

¿Cómo motivar a los estudiantes de ingeniería Agrícola hacia la modelación matemática de problemas profesionales?

How to motivate Agricultural Engineering students towards the mathematical modeling of professional problems?

Salvador Fonseca Nueva

Universidad de Granma.

Correo electrónico: salfonsecan@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5821>

Recibido: 2 de junio de 2023

Aceptado: 24 de agosto 2023

Resumen

La modelación matemática de problemas juega un importante papel en la formación de los ingenieros; esta crea en los estudiantes capacidades y habilidades necesarias para la solución de posibles problemas prácticos. El presente trabajo tiene como objetivo proponer una metodología didáctica para motivar a los estudiantes de ingeniería hacia la modelación matemática, vía ecuaciones diferenciales, de problemas profesionales. Teniendo en cuenta las posibilidades que ofrece la práctica laboral en la observación de fenómenos de variación de parámetros vinculados con su profesión se emplearon recursos didácticos como el diseño de una hoja de trabajo con el objetivo de determinar un problema profesional y la realización de talleres para la modelación matemática del problema profesional determinado.

La metodología que se propone permitió además reducir la brecha entre las habilidades matemáticas básicas y la habilidad de modelación matemática, vía ecuaciones diferenciales.

Palabras clave: motivación, metodología didáctica, modelación matemática

Abstract

Mathematical modeling of problems plays an important role in the training of engineers. This creates in students the capabilities and skills necessary to solve possible practical problems.



The objective of this work is to propose a didactic methodology to motivate engineering students towards mathematical modeling, via differential equations, of professional problems. Taking into account the possibilities offered by work practice in the observation of parameter variation phenomena linked to their profession, teaching resources were used such as the design of a worksheet with the objective of determining a professional problem and the holding of workshops for the mathematical modeling of the determined professional problem.

The proposed methodology also allowed us to reduce the gap between basic mathematical skills and mathematical modeling skills, via differential equations.

Keywords: motivation, teaching methodology, mathematical modeling

Licencia Creative Commons



Introducción

La modelación matemática, vía ecuaciones diferenciales, constituye un proceso complejo para cualquier investigador, más para los estudiantes de ingeniería. No es posible, desde el aula, motivar a los estudiantes hacia el estudio de los problemas de la profesión a través de la modelación matemática, no obstante, resulta necesario el desarrollo de esta habilidad.

El Ingeniero tiene su propio modo de actuación expresado en los campos de acción de la ciencia y la técnica, siendo el objetivo principal la explotación de los sistemas de ingeniería. Para alcanzar este desarrollo precisa de una formación básica matemática, que le permita aplicar los conocimientos adquiridos en asignaturas básicas y en otras con carácter más específico dentro de la carrera.

Una de las habilidades que debe desarrollar el ingeniero para poder interpretar de forma acertada a la realidad, es la modelación matemática de los problemas de la profesión pues, esta, le permite simular los diferentes procesos afines a su campo y predecir los resultados en interés de tomar las mejores decisiones.

El tema ha sido abordado por diferentes autores [1 – 4] que ejemplifican, a partir de problemas ya definidos como transcurre el proceso de modelación matemática, como un proceso y no como una habilidad, sin detenerse a analizar las principales insuficiencias que presentan los estudiantes al respecto. Entre tanto, actualmente, se plantea una nueva forma de enseñar matemáticas en programas de ingeniería aplicando algunas estrategias didácticas, como actividades de campo o laboratorio, las cuales han demostrado su eficacia para que los estudiantes obtengan una mayor comprensión de los diferentes fenómenos y procesos objetos de modelación matemática [5]; dichas estrategias han logrado un incremento conceptual matemático relacionado con la interpretación, formulación y solución de problemas, además de permitir un acercamiento entre el estudiante y la matemática como instrumento útil en el ejercicio de la ingeniería.

Por otro lado existen trabajos relacionados con la necesidad de el desarrollo de las habilidades matemáticas básicas para el éxito de la modelación matemática en la formación de los ingenieros [6 – 8]; hacen referencia a la brecha que existe entre las habilidades básicas y la habilidad modelación matemática.

