RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS MATEMÁTICOS VINCULADOS A LA PRÁCTICA AGRÍCOLA

RESOLUTION OF LINKED MATHEMATICAL PROBLEMS TO THE AGRICULTURAL PRACTICE

M. Sc. Israel Martínez Castañeda (0000-0003-0785-1230), Universidad de Matanzas

israel.martinez@umcc.cu

M. Sc. Mercedes Pérez Lovio (0000-0002-3490-9728), Universidad de Matanzas

Resumen

Partiendo de la necesidad que tiene el país de formar egresados de la educación superior en la rama agrícola y la opinión que tienen los alumnos de la carrera de Agronomía cuando llegan a la universidad sobre el uso de la Matemática para resolver los problemas de su especialidad ,los autores de este trabajo apoyados en la experiencia como docente y los planteamientos de varios investigadores sobre este tema, ofrecen una recopilación de situaciones prácticas en las unidades del programa de Matemática Superior relacionados con el álgebra, el cálculo diferencial y la actividad agrícola, los cuales le permitirán a los estudiantes ver la Matemática como una herramienta indispensable para su futura labor una vez culminado sus estudios.

Palabras claves: *resolución de problemas; derivadas e integrales, ecuaciones diferenciales*

Summary

Based on the country's need to train graduates of higher education in the agricultural branch and the opinion that students of the Agronomy degree have when they arrive at the university on the use of Mathematics to solve their specialty problems, The authors of this work supported by the experience as a teacher and the approaches of several researchers on this subject, offer a compilation of practical situations in the units of the Higher Mathematics program related to algebra, differential calculus and agricultural activity, which they will allow students to see Mathematics as an indispensable tool for their future work once their studies are completed.

Keywords: *resolution of problems; derived and integral, differential equations*

ISBN: 978-959-16-5074-0

La Enseñanza Superior cubana tiene entre sus componentes la vinculación de los contenidos teóricos con los prácticos, ya que es evidente lo inútil que es formar un profesional, que el mejor de los casos tenga conocimientos teóricos, y no sepa llevar estos a la práctica productiva, sobre todo si ésta se relaciona con la producción de alimentos y otros insumos que dependen de la explotación de la tierra, de forma sostenible y que contribuyan en fin al bienestar en general del país. Según Bagué, Bravo y Morales (2021) la resolución de problemas es considerada en la actualidad el centro de la enseñanza por su carácter práctico en las distintas esferas de la vida, pero en opinión de los autores de este trabajo, en la práctica no sucede así.

Es muy frecuente que los alumnos del primer año de agronomía cuando llegan a la Universidad de Matanzas no tengan noción de las aplicaciones de los contenidos matemáticos en su carrera. Cuando se realizó una encuesta entre ellos los resultados dieron como norma que un gran porciento de los consultados, aunque presumían de su importancia, no tenían idea en que dimensión y aspectos la Matemática podía ayudarlos en su desempeño como ingenieros agrónomos.

No es de extrañar que esta situación exista, ya que la enseñanza de la asignatura en cuestión se realiza de forma tal que los profesores en los niveles precedentes, se limitan a la presentación de los contenidos, y si bien se trabaja limitadamente en la resolución de problemas, no se efectúa de forma adecuada en los temas relacionados con el álgebra y las funciones, así como sus aplicaciones prácticas en la vida cotidiana, o al menos así los alumnos lo consideran; menos aún en situaciones que tienen que ver con la agricultura.

Esto tiene que ver además con el tiempo limitado que existe para el cumplimiento de los programas de la asignatura en estos niveles, así como en la edad tan difícil en que los alumnos transitan por el preuniversitario, téngase en cuenta que, si bien este trabajo no tiene como objetivo el estudio de la madurez intelectual de los alumnos en esta etapa de su vida, es un aspecto a tener en cuenta cuando se valoran los motivos que sustentan esa situación, el cual no debe ser menospreciado.

