así poder implementar un modelo matemático predictivo (Plaza, 2011).

Existen diferentes métodos para poder implementar un modelo matemático con comportamiento cíclico. Tres de ellos mencionados por Plaza (2015):

1. Por observación

Determinando las constantes A, B, C y D de la onda desplazada de manera horizontal y vertical.

2. Por mínimos cuadrados

Minimizando la función

$$F = \sum_{i=1}^m \{h(t_i) - [A \operatorname{sen}(Bt_i + C) + D]\}^2,$$

donde $h(t_i)$ es el valor real observado en el tiempo t_i , $1 \leq i \leq m$.

3. Por series de Fourier

Realizando el desarrollo en series de Fourier de la función $f(t)$ de la forma

$$f(t) = \frac{A_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} \left[A_k \cos\left(\frac{2\pi k}{T}t\right) + B_k \operatorname{sen}\left(\frac{2\pi k}{T}t\right) \right],$$

donde A_k y B_k se pueden calcular por medio de la aproximación en Sumas de Riemman

$$A_k = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n T(t_i) \cos\left(k \frac{2\pi}{B} t_i\right)$$

$$B_k = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n T(t_i) \operatorname{sen}\left(k \frac{2\pi}{B} t_i\right)$$

Es importante para el PEA de la asignatura Ecuaciones Diferenciales complementar a estos modelos teórico-analíticos los métodos numéricos y cualitativos que logren en los estudiantes una mayor comprensión de los contenidos de la asignatura, conceptos matemáticos relacionados con la formulación, interpretación y resolución de problemas.

Para esto, es necesario relacionar los contenidos de aprendizaje con la experiencia cotidiana de los estudiantes, así como presentarlos y enseñarlos en un contexto de situaciones problemáticas y de intercambio de puntos de vista. Desde esta visión, se afirma que uno de los propósitos de la matemática es el desarrollo del pensamiento matemático y, por tanto, son la modelación y la



resolución de problemas dos de los procesos fundamentales para alcanzar este propósito. Al tiempo que propician la superación de la visión **transmisionista de conceptos** que en ocasiones se favorece al interior de las matemáticas.

Para fundamentar la modelación matemática como proceso cognitivo y experimental en el PEA de la asignatura Ecuaciones Diferenciales es importante analizar algunas posiciones teóricas en relación con los términos modelo y modelación.

En relación con el concepto de modelo (Ruiz, 2002) se plantean ideas referidas a la representación de las características de algún objeto en otro, creado especialmente para estudiarlo: relacionado con una configuración ideal que representa de manera simplificada una teoría, se visualiza como un conjunto que representa a otro conjunto de manera que constituye un instrumento de trabajo que supone una aproximación intuitiva a la realidad, su función básica es ayudar a comprender las teorías y las leyes.

Particularmente en el PEA de la asignatura ecuaciones diferenciales se han utilizado diferentes modelos para representar fenómenos de crecimiento poblacional, enfriamiento, procesos de mezclado, circuitos eléctricos, sistemas masa-resorte que le permiten al estudiante de ingeniería relacionar los conceptos matemáticos con situaciones de la vida cotidiana que aporten a su desarrollo como futuro ingeniero.

Dado que el proceso que se sigue para llegar al modelo es: **la modelación** esta debe entenderse como un proceso, ya que ella es una transformación sistemática de un fenómeno que responde a leyes, y esto es así, porque se parte de un análisis de la realidad sobre el que se logra una abstracción, que posteriormente se materializa para obtener nuevos conocimientos sobre la realidad y presupone necesariamente la utilización de los procedimientos de abstracción y de idealización sobre todo cuando se modelan procesos complejos donde se interrelacionan un gran número de factores.

Particularmente en la matemática (Camarera, 2009) la modelación matemática se vincula con el proceso cognitivo que se tiene que llevar a cabo para llegar a la construcción de las relaciones matemáticas que describen un fenómeno, objeto o problemas, cumpliéndose con condiciones de analogía.