Entre tanto el aprendizaje de la modelación matemática a través de las ecuaciones diferenciales es un tema no resuelto en las facultades de ingeniería, pues las actividades didácticas encaminadas a desarrollar la habilidad de modelar matemáticamente diversas situaciones son muy escasas en los cursos de ecuaciones diferenciales [7]

Es por ello que el objetivo del siguiente trabajo es proponer una metodología didáctica para motivar a los estudiantes de ingeniería hacia la modelación matemática, vía ecuaciones diferenciales, de problemas profesionales.

Materiales y métodos

Para la realización de este trabajo se selecciona una brigada de veintiséis estudiantes de primer año, segundo semestre, de la carrera de Ingeniería Agrícola, de una población de sesenta y nueve estudiantes. Se realiza además la preparación del colectivo de profesores de primer año.

Desde el punto de vista teórico, un modelo matemático constituye una representación o abstracción de la realidad, en el que se establece un conjunto de relaciones (de igualdad y/o de desigualdad) definidas en un conjunto de variables que reflejan la esencia de los fenómenos en el objeto de estudio [8]. Se puede afirmar que la modelación matemática (MM) parte de la contemplación viva al pensamiento abstracto y de este a la práctica.

La MM es el conjunto de métodos y procedimientos destinados a la elaboración de la descripción matemática de los objetos de dirección. Cuenta con las siguientes etapas [6].

1. Definición del problema y sus objetivos.
2. Definición de la teoría que gobierna el problema
3. Descripción de la situación física en términos matemáticos
4. Solución matemática del modelo.
5. Comparación del modelo con la situación real.
6. Estudio de las limitaciones del modelo.
7. Aplicación del modelo e interpretación de los resultados que ofrece. Definición del problema y sus objetivos

Análisis y discusión de los resultados

El trabajo se realiza con los estudiantes de primer año, de la carrera de Ingeniería Agrícola, de la Universidad de Granma, en la asignatura de Matemática II, de segundo período del curso 2022.

¿Cómo motivar a los estudiantes de ingeniería Agrícola hacia la modelación matemática de problemas profesionales?

Se propone una metodología sustentada en un modelo dinámico (figura 1):



Figura1. Modelo de desarrollo habilidad modelación matemática. Fuente: elaboración propia

Como se puede observar el modelo que se presenta refleja un eje epistemológico conformado por la motivación hacia la MM, la definición de un problema profesional, como núcleo central y célula básica del proceso de MM y la transferencia de las habilidades hacia la MM, en el objeto de la profesión del ingeniero agrícola[7].

La motivación expresa la acción inductora, los aspectos del proceso psicológico relacionado con las disposiciones, motivos, necesidades e intereses con que el estudiante enfrenta la tarea de aprender. Expresa la relación entre lo puramente cognoscitivo y las necesidades espirituales de los profesionales en formación [11]. En este caso se plantean situaciones problemáticas profesionales mediante una Hoja de trabajo a desarrollar en la práctica laboral.

La definición de un problema profesional es entendida como la abstracción y generalización de los problemas profesionales más comunes y frecuentes que debe enfrentar el egresado, en el eslabón de base de su profesión, implica una caracterización que tipifique la necesidad del desempeño del profesional. Constituyen el conjunto de exigencias inherentes a un proceso

productivo o de servicios, que requieren de la acción de los egresados de las instituciones de Educación Superior para su solución [11]. Para ello, el profesor, desarrolla talleres para la discusión de los resultados de la Hoja de trabajo.

La transferencia de las habilidades hacia la MM, expresa la capacidad de transferir lo aprendido a nuevos contextos, o sea la facilidad de operar con las acciones de la habilidad en situaciones cambiantes[11]

Las relaciones dialécticas que se establecen entre estos elementos, en un primer momento, conducen a la sistematización de las habilidades básicas que se concretan en la definición de un problema profesional y en un segundo momento a la generalización de procedimientos y estrategias hacia la MM.