También el mal uso de las nuevas tecnologías es otra situación a valorar, ya que cada día es mayor el acceso de estos medios a todas las familias cubanas, y no siempre existe una guía por parte de los padres u otros miembros del entorno familiar que propicien un uso óptimo de estas posibilidades de la vida moderna, por tanto el tiempo para la preparación de los más jóvenes se desperdicia en

ISBN: 978-959-16-5074-0

cuestiones que en la mayoría de los casos no tienen nada que ver con situaciones prácticas y menos aún con la Matemática.

Todos los antecedentes anteriores traen como consecuencia que las habilidades y hábitos de los estudiantes al llegar a las aulas universitarias sean limitados, a esto también se suma que las asignaturas se multiplican y a pesar de existir una planificación adecuada, el factor tiempo incida sobre los alumnos y sus resultados, como asegura Hidalgo (2019), cuando dice que la falta de tiempo para dedicarse al curso, debido a que deben atender otras asignaturas, poca dedicación personal, falta de atención y organización, falta de conocimientos previos y no asistir a clases, entre otros, son factores que contribuyen al fracaso escolar de los alumnos en el primer año

Por todo lo anterior los autores de este trabajo consideran necesario poner a disposición de los estudiantes y en correspondencia con la línea directriz resolución de problemas, un conjunto de situaciones prácticas que se resuelven utilizando la teoría del cálculo diferencial e integral y del Algebra que se aborda en el desarrollo del programa de Matemática para la carrera de Agronomía, contribuyendo de esta forma a su posterior aplicación una vez que estén ejerciendo en un futuro próximo la profesión en una entidad productiva.

El tema que se aborda, por la importancia que reviste, han sido motivo de investigación por diferentes autores como Vázquez (2016), Chávez, Sabín, Toledo y Jiménez, (2013), León, Díaz, León y Barrera, J (2016), entre otros: los cuales nos indican la necesidad de crear conciencia sobre los usos que pueden tener los contenidos matemáticos en los procesos agropecuarios y sirvieron como sustento teórico y práctico para la conformación de este trabajo, que tiene la importancia de ofrecer un conjunto de elementos que contribuyan en señalar el papel que juega la asignatura en la práctica agrícola.

Los alumnos que arriban a la universidad experimentan un cambio significativo en lo que se refiere a los contenidos matemáticos y el tratamiento que se exige en su impartición, ya que según Vázquez (2016), las matemáticas tienen la reputación de materia difícil y la investigación matemática ha sido y es aún considerada por muchos como una abstracción alejada de la vida práctica. Las matemáticas son respetadas en la educación elemental en su rama utilitaria, es decir, saber las cuentas, fracciones, un poco de álgebra y la geometría básica.

ISBN: 978-959-16-5074-0

También el citado autor dice que son usadas en algunas enseñanzas superiores como filtro de entrada; cuestión con la que los autores de este trabajo están plenamente de acuerdo, debido a que solo es necesario escuchar los planteamientos que hacen los alumnos y profesores durante la realización de los exámenes finales y en el cierre de curso, así como los padres y otros familiares, para dar crédito a lo planteado

Las matemáticas tienen vital importancia en todos los tipos de enseñanzas, desde su nacimiento el ser humano necesita contar y clasificar los objetos de su entorno, estas acciones se van complejizando paulatinamente y cuando se ingresa en el sistema educativo se comienzan a realizar de forma sistémica, es evidente que en la educación primaria, secundaria y preuniversitaria se le da a la Matemática un lugar preponderante. Pese a todo lo relacionado, aún existen muchas personas que no ven en su justa dimensión el rol que juega la Matemática, asegura Vivas (2018), que existen prejuicios sobre lo que es un profesor de matemáticas y el papel real que juega la asignatura, que las ideas que tienen las personas sobre sus aplicaciones son limitadas

El Plan de Estudios “E” de Agronomía, plantea la Matemática que desarrolla el pensamiento lógico del estudiante al modelar e interpretar las variaciones de magnitudes con respecto a otras, así como su efecto en fenómenos concretos como son el análisis del comportamiento de plagas y enfermedades o la productividad y la eficiencia del proceso productivo, además que las aplicaciones del Calculo Diferencial e Integral, las Ecuaciones Diferenciales y la Programación Lineal permiten la articulación de los contenidos estudiados.