La implementación de la modelación matemática se puede describir en un proceso de tres etapas:

1. Definir el modelo: Se deben identificar las variables de decisión y constantes del problema. (Identificación de lo que varía y lo que permanece constante)
2. Formulación: Establecimiento de relaciones entre las variables y constantes a través de conceptos.
3. Desarrollo: Validar las relaciones realizadas en la formulación, lo cual se realiza a través de procesos de regresión-verificación.

De lo anterior se puede observar una interrelación entre los procesos de modelación y resolución de problemas. Teniendo en cuenta que cuando un problema de la vida cotidiana se va a resolver es equivalente al proceso de modelación matemática.

Labarrere y Valdivia (1988) refiere que

Un problema es toda situación en la cual, dadas determinadas condiciones (más o menos precisas), se plantea determinada exigencia (a veces más de una). Esta exigencia no puede ser cumplida o realizada directamente con la aplicación de procedimientos y conocimientos asimilados, sino que requiere la combinación, la transformación de estos en el curso de la actividad que se denomina solución, Todo problema crea para el alumno la necesidad de superar determinada barrera o limitación que se alza en el camino del cumplimiento de la exigencia planteada. (p. 20)

En el contexto matemático (Guzmán, 1985) significa que se tiene un verdadero problema cuando se están en una situación y se quiere llegar a otra, unas veces bien conocidas, otras un tanto confusamente perfiladas y no se conoce el camino que puede llevar de una a otra.

Por lo tanto, en esta investigación se asume que para llegar a la solución del problema, el estudiante debe poner en práctica sus recursos matemáticos y psicológicos para satisfacer el deseo y la necesidad de solucionar la situación planteada, aunque no conozca la vía de solución, lo que refleja que todo problema puede ser resuelto con los conocimientos y las herramientas necesarias para esto.

En la sistematización realizada sobre el trabajo con problemas se reveló el papel que desempeña en este proceso no solo la resolución sino también la formulación de problemas entendida como: el proceso de creación de una situación inicial sobre un tema específico de una asignatura determinada y/o de la vida práctica y del establecimiento de ciertas exigencias que conllevan a un planteamiento, consigna, enunciado, o texto, y que requiere de la comprobación del cumplimiento de las exigencias declaradas.

Según Santos Trigo, la actividad matemática identificada mediante la resolución de problemas es una manera de pensar que busca diversas maneras de resolver una situación. Esto entra en contradicción con la metodología tradicional en formas de representar, explorar, realizar conjeturas, formular otros problemas y posteriormente resolverlo (Santos, 2008).

Por lo anterior, el reto actual es desarrollar condiciones que generen un ambiente que refleje y promueva formas de pensamiento, es decir, que los estudiantes encuentren sentido en su formación como profesionales y para contribuir en este proceso, los profesores deben reconocer los diferentes obstáculos y colocarlos en función del aprendizaje de los estudiantes. (Plaza y Villa-Ochoa, 2019).

Esta relación entre la resolución de problemas y problemáticas de la vida cotidiana, requiere que los docentes desarrollen situaciones de aprendizaje mediante nuevas estrategias didácticas que contribuyan en la transición de la matemática disciplinar y situaciones de la vida cotidiana mediante la modelación matemática con el uso de la tecnología y la simulación.

Corrales (2018), menciona que las posibilidades que brinda la tecnología obligan a los profesores a estar al día con ella, para poder preparar a los estudiantes para el futuro y sus innovaciones, es por eso que la tecnología debe ser un eje transversal de la educación matemática y por tanto, debe llevar al replanteamiento de currículos y métodos de enseñanza.

La enseñanza tradicional, en el cual el profesor explica y los alumnos de forma pasiva reciben información de acuerdo con los contenidos planteados, debe ser cambiada por aquella enseñanza que les permita a los alumnos reflexionar, abstraer y desarrollar realmente un trabajo intelectual.