- La metodología que se propone cumple con las exigencias del modelo anterior y se explica como sigue:

1. Planificación de una Hoja de trabajo para investigar, en la práctica pre-profesional, sobre los problemas profesionales de su especialidad.

2. Orientación y tratamiento del contenido matemático para el desarrollo de la Hoja de trabajo.

3. Realización de talleres para el análisis y discusión de las actividades de la Hoja de trabajo y la definición de los problemas profesionales.

4. Modelación matemática de problemas profesionales, vía ecuaciones diferenciales. Ejemplificación de la metodología

El ejemplo que se muestra a continuación tiene en cuenta las dos dimensiones del modelo didáctico.

I. Orientación de la hoja de trabajo.

Acción del profesor: conformar los equipos de trabajo y orientar las actividades que le corresponde y explicar de forma detallada cada una de las actividades de la Hoja de Trabajo.

HOJA DE TRABAJO

Asignatura: Matemática II Año: primero. Semestre: segundo

Objetivo. Caracterizar los problemas profesionales biotecnológicos y tecnológicos que puedan encontrarse durante el desarrollo de la práctica pre-profesional.

A continuación, te relacionamos cinco situaciones relacionadas con los problemas de la profesión a los cuales te enfrentarás en el desarrollo de la práctica laboral. En cada uno de ellos deberás realizar las actividades que se indican.

¿Cómo motivar a los estudiantes de ingeniería Agrícola hacia la modelación matemática de problemas profesionales?

1. La propagación de plagas en los cultivos es un fenómeno frecuente. Estas causan un daño enorme si no se controlan por lo que resulta necesario su estudio. Uno de los métodos más efectivos para el estudio de este fenómeno es la modelación matemática, pero para su aplicación se necesita de toda la información posible por lo que te invitamos a realizar las siguientes actividades al respecto.

a) Investiga cuáles son las principales plagas que atacan a los cultivos de la entidad agrícola donde realizas la práctica laboral.

b) ¿Cuál es su velocidad de propagación con respecto al tiempo?

c) ¿Cuáles son las medidas para el control de las mismas?

2. La maquinaria agrícola, las bombas para agua son muy utilizadas en las labores agrícolas. Su sobreexplotación ocasiona roturas frecuentes producto del recalentamiento del motor, de cables eléctricos deformados, de este problema investigue:

a) ¿Cuál es la temperatura que indica que el motor de un tractor o de una bomba para agua se ha sobrecalentado?

b) ¿Qué medidas adoptan los operarios ante la situación anterior?

3. Estudiar la resistencia de las estructuras que sirven de soporte a los sistemas de riego y otros implementos agrícolas es de gran utilidad para la prevención de posibles averías, Investigue:

a) Los materiales con los que fueron construidos las estructuras que observaste.

b) El nivel de flexión que han sufrido debido a la carga soportada.

4. El uso de fertilizantes, como la UREA, es muy frecuente en la agricultura. Investigue la forma de preparación para su uso foliar teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

a) Nivel de concentración de la UREA en agua.

b) Dosis por cada metro cuadrado.

c) Nivel de contaminación del suelo provocado por los plaguicidas.

5-. El uso de las energías renovables es de gran importancia para la agricultura. Investigue si en la entidad donde usted desarrolla la práctica pre-profesional se hace uso de ella y como. Antes de desarrollar las actividades de la Hoja de trabajo, como parte de la preparación previa, se trabajaron los contenidos precedentes, habilidades básicas y elementales a través de los siguientes ejercicios.

1. Halle el valor de x en cada caso:

a) $2^x = \sqrt{2}$

b) $\frac{1}{3^x} = 27$

c) $\left[\frac{2}{3}\right]^x = \frac{4}{9}$

d) $e^{\frac{1}{x}-1} = 1$ Dadas las funciones $y = e^{0,5x}$ $y = e^{-0,5x}$, obtenga los gráficos y analice sus propiedades.

