CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL CONTEXTUALIZADO EN ÁMBITO DE LA PROFESIÓN A PARTIR DE LA MODELACIÓN

MODELACIÓN MATEMÁTICA Y CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO

AUTORES: Hugo Tapia Sosa[1]

Otto Andrade Jaime[2]

Alejandro Eleodoro Estrabao Pérez[3]

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: aestrabao44@nauta.cu

Fecha de recepción: 27 - 09 - 2018 Fecha de aceptación: 18 - 11 - 2018

RESUMEN

La modelación matemática como estrategia de construcción del conocimiento del cálculo diferencial e integral en el proceso de investigación que se cumplió en la desarrollo de un proyecto de aula en la Carrera de Zootecnia en el segundo nivel permitió valorar la significación y pertinencia de la estrategia para mejorar sustancialmente el aprendizaje. Se utilizó como metodología a la observación en un contexto de trabajo social áulico que dinamizó al integrar los aportes de los trabajos autónomos independientes de los estudiantes. Los resultados evidenciaron que existen diferencias significativas entre un estado inicial y final de la experiencia, mejoraron su capacidad de análisis, interpretación de los datos, la capacidad de búsqueda de información y apropiación de los métodos de investigación, por consiguiente el trabajo de investigación sirvió para superar las insuficiencias de la resolución de problemas de cálculo que se manifestaban como problema.

PALABRAS CLAVE: Construcción del conocimiento del cálculo diferencial e integral; contextualización en el ámbito de la formación profesional; modelación del cálculo.

CONSTRUCTION OF THE KNOWLEDGE OF DIFFERENTIAL AND COMPREHENSIVE CONTEXTUALIZED CALCULUS IN THE FIELD OF PROFESSION FROM THE MODELING

[1] Licenciado en Ciencias de la Educación, Especialidad en Física y Matemática, Magister en Docencia, Mención Gestión en desarrollo del currículo. Profesor Titular. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales – Carrera de Ingeniería Zootécnica de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas – Ecuador. E – mail: hugotapia61@hotmail.com

[2] Ingeniero Civil. Profesor contratado. Catedrático de Matemática de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales – Carrera de Ingeniería Zootécnica de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas – Ecuador. E – mail: ottoandradej@hotmail.com

[3] Profesor Titular y Consultante de la Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Doctor en Ciencias Pedagógicas. Master en Ciencias de la Educación y Licenciado en Física. Catedrático de Matemática de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales – Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas – Ecuador. Coordinador de la Comisión de Grados Científicos de la Universidad de Oriente y experto de la Junta de Acreditación Nacional de Cuba. Especialista en Gestión Universitaria, Diseño Curricular, Didáctica de la Educación Superior y acumula experiencia en la Acreditación de procesos e instituciones universitarias.

ABSTRACT

Mathematical modeling as a construction strategy for the knowledge of differential and integral calculus in the research process that was accomplished in the development of a classroom project in the Zootechnics Career in the second level allowed assessing the significance and relevance of the strategy to improve substantially learning. The observation methodology was used as a methodology in a context of classroom social works that dynamized by integrating the contributions of independent works of the students. The results showed that there are significant differences between an initial and final state of the experience, improved their capacity for analysis, interpretation of data, improved the ability to search for information and appropriation of research methods, therefore the research work served to overcome the inadequacies of solving calculation problems that manifested as a problem.

KEYWORDS: Construction of differential and integral calculus knowledge; contextualization in the field of professional training; calculation modeling.

INTRODUCCIÓN

La dinámica de la modelación matemática juega un papel destacado en la construcción del conocimiento del cálculo diferencial e integral, es la herramienta que hace posible resolver los problemas y lograr un aprendizaje estratégico como construcción y expresión del conocimiento mediante modelos que posibilitan una mejor interpretación, simulación y resolución del problema, aunque en muchos casos tales aproximaciones no concuerden con la realidad, pero en todo caso el modelo es una visión simplifica de la situación que es objeto de investigación.