La tecnología también suministra un punto focal, cuando los estudiantes discuten entre sí y con su profesor, acerca de los objetos que muestra la pantalla y los efectos que tienen las diferentes transformaciones dinámicas que permite realizar la tecnología. Ofrece, además, a los profesores, opciones para adaptar la instrucción a necesidades específicas de los alumnos.

En las instituciones de enseñanza superior, el uso de las distintas tecnologías se hace cada día más necesario, pues contribuye al desarrollo del individuo y, por tanto, de la sociedad. Particularmente, en el PEA de la asignatura Ecuaciones Diferenciales son muy relevantes, pues el estudiante puede, según los momentos socio-histórico concretos, apropiarse de las prácticas tecnológicas relacionadas con los contenidos matemáticos asociados con modelos y, específicamente, con la resolución de problemas.

Estas nuevas estrategias exigen el dominio de conceptos, definiciones, procedimientos y habilidades que se adquieren en otras asignaturas de la malla curricular del programa como la física, los circuitos eléctricos, la tecnología, informática y los laboratorios, de ahí que el establecimiento de relaciones interdisciplinarias en el PEA de la asignatura Ecuaciones Diferenciales se considera de gran importancia, por el dominio que deben tener los estudiantes de

los conocimientos precedentes y por las relaciones que se deben lograr en el tratamiento del nuevo contenido involucrando la modelación matemática y la formulación y resolución de problemas.

Fiallo (1996 como se cita por Pérez y Gómez 2013) asume la interdisciplinariedad como un proceso, una filosofía de trabajo, una forma de pensar y proceder para conocer la complejidad de la realidad objetiva y resolver cualquiera de los complejos problemas que esta plantea. Este autor considera que

[...] las relaciones inter-materia son una vía efectiva que contribuye al logro de la relación mutua del sistema de conceptos, leyes y teorías que se abordan en la escuela” Señala, además, que son “una condición didáctica que permite cumplir el principio de 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 disciplinas que integran el plan de estudio de la escuela actual. (p. 18)

Valcárcel (1998), analiza la interdisciplinariedad desde la Educación Avanzada y plantea que constituye el soporte básico de su didáctica, como consecuencia de establecer la cooperación entre los procesos didácticos docentes e investigativos para el tratamiento y solución de un problema científico profesional, la enseñanza integrada de las ciencias, lo cual significa la articulación e integración de conocimientos, asumir nuevos puntos de vista, métodos, habilidades y valores.

La UNIAJC en su Proyecto Educativo Institucional (PEI) declara que:

La interdisciplinariedad permite articular las diferentes áreas del conocimiento o campos disciplinares con el fin de dar solución a los problemas complejos, de tal manera que se pueda promover el aprendizaje autónomo alrededor de los problemas y necesidades de desarrollo del entorno, contemplando las implicaciones contextuales e interrelacionando el conocimiento científico y tecnológico a través del fortalecimiento de los vínculos académicos entre los profesores, directivos y estudiantes en función del trabajo conjunto en la solución de las necesidades de la realidad social y la integración del currículo en los programas. (Palacio et al, 2015)

La interdisciplinariedad permite articular diferentes tipos de pensamientos y saberes que convergen hacia la solución de problemáticas que posean múltiples complejidades. Esto permite la apertura de nuevos vínculos profesoriales que imparten asignaturas en distintos programas, en función del trabajo en conjunto en la solución a las necesidades del entorno social.

Se considera que una de las formas con la que se puede contribuir al mejoramiento del PEA de la asignatura Ecuaciones Diferenciales en la formación de ingenieros, es mediante el trabajo metodológico que se puede desarrollar a nivel del Departamento de Ciencias Básicas en vinculación con la facultad de ingeniería en particular con el programa de ingeniería electrónica con la finalidad de lograr el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias con las asignaturas de la especialidad de ingeniería electrónica y el uso de las tecnologías .