2. Despejar t en las siguientes expresiones:

a) $e^{2t} = 8$

b) $\frac{1}{e^t} = 2$

c) $h = 2$

3. Calcule el valor de k en las siguientes expresiones:

a) $e^{2k} = 1,0120$

b) $e^{-0,0k} = 0,234$

c) $\frac{1}{e^k} = 0,0002$

d) $h e^{0,2k} = 0,0012$

e) $e^{h 0,1k} = 1,1245$

4. Obtenga el gráfico de la función $y = 0,0124e^x$.

5. Exprese en términos matemáticos las siguientes proposiciones:

a) La velocidad de un cuerpo igual a la variación de su desplazamiento con respecto al tiempo.

b) La intensidad instantánea de la corriente eléctrica se expresa como la variación de la carga con respecto al tiempo.

c) El crecimiento de una población con respecto al tiempo proporcional a la población en un instante t.

d) La variación del peso de un individuo en un período de tiempo.

e) El decrecimiento de una sustancia N en un período de tiempo.

f) La disminución de la temperatura de un metal proporcional a la diferencia de la temperatura del objeto y la temperatura ambiente.

II. Realización de talleres para el análisis de los resultados de la Hoja de trabajo y la definición de los problemas profesionales.

1. Nivel de contaminación del suelo

En un año el suelo elimina el 48 % del plaguicida, por lo que permanece el 52 %. Si se comienza con una dosis "a", encuentre la función que modele este proceso.

¿Cómo motivar a los estudiantes de ingeniería Agrícola hacia la modelación matemática de problemas profesionales?

Dosis inicial: a

En un año permanece en el suelo $a * 0.52$ g d pl

En dos años $a * 0.52 * 0.52$ g d pl

En tres años $a * 0.52 * 0.52 * 0.52$ g d p

En n-años $a * 0.52^n$ g d pl

Luego la función que describe este proceso es:

$f(x) = a * 0.52^x$. Función exponencial de base 0.52, con $a > 0$. (figura 2)

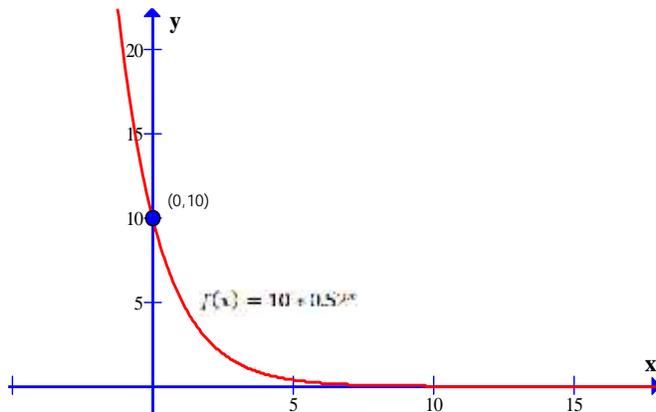


Figura 2. Gráfico de la función. Fuente: propia

2. Una planta de maíz, al germinar, tiene inicialmente H_0 de altura. Pasado un tiempo t su altura medida es de $\frac{3}{2} H_0$. Suponiendo que la planta continúe creciendo exponencialmente con un índice constante, encuentre la ecuación diferencial que exprese tal situación.

3. La degradación un terreno está expresada a través de la ecuación diferencial $\frac{d}{dt} = -0.1825y$. Resolver dicha ecuación sujeta a la siguiente condición $(0; 0.37)$.

4. Suponiendo que la porosidad de un suelo está condicionada a la presión que ejercen los equipos agrícolas sobre él, esta se puede expresar a través de la ecuación $\frac{d}{dp} = -kP_0$, donde P : porosidad y p es la presión. Si inicialmente la porosidad del suelo es de 37% y para una presión de $1.5k / c^2$ la porosidad es de 22.7%, cuál será la porosidad para una presión de $2.5k / c^2$.