Realizándose este proceso mediante la modelación y resolución de fenómenos físicos, químicos, biológicos, así como de producción y mecanización agrícola, que se le proporcionarán en diversas asignaturas durante su formación profesional. Los autores de esta monografía piensan que estos planteamientos ponen en evidencia el papel que juega la Matemática en la formación y vida laboral de Ingeniero Agrónomo, ganar en conciencia sobre el tema y que se le preste la atención requerida a este aspecto para lograr su adecuado cumplimiento, sobre todo a la solución de problemas de aplicación, ya que según Sánchez y Ortega (2022), afirman que una enseñanza basada en la solución de situaciones problémicas permite asimilar los sistemas de conocimientos y los métodos de actividad intelectual práctica, educa hábitos de asimilación de conocimiento y motiva el interés cognoscitivo

Según Maravall (2013), sobre dos grandes categorías de problemas biológicos tienen aplicación las Matemáticas, unos son los relativos al funcionamiento de los seres vivos, los otros los relativos al comportamiento de los seres vivos. Es preferentemente en la segunda categoría donde encuentran aplicación los métodos propios de la Estadística y del Cálculo de Probabilidades.

Aseguran Chávez, Sabín, Toledo, Jiménez, (2013), que existe una gran variedad de problemas donde se utilizan las herramientas matemáticas en estas ciencias. Afirman Vera, Maldonado, Cornejo, Sánchez y Lagos (2022), que para agruparlos y diferenciarlos se consideraron tres clases de problemas básicos fundamentales:

1. Problemas de Optimización: Aquí se enmarcan los problemas fundamentales de carácter agropecuario que puedan ser resueltos aplicando teoría de extremos, es decir, hallar el valor óptimo de una función que esté sujeta, o no, a ciertas restricciones
2. Problemas Estadísticos: Son aquellos problemas relacionados con las especialidades agropecuarias que se solucionan a través de métodos estadísticos descriptivos e inferenciales.
3. Problemas para obtener cálculos y relaciones entre magnitudes: Son aquellos problemas agropecuarios los cuales se solucionan a partir de la modelación matemática utilizando como herramienta temas tales como: dependencia funcional entre magnitudes, derivadas, integrales y ecuaciones diferenciales.

Cuando se revisan los temas a impartir por la Matemática, en el Plan de Estudios “E” de Agronomía, y que sirvieron de base para conformar el programa de la signatura, aparecen, Nociones de Algebra Lineal y Geometría Analítica, Calculo Diferencial, Calculo Integral, Ecuaciones Diferenciales y Optimización de los Procesos Agropecuarios

Es frecuente que gran parte de estos aspectos se impartan formalmente, de acuerdo con la literatura existente, donde solo aparecen los temas en su forma teórica y técnica, con unas pocas aplicaciones; también la dinámica del proceso docente y la gran cantidad de contenidos para un poco tiempo, unido al bajo nivel de asimilación de los estudiantes hacen que los profesores desatiendan las aplicaciones, ya que existe la opinión que si los alumnos aun no conocen las definiciones y procedimientos para realizar ejercicios formales, como van a pasar a realizar ejercicios de aplicación.

La situación anteriormente descrita constituye un error, ya que precisamente si el estudiante conoce las aplicaciones que tienen los contenidos en su especialidad, puede motivarse más, adquiriendo conciencia sobre la necesidad que tiene dominar estos aspectos, y esto se logra resolviendo problemas vinculados a la práctica, contribuyendo en la obtención de mejores resultados docentes, sobre este aspecto Valbuena, Muñiz y Berrio (2020), aseguran que la resolución de problemas es la actividad más complicada e importante que se plantea en Matemáticas. Los contenidos del área cobran sentido desde el momento en que es necesario aplicarlos para poder resolver una situación problemática, es por eso que a continuación se presentan varios ejemplos de aplicación de los diferentes temas de la asignatura:

Ejemplo 1: Una entidad agrícola se dedica al cultivo de arroz, frijol, yuca y papa. En el mes de febrero su plan de producción en decenas de quintales

Se puede en este caso presentar una tabla organizada en semanas (filas) y cultivos (columnas)

Las preguntas a responder serian:

a) Si la delegación provincial del Ministerio de la Agricultura plantea duplicar el plan. ¿Cómo quedará conformado el éste?

b) Si el precio de venta de los productos por quintal, se comporta como sigue: arroz $300.00, frijol $900.00, yuca $200.00 y papa $ 100.00. ¿Cuál será el ingreso a la semana de la entidad, de mantenerse el plan inicial?

c) Si los costos iníciales para producir por semanas de la entidad son, semana 1: $14000.00, semana 2: $30000.00, semana 3: $33000.00 y semana 4: 10000.00. ¿Cuál es la ganancia, según el plan inicial, por semana de la entidad?

Las posibles respuestas estarán dadas por:

A partir de los datos, y aplicando su concepto, se forman las matrices: matriz de producción (P), matriz precio de ventas (P_v) y matriz de costos por semana (C). Después se procede a contestar cada pregunta

a) Se expresa el duplo de la matriz P, 2P y se efectúa su cálculo

b) Se obtiene la matriz ingreso (I), multiplicando la matriz de producción (P) por la matriz de precio de venta (P_v), esta matriz obtenida debe ser multiplicada por 10, ya que la producción se expresa en decenas de quintales (10I)

ISBN: 978-959-16-5074-0

c) En este caso se debe expresar la matriz ganancia (G), como la diferencia de la matriz de ingresos (I) y la matriz costo (C), es decir: G=I – C

En todos los casos se deben escribir las respuestas verbales a cada pregunta en específico y traducida al problema que se presenta, ya que es una dificultad que, por experiencia de los autores, traen los alumnos de los grados precedentes

Este ejemplo se puede presentar a la primera clase del tema I: Nociones de Algebra Lineal y Geometría Analítica, Matrices. Calculo con matrices; con su ejecución se ponen a disposición de los estudiantes las aplicaciones que puede tener en la labor del ingeniero agrónomo en al frente de la producción de una entidad cualquiera, ya que enseña el uso de las matrices en la organización de los datos y el posterior calculo con estos. De esta forma las operaciones sumas, adición, multiplicación por un escalar y entre matrices se imparten señalando su parte utilitaria

A continuación, se presenta otro ejemplo que tiene que ver con las múltiples aplicaciones que tiene la derivada de una función de una variable

Ejemplo 2: Un horticultor desea construir un tanque abierto de agua con una base cuadrada horizontal y lados rectangulares verticales. El tanque debe tener una capacidad de 200 m^3 de agua. El material con que se construirá el tanque tiene un costo de $120 por metro cuadrado. ¿Cómo minimizar los costos para la construcción del tanque?

Paso I: Las variables son dimensiones del tanque y el costo de los materiales.

x = longitud de un lado de la base

y = altura del tanque.

Área del tanque = A   Costo = 120 A (En este caso hay que tener presente que el área total del prisma consta de una sola base y que es cuadrada)

$A = x^2 + 4xy \qquad V = 200m^3 = x^2 y \qquad \therefore\ y = \dfrac{200}{x^2}$, se procede a multiplicar 120 por A y se sustituye y en ésta:

$C = 120x^2 + 480xy \quad \Rightarrow \quad C = 120x^2 + 480x\left(\dfrac{200}{x^2}\right)$ luego $C = 120x^2 + \dfrac{96000}{x}$

ISBN: 978-959-16-5074-0

Para minimizar, derivamos la función: $C' = 240x - \dfrac{96000}{x^2}$

Igualamos: $C' = 0 \quad \Leftrightarrow \quad 240x - \dfrac{96000}{x^2} = 0 \quad \Leftrightarrow \quad 240x^3 - 96000 = 0 \quad x^3 = 400 \quad \Leftrightarrow$