Se asume que: (Ministerio de Educación Superior, 2018, párr.3. Introducción)

El trabajo metodológico es la labor que, apoyado en la Didáctica, realizan los sujetos que intervienen en el proceso docente educativo, con el propósito de alcanzar óptimos resultados en dicho proceso, jerarquizando la labor educativa desde la instrucción, para satisfacer plenamente los objetivos formulados en los planes de estudio.

El trabajo metodológico permite concretar los aspectos y exigencias declarados en el modelo pedagógico institucional, donde el trabajo del DCB es esencial para las reflexiones teóricas sobre la planificación y desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje de la matemática. (García, 2017)

Mediante el trabajo metodológico se garantiza la preparación que realizan los profesores que imparten la asignatura de ecuaciones diferenciales con el propósito de mejorar el PEA a nivel del perfil del profesional y del plan de estudio en su conjunto.

Su contenido se orienta hacia la construcción de la didáctica de la profesión, apoyándose en las experiencias que se van acumulando como resultado del sistemático trabajo metodológico que se desarrolla en el programa y de los logros que se alcanzan en las investigaciones pedagógicas realizadas con este fin.

Para realizar la preparación, el director de programa debe asegurar una labor coordinada y consecuente que oriente, desde el punto de vista didáctico, el desarrollo de las asignaturas y los semestres en que se estructura el programa para cumplir con el perfil del profesional. Se toma como fuente fundamental el plan de estudio y se considera como elemento clave el enfoque integral para la labor educativa y político-ideológica de los estudiantes.

Para el PEA de la asignatura Ecuaciones Diferenciales es importante la revisión en el plan de estudio de las asignaturas de física y circuitos eléctricos DC constatando regularidades, aspectos comunes, bases conceptuales para planificar las actividades en el proceso.

La preparación de la asignatura es la que garantiza la planificación y organización de los elementos principales que aseguran el desarrollo del PEA. La reunión metodológica viabiliza el análisis, el debate y la toma de decisiones acerca de temas vinculados al proceso para su mejor desarrollo. Se desarrolla a nivel de departamento y entre profesores que imparten la asignatura y debe dirigirse por profesores de vasta experiencia y con elevada maestría pedagógica.

El taller metodológico tiene como objetivo debatir acerca de una problemática relacionada con el PEA y en el que los profesores presentan experiencias relacionadas con el tema tratado. En este, se proyectan alternativas de solución a dicha problemática, a partir del conocimiento y la experiencia de los participantes.

El colectivo de la facultad es el encargado de planificar el trabajo metodológico que se concreta en cada uno de los programas, donde se define el enfoque metodológico de la asignatura, en correspondencia con la especialidad, en función de lograr las relaciones interdisciplinarias y el uso de las tecnologías. La conducción de este colectivo es del director del programa quien coordina las acciones con el director del DCB.

Conclusiones

El estudio teórico facilitó la determinación de los fundamentos teórico-metodológicos que sustentan el PEA de la asignatura Ecuaciones Diferenciales en la formación de ingenieros y comprobar que los procesos de modelación matemática aparecen ampliamente abordados por diferentes autores en fenómenos dinámicos que involucran ecuaciones diferenciales de primer orden, no se profundiza en modelación mediante ecuaciones diferenciales de orden dos en distintos fenómenos de la vida cotidiana.

Las ecuaciones diferenciales en la formación de ingenieros electrónicos es un área de las matemáticas que contribuye al desarrollo del pensamiento lógico de los estudiantes, al desarrollo de capacidades mentales generales y para solucionar problemas prácticos y modelar fenómenos físicos y naturales.

Con la revisión bibliográfica se determina que existen diversas ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales que modelan situaciones y/o fenómenos desde la teoría utilizadas a nivel de posgrado, pero como concepción didáctica mediante la modelación en cursos de ecuaciones diferenciales dirigido a programas de ingeniería hay muy poca información.

Se identifican cuatro aspectos importantes en el PEA de la asignatura Ecuaciones Diferenciales: el establecimiento de relaciones interdisciplinarias, la aplicación de las TIC y recursos tecnológicos, trabajo metodológico al interior del DCB y la resolución de problemas a través de la modelación matemática.