La realización de los talleres a partir de la hoja de trabajo desarrollada por los estudiantes, en la práctica laboral, permitió la definición del siguiente problema de la profesión y su posterior modelación matemática, vía ecuaciones diferenciales.

Información suministrada por los estudiantes: la urea granulada se le suministra al suelo para propiciarle al mismo nitrógeno, esta, se aplican cinco toneladas por caballería lo que significa $0.37k /m^2$ y se degrada aproximadamente a los cinco días. Con la información anterior, conjuntamente con los estudiantes se logró definir el problema de la profesión. Más del 90% de la urea producida se emplea como fertilizante (figura 3). Se aplica al suelo y provee de nitrógeno a la planta. Para el cultivo del arroz se aplica $0.37k /m^2$. Si pasado cinco días queda en el suelo alrededor del 0,1%, encuentre un modelo matemático, vía ecuaciones diferenciales, que permita predecir la cantidad de urea en cada instante de tiempo.



Figura 3. Fertilización del suelo. Fuente: <https://www.google.com/search?q=UREA+granulada>

Búsqueda de la vía de solución

Designación de variables:

$u(t)$: cantidad de urea que queda en el suelo.

t : tiempo.

Como se trata de la variación de un parámetro (degradación de la urea) con respecto al tiempo, la ley que gobierna a este problema es: $\frac{d}{dt} = -k$

Solución matemática del modelo

$$U(t) = Ce^{-kt}$$

Condiciones de fronteras

$$\text{Para } t = 0 \quad U(0) = 0.37k /m^2: C = 0.37 \quad U(t) = 0.37 e^{-kt}$$

$$\text{Para } t = 5 \quad U(5) = 0.001k /m^2.$$

$$0.001 = 0.37e^{-5k}$$

$$0.0027 = e^{-5k} \text{ Introduciendo logaritmo natural}$$

$$-5.9135 = -5k$$

$$k = 1.1825 \quad U(t) = 0.37 e^{-1.1t} \quad \text{MODELO}$$

Análisis de los resultados

$$\text{Para } t = 0 \quad U(0) = 0.3 e^{-1.1} \cdot 0 = 0.37k /m^2$$

$$\text{Para } t = 5 \quad U(5) = 0.3 e^{-1.1} \cdot 5 = 0.001k /m^2$$

Validación del modelo

Calcular la cantidad de urea que hay en 3 días. Figura 4

$$U(3) = 0.3 e^{-1.1} \cdot 3 = 0.01k /m^2$$

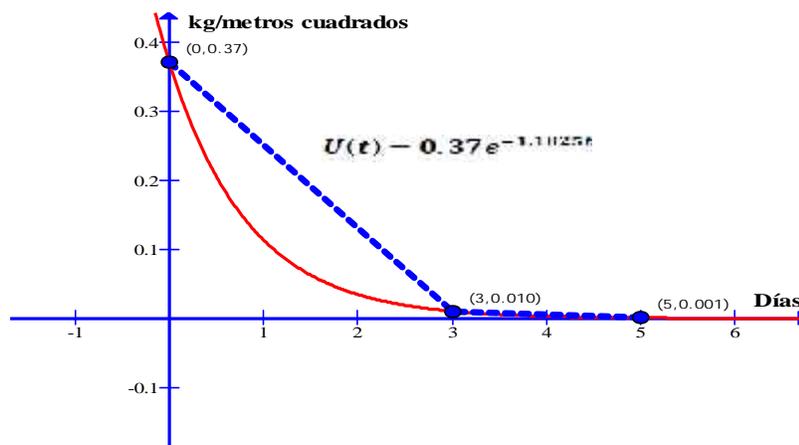


Figura 4. Soluciones particulares del modelo. Fuente: propia

Resultados obtenidos

De forma general se logró el 96.15 % de aprobados en la prueba pedagógica de salida y al realizar la prueba de hipótesis con la utilización de la prueba estadística no paranéfrica: Kolmogorov-Smirnov para dos muestras pequeñas con una cola permitió validar, con un mayor grado de confianza la investigación para una muestra pequeña y para una cola que permiten comparar, con un determinado nivel de confianza, que es asumido por el investigador, el estado final del grupo, luego de aplicada la metodología, con su estado inicial.