$x \approx 7{,}368m$

Se puede verificar por el criterio de la primera derivada la existencia de un mínimo de la función C, y llegar al valor de $y \approx 3{,}684m$

Luego la respuesta es que para que el costo del tanque sea mínimo se requiere que la longitud del lado de la base debe ser de 7,368 m y la altura del tanque debe ser de 3,684 m

Este ejemplo puede ser utilizado para señalar la aplicación de la derivada en la optimización de los costos, cuestión muy importante en todo proceso productivo, se ubica en el tema II: Calculo Diferencial y su ubicación es en la clase correspondiente al cálculo de extremos y monotonía de funciones de una variable real, puede ser como situación problemita al inicio para lograr la motivación y después como ejemplo a resolver o dejar su solución para el estudio independiente, en ambos casos logra que el estudiante conozca el uso de la derivada en el trabajo del ingeniero agrónomo.

A continuación, otro ejemplo del uso de la derivada, concretamente del diferencial de una función de dos variables y su significado

Ejemplo 3: Calcular aproximadamente el aumento o disminución del volumen de un silo cilíndrico utilizado para guardar granos con un radio de 4 m y una de altura 6 m, si estos varían en $\Delta r = 0.002$ m y $\Delta h = 0.004$ m.

En este caso lo primero que debemos hacer es expresar la relación existente entre el volumen, el radio y la altura del cilindro mediante una relación funcional que me permita emplear el diferencial como aproximación de la variación del volumen:

Definamos las siguientes variables

Sean r radio del cilindro

h altura del cilindro

V volumen del cilindro de radio r y altura h

ISBN: 978-959-16-5074-0

Determinemos la relación funcional entre las mismas. De geometría sabemos la fórmula que nos permite determinar el volumen a partir del radio y la altura

$$V = \pi r^2 h$$

La relación funcional será: $V(r,h) = \pi r^2 h$

Esta es una función de dos variables donde la variable V depende de r y h.

Determinemos el incremento del volumen ΔV con ayuda del diferencial. Como sabemos $\Delta V \approx dV$. Hallemos el diferencial: $dV = \frac{\partial V}{\partial r} dr + \frac{\partial V}{\partial h} dh = 2\pi rhdr + \pi r^2 dh$

De acuerdo con los datos $r = 4m, \quad h = 6\ m, \quad \Delta r = 0.002\ m, \quad \Delta h = 0.004\ m$ y sustituyendo en la expresión anterior resulta:

$dV = 2 \cdot 3.14 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 0.002 + 3.14(4)^2 0.004 \approx 0{,}5024$, como el resultado es positivo, aumenta el volumen del cilindro. Entonces, la respuesta es: El volumen aumenta en 0,5024 m^3.

Este ejemplo es útil para el cálculo aproximado de magnitudes y se puede efectuar cuando se imparta la clase donde se introduzca el diferencial, su aproximación con el incremento de la función, así como su significado; tiene la utilidad de dar la idea más exacta posible de la capacidad real, en este caso, de almacenaje de una determinada empresa, se puede orientar como parte de la motivación del la clase y posterior ejemplo a resolver con los alumnos, o de otra forma dejarlo para después.

El diferencial puede emplearse también para determinar el error que se produce al emplear una fórmula para el cálculo de una cierta magnitud que depende de otras magnitudes cuyos valores se conocen con incierto error

A partir del ejemplo anterior vea:

Error absoluto: $\|dV\|$ error relativo: $\frac{\|dV\|}{V}$ y error porcentual: $\frac{\|dV\|}{V}.100$

Si aplicamos esto al ejemplo propuesto tenemos que: Error absoluto: $\|dV\| = 0{,}5024m^3$, Error relativo: $\frac{\|dV\|}{V} = \frac{0{,}5024}{301{,}44} \approx 0{,}0017$, Error porcentual: $\frac{\|dV\|}{V}.100 \approx 0{,}17\%$

Como se puede ver lo que aumenta el volumen del tanque es una parte significativamente pequeña, que no llega al 1 %

Dado lo anterior, esto permite tener más exactitud en la comparación de la magnitud obtenida, ya que en ocasiones cuando se realiza un ejercicio de este tipo y no se compara adecuadamente se puede pensar que la variación obtenida es muy grande o muy pequeña, luego al ver que parte es lo obtenido del total o qué porcentaje significa de éste, da una idea más adecuada la situación en cuestión.