Referencias bibliográficas

Artigue, M. (1995). La enseñanza de los principios del cálculo: problemas epistemológicos, cognitivos y didácticos. Ingeniería didáctica en educación.



- Blanchard, E. (1998). Ecuaciones Diferenciales. México, D. F.: International Thomson Editores.
- Camarera Gallardo, P. (2009). La matemática en el contexto de las ciencias. *Innovación Educativa*, 9 (46), 15-25.
- Corrales, R. D. (2018). Una estrategia didáctica para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la estadística, utilizando las tecnologías de información y comunicación en la UNIAJC. (Tesis doctoral, nombre UNIVERSIDAD).
- Fiallo, J. (1996). Las relaciones intermateria: Una vía para incrementar la calidad de la educación. Editorial Pueblo y Educación.
- García Rodríguez, H. (2017). Alternativa didáctica para el proceso de enseñanza y aprendizaje de la asignatura Matemática I en la Institución Universitaria Antonio José Camacho. (Tesis doctoral, Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona).
- Guzmán, M. D. (1985). Enfoque heurístico de la enseñanza de la matemática, Aspectos didácticos de matemáticas 1. Publicaciones del Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Zaragoza.
- Labarrere, G., y Valdivia, G. E. (1988). Pedagogía. Pueblo y Educación.
- MEN, M. D. (1992). Ley 30 de Diciembre 28 de 1992. Bogotá D.C.
- Ministerio de Educación Superior. (2018). Resolución Ministerial 2/2018. Trabajo metodológico.
- Palacio, E. (2015). Proyecto Educativo Institucional.
- Pérez, C y Gómez, D. (2013). Bases teóricas de la interdisciplinariedad en la enseñanza. Una experiencia en la carrera de Derecho. *Revista Electrónica Formación y calidad educativa*.
- Plaza, L. F. (2015). Modelamiento Matemático Aplicado en Ingeniería. Tuluá: Unidad Central del Valle del Cauca.
- Plaza, L. F. (2015). Modelamiento matemático de fenómenos cíclicos. *Scientia et Technica*, 2(48), 145-150.
- Plaza, L y Villa-Ochoa, J. (2019). Obstáculos matemáticos detectados en la formación de ingenieros. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 223-241.
- Rodríguez, R. S. (2016). Formación de ingenieros desde la matemática educativa. En *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*. (págs. 573-581).
- Rodríguez, R. y Quiroz, S. (2014). El papel de la tecnología en el proceso de modelación matemática para la enseñanza de las ecuaciones diferenciales. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 99-124.
- Rodríguez, R. (2010). Aprendizaje y enseñanza de la modelación: el caso de las ecuaciones diferenciales. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, RELIME, 13(4-I), 191-210.
- Ruíz, A. (2002). Metodología de la investigación. Editorial Pueblo y Educación.
- Santos, L. M. (2008). La resolución de problemas matemáticos: Avances y perspectivas en la construcción de una agenda de investigación y práctica. *Investigación en educación matemática XII*.
- Valcárcel, N. (1998). Estrategias interdisciplinarias de superación para profesores de ciencias en la educación media. (Tesis doctoral, Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona).

Declaración de conflicto de interés y conflictos éticos

Los autores declaramos que este manuscrito es original y no se ha enviado a otra revista. Los autores somos responsables del contenido recogido en el artículo y en él no existen plagios ni conflictos de interés ni éticos.

Contribuciones de los autores

Eider Leandro Arcila Dager. Concepción del artículo, fundamentos teóricos metodológicos, Actividades teóricas y con el uso de la tecnología.

Aurelio Quintana Valdés. Búsqueda bibliográfica acerca del proceso de enseñanza aprendizaje de la matemática y en particular de las ecuaciones diferenciales.

Víctor Manuel Uribe Villegas. Actividades de enseñanza-aprendizaje con el uso de simuladores, GeoGebra y Excel.