Conclusiones

La metodología didáctica aplicada demostró que:

1. Es posible estructurar el contenido de la asignatura de Matemática II de manera que responda a las especificidades de la formación del ingeniero agrícola.
2. La inserción de la asignatura de Matemática II, a través de una Hoja de trabajo, en la práctica laboral de los estudiantes permitió la determinación de problemas profesionales por parte de los estudiantes.

3. La aplicación de la metodología elevó el nivel de motivación de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Agrícola hacia el estudio de la Matemática y su aplicación al estudio de los problemas de su profesión.
4. Los profesores de la disciplina de Matemática se interesaron por aplicar la metodología en los estudiantes de otras carreras de ingeniería.

Referencias bibliográficas

1. Villa JO, Sánchez JC & Rendon PM. Formative assessment of pre-service teachers knowledge on mathematical modeling. Mathematics. Mathematics. 2021; 9(1): 851. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/math9080851>
2. Molina JMA. Experiencia de modelación matemática como estrategia didáctica para la enseñanza de tópicos de cálculo. UNICIENCIA; 2017. 231(2): 19-36.
3. Santander A. Propuesta metodológica para desarrollar la habilidad modelar desde los sistemas de ecuaciones lineales en la Carrera de Ingeniería en sistemas de la ULEAM [Universidad de Holguín, Facultad de Informática y Matemática, Departamento]; 2017. Disponible en: <http://repositorio.uho.edu.cu/jspui/handle/uho/4450>.
4. Morales RI. El proceso formativo de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecánica. Revista Ingeniería Mecánica. Universidad de Camagüey. 2018. Disponible en: <http://www.eumed.net/rev/atlante/2018/01/estudiantes-ingenieria-mecanica.html>
5. Plaza LFG. Obstáculos presentes en modelación matemática. Caso ecuaciones diferenciales en la formación de ingenieros. Revista Científica. 2016. (25): 176-187. Disponible en: <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2016.25>.
6. Brito MLV, Alemán IR, Fraga EG. Papel de la modelación matemática en la formación de los ingenieros. Revista Ingeniería Mecánica. 2011, 14(2): 129-139
7. Hernández NAM. Modelo didáctico para el aprendizaje de la modelación matemática a través de las ecuaciones diferenciales. Acta Simposio de Matemáticas y Educación Matemática. 2017; Colombia, 1-86p.
8. Pérez VV. El desarrollo de la modelación como habilidad matemática. una necesidad social. Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo. 2020, (5). Disponible en: <https://www.eumed.net/rev/atlante/2020/05/modelacion-habilidad-atematica.html>

¿Cómo motivar a los estudiantes de ingeniería Agrícola hacia la modelación matemática de problemas profesionales?

9. Ortega FAQ, Pérez OAS, Tarrá LL & López EA. Modelado Matemático de la Transferencia de Calor del Proceso de Escaldado de Zanahoria (*Daucus carota* L.). Revista Información tecnológica. 2017, 28(6): 3-10.
10. Plaza LFG. Modelación matemática en ingeniería. IE Revista de investigación educativa de la REDIECH. 2016,7(13): 47–57.
11. Fuentes H & Álvarez I. Dinámica del proceso docente educativo en la educación superior. Monografía. CEES "Manuel F. Gran". Santiago de Cuba. Ediciones Universidad de Oriente. 2018. Disponible en:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2077-29552018000200007

Contribución de autoría

El autor se encargó del diseño y ejecución de la metodología didáctica, así como de sus resultados con el apoyo del Profesor Principal del Año Académico.

Conflicto de intereses

No existen conflictos de intereses.

Autor

Salvador Fonseca Nueva. Profesor auxiliar. Máster en Ciencias de la Educación. Jefe de Departamento de Ciencias Básicas e Informática Aplicada. Universidad de Granma.