Para seguir, se ofrece un ejemplo que tiene que ver con el cálculo de la integral definida y su significado geométrico:

Ejemplo 4: Se necesita sembrar de plátano un terreno trapezoidal rectangular, de un kilometro de ancho, que limita al fondo con un rio que describe un meandro donde la relación de profundidad es igual al cubo del ancho aumentado en 3 km.

a) ¿Cuántas hectáreas (ha) de plátano se van a sembrar?

b) Si los ingresos pueden ser de $ 6021,58 /ha. ¿A cuánto pueden ascender los ingresos cuando realice la cosecha?

Respuesta: Ancho del terreno: $x = 1\,km$ Profundidad del terreno: $y = x^3 + 3$

Para hacer este ejercicio se debe realizar un croquis del terreno (figura de análisis) y expresarlo en un sistema de coordenadas rectangulares, donde aparezca la función cúbica $y = x^3 + 3$

$$A = \int_0^1 (x^3 + 3)dx = \frac{x^4}{4} + 3x \Big/_0^1 = 3{,}25 km^2$$

Para obtener las hectáreas realizamos la conversión:

Como $1\,km^2 = 100 ha$, entonces $3{,}25\,km^2 = 325 ha$

Por tanto, se van a sembrar 325 ha de plátano

b) Como los ingresos por hectárea pueden ser de $ 6021,58, entonces:

Luego los ingresos pueden llegar a:

$325 ha . \$6021{,}58 / ha = \$1957013{,}50$

Respuesta: Cuando se realice la cosecha los ingresos por el área sembrada de plátano pueden ser $ 1957013, 50

ISBN: 978-959-16-5074-0

Es evidente que el cálculo de área es para un ingeniero agrónomo fundamental, la mayoría de los ejercicios que aparecen en los libros de textos son formales y no obligan al estudiante a modelar situaciones que se presentan realmente. Este ejemplo perfectamente se puede realizar como parte de la Aplicaciones de la Integral al cálculo de aéreas, que aparece en el tema III, Calculo Integral, y puede contribuir también en el necesario dominio por parte de los alumnos sobre la conversión de medidas del Sistema Internacional de Unidades (SIU) a medidas agrarias.

Es por eso que como parte de este trabajo los autores determinaron ofrecer algunas equivalencias entre el SIU y las medidas agrarias más usadas

Equivalencia en el SIU

Una *hectárea* equivale a: 10 000 000 000 mm^2 , 100 000 000 cm^2, 1 000 000 dm^2, 10 000 m^2, 100 dam^2 o áreas, 1 hm^2 y 0,01 km^2

También en el ejemplo se presenta como llevar una situación práctica a un sistema de coordenadas rectangulares, cuestión que no siempre se trabaja y porque solo se utilizan los sistemas coordenados cuando se van a tratar temas que tienen que ver con la representación formal de funciones, aspecto que se pone en evidencia cuando la gran mayoría de los alumnos manifiestan no saber otros usos de las coordenadas cartesianas y mucho menos llevar una situación a un sistema.

Según Camoli-Sucuacueche (2020), el estudio de las ecuaciones diferenciales es un tema fundamental para la enseñanza de las matemáticas en la Educación Superior. El próximo ejemplo trata sobre la aplicación de las ecuaciones diferenciales en el control de plagas u otro proceso que tiene que ver con el cultivo de microorganismos

Ejemplo 5: Un cultivo tiene inicialmente una cantidad N_0 de bacterias. Para t=1 hora, el número de bacterias medido es de $3/2N_0$. Si la rapidez de multiplicación es proporcional al número de bacterias presentes, determine el tiempo necesario para que el número de bacterias se triplique.

Solución:

Sea N (t) el número de bacterias en el instante de tiempo t

Entonces $\frac{dN}{dt}$ nos da la rapidez de multiplicación de la población de bacterias y como esta es proporcional al número de bacterias en un instante dado se obtiene

$\frac{dN}{dt} = kN$ con $N(0) = N_0$

ISBN: 978-959-16-5074-0

Por el método de separación de variables: $\frac{dN}{N} = kdt$

De aquí al integrara se obtiene: $\ln N = kt + C^* \Leftrightarrow N(t) = Ce^{kt}$

Para t=0, N=N$_0$, entonces $N(0) = N_0 = Ce^0 = C$ y por tanto $N(t) = N_0 e^{kt}$

El valor de k se determina a partir del dato N (1) =3/2N$_0$

$\frac{3}{2}N_0 = N_0 e^k \Rightarrow e^k = \frac{3}{2}$ De donde se obtiene que $k = \ln\frac{3}{2} = 0.4055$.

En consecuencia $N(t) = N_0 e^{0.4055t}$

Para determinar el valor de t para que las bacterias se tripliquen nos planteamos la ecuación:

$3N_0 = N_0 e^{0.4055t}$

Despejamos t: $t = \frac{\ln 3}{0.4055} \approx 2.71$

Respuesta: Las bacterias se triplican en 2.71 horas.

Este ejercicio puede ser propuesto como problemática a resolver cuando se introduce el tema Ecuaciones Diferenciales y posteriormente pasar ser uno de los ejercicios de aplicación, para su realización hay que tener en cuenta el significado de la primera derivada, como rapidez de cambio o velocidad, ya que el modelo que se obtiene tiene como base esta propiedad, además de los otros conceptos que se introducen en la clase Ecuaciones diferenciales ordinarias, donde se enseñan aquellos que tienen que ver con la solución general de la ecuación diferencial y el valor inicial que permite obtener la solución particular

Para Huincahue (2022) la generación de modelos puede poseer múltiples usos y fuentes, que dependerán de cómo se guía su construcción o manipulación. En la situación que presenta es importante en la previsión de un cultivo de microorganismos o en la propagación de una determinada enfermedad producida por estos, del mismo estilo se pueden realizar aquellos que tienen que ver con la desintegración de la materia, como, por ejemplo, que tengan que ver con el tiempo que determinada sustancia que se aplicada en un cultivo está presente, ya sean un abono o cualquier plaguicida

Después de conocer la falta de información de los alumnos sobre las aplicaciones que puede tener la Matemática en la Agronomía, los autores de este trabajo piensan que el interés por la asignatura puede lograrse si los estudiantes conocen mejor la aplicación de los contenidos en su especialidad, que esto puede lograrse si el profesor que imparte las clases atiende debidamente éste aspecto, buscando formas y métodos para vincular los ejercicios, que pueden parecer formales a la práctica agrícola.

Que cuando se realiza un análisis de los temas que se imparten en la Matemática del primer año de la carrera, y se tiene conocimientos elementales sobre la dinámica de la producción agropecuaria, se encuentran en todas las temáticas situaciones que pueden ser vinculadas, siempre que no se realicen forzadamente, es decir que sean creíbles y acordes a los conocimientos que traen los alumnos, que estos pueden y deben actualizarse, ya que para modelar las diferentes situaciones tienen que integrar todo lo aprendido, durante la etapa precedente.

En cuanto a los ejemplos que se ofrecen por los autores, pueden ser una pauta para la confección de otros ejercicios de aplicación, que contribuyen a la vinculación entre la asignatura y el futuro trabajo de un ingeniero agrónomo, además tienen la certeza que el tema de esta investigación no está agotado, que puede ser enriquecido con nuevas y variadas ideas, como parte del trabajo que se realiza en las aulas y el intercambio entre los docentes de las diferentes asignaturas que forman el currículo de la carrera.

Referencias bibliográficas

Bagué, Y. M, Bravo, M. L. y Morales, Y. (2021), Una alternativa para lograr la inclusión educativa a través de la resolución de problemas matemáticos, Conrado vol.17 no.79 Cienfuegos mar.-abr. 2021 Epub 02-Abr-2021, http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442021000200303 a

Camoli-Sucuacueche, A. (2020), Enseñanza de ecuaciones diferenciales ordinarias mediante la resolución de problemas en la educación superior angoleña. Revista Científica Dominio de las Ciencias. Vol. 6, núm. 1, Enero-Marzo 2020, pp. 384-404. http://dominiodelasciencias.Com/ojs /index.php/es/index

Chávez, D., Sabín, Y., Toledo, V., Jiménez, Y. (2013). La Matemática: una herramienta aplicable a la Ingeniería Agrícola, Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas. Departamento de Matemáticas, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, http: //scielo.Sld.cu/scie lo.php?script=sci_ arttex t&pid=S2071-00542013000300014

ISBN: 978-959-16-5074-0

Hidalgo, R. (2019). Deserción y reprobación, desde el enfoque del estudiantado en la educación superior, en el curso de Matemática General1. Comunicación vol.28 n. 2 Cartago Jul. /Dec. 2019. **http://dx.doi. org/10.18845/rc. v28i2-2019. 49 26**

Huincahue, J. (2022). Interdisciplina en Educación Matemática – Características genuinas de la práctica interdisciplinar académica**. Revista Chilena de Educación Matemática.** Centro de Investigación de Estudios Avanzados del Maule, Universidad Católica del Maule, Talca, Chile**.** http://funes.uniandes.edu.co/31207/1/Huincahue2022Interdisciplina.pdf

León, I., Díaz, G., León, V. E., Barrera, J. (2016). Propuesta Didáctica para la Profesionalización del Proceso de Enseñanza Aprendizaje de la Matemática en la Formación del Ingeniero Agrónomo, Universidad "Hermanos Saiz Montes de Oca". Instituto Superior Pedagógico "Enrique J. Varona". Cuba. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México, https: // pdfs. Semantic scholar.org/ 706e /b8bf0c98 6fa0 7 25c247d90c7de8d6760460c.pdf

Maravall, M. (2013). La Importancia de las Matemáticas para la Biología y la Agricultura. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Valverde 22, 28004. Madrid. España

Sánchez, O. y Ortega, R. (2022). La evaluación de la matemática en carreras de perfil biológico usando la resolución de problemas. EdumedHolguín2022. XI Jornada Científica de Educadores de la Salud de Holguín,https://edumedholguin.sld.cu/index.php/edumedholguin 22 /2022/schedConf/presentations?searchInitial=R&track=

Valbuena, S., Muñiz, E. y Berrio, J. (2020). El rol del docente en la argumentación matemática de estudiantes para la resolución de problemas. Revista Espacios. Vol. 41 (Nº 09) Año 2020. Pág. 15. https://www.revistaespacios.com/a20v41n09/a20v41n09p15.pdf

Vázquez, J. L. (2016). Las Matemáticas y sus Aplicaciones, ayer y hoy. Retos del futuro. Departamento de Matemáticas. Universidad Autónoma de Madrid, Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. *http://www.uam. es/ personal _ pdi/ c iencias /jvazquez /MATCITE6.pdf*

Vera, R., Maldonado, K., Cornejo, R. Sánchez, B. y Lagos, J. (2022). Herramientas matemáticas aplicadas a la ingeniería agropecuaria. Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas. Vol. 15, No. 4, Mes: Abril, 2022, Pág. 90-100. **http://publicaciones.uci.cu**

ISBN: 978-959-16-5074-0

Vivas – Cortes, M. (2018). Las matemáticas, su importancia y algunas aplicaciones. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, https://www. Researc hgate. net/publi cation /326583574

ISBN: 978-959-16-5074-0