La metodología del presente artículo es cualitativa, la investigación es de revisión bibliográfica y de sistematización de las experiencias de aprendizaje autónomo desarrolladas por los estudiantes en el aula en el aprendizaje de cálculo diferencial e integral mediante la modelación de manera individual y colectiva de la carrera de Ingeniería de Zootecnia de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas y tiene como objetivo *valorar la pertinencia y efectividad de la aplicación de la estrategia de modelación matemática que propicia la apropiación de significado y sentido del proceso de construcción del conocimiento* con el fin de resolver las *insuficiencias que se expresan en la resolución de problemas del cálculo diferencial e integral en los contextos del aprendizaje autónomo y del ejercicio de la práctica pedagógica profesional.*

La modelación matemática como estrategia pedagógica fue estudiada en los estudiantes de la carrera de zootécnica y sus resultados observados en los aprendizajes demuestran la efectividad y pertinencia en el proceso de construcción del conocimiento matemático del cálculo diferencial e integral.

El conocimiento debe asumirse como un proceso crítico – reflexivo de las acciones que se orientan a la resolución de problemas, producto de la apropiación profunda del sentido y significado de los contenidos y métodos que se usan en un contexto problémico del cálculo diferencial e integral, relacionado con la formación profesional del estudiante. Por consiguiente el desarrollo de las investigaciones matemáticas, ha determinado que las formas en que el hombre obtiene el conocimiento para comprender y explicar los fenómenos que ocurren en su entorno, se deben en gran medida al papel preponderante que cumple la modelación. Así, la modelación como método del conocimiento científico según Flores y Yemail (2017) “Es el mecanismo o estrategia para la obtención de un modelo que exige un proceso eficaz por medio del cual se logra dar explicaciones e interpretaciones de los fenómenos de la naturaleza y de la sociedad” (p.12).

La construcción del conocimiento en la contemporaneidad, plantea un conjunto de desafíos frente al volumen gigantesco y creciente de la información, por consiguiente es imposible que en los procesos áulicos se pretenda su transmisión, lo que provoca buscar formas diferentes de aprender, hacer análisis, e interpretar la realidad. De ahí la importancia de la mediación pedagógica como proceso que encausa formular problemas, objetivos, hipótesis, búsqueda de información, apropiación y uso de las metodologías de sistematización de la información y sistematización de la comunicación, capacidades necesarias para la formación de la competencia profesional investigativa y desarrollo de la cultura del aprendizaje permanente.

Asociado al desarrollo de la formación profesional como resultado de la construcción del conocimiento, se deben asimilar los conocimientos y apropiarse de herramientas indagativas e innovativas con criterios razonables y que están en relación con capacidades del saber: conocer (conjunto estructurado de conocimientos sobre el mundo natural, sociocultural, las disciplinas del currículo y competencias cognitivas), ser (desarrollo del profesional como persona con responsabilidad ética y social), convivir (capacidad para trabajar y relacionarse con compañeros de trabajo o estudio, implica competencias comunicativas), hacer (conjunto de procedimientos y estrategias) [Delors, 1996; Tuning Educational Structures in Europe, 2003, García-García 2006] y emprender (usar el conocimiento en proyectos, tareas y acciones productivas) Tapia, E. (2018a) en condiciones muy diversas y cambiantes de los contextos.

Dar cuenta de la dinámica del desarrollo del conocimiento del cálculo diferencial e integral que se modela en el aula como una práctica situada, implicó conocer la efectividad de la estrategia de la modelación de la construcción del conocimiento que relaciona dialécticamente modelación con resolución, categorías que se sintetizan en el aprendizaje, sus regularidades de la síntesis que se configuran fueron observadas durante el semestre 2018 en los estudiantes del segundo ciclo de la carrera de Zootecnia de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres, con una guía de observación.

En la relación dialéctica de las categorías modelación y resolución de problemas de cálculo diferencial e integral en el contexto de la práctica preprofesional del estudiante zootecnista, la componente modelación hace relación a la graficación de las condiciones que subyacen en el problema, un modelo es una síntesis que expresa las relaciones e invariantes del todo en sus partes y las partes en el todo. En la componente resolución juegan un papel trascendente las habilidades del saber hacer y conocer que posibilitan aplicar un proceso de operaciones que derivan un resultado o solución del problema.

Un modelo se lo puede considerar como. “Un objeto que sobre la base de una analogía respecto a la estructura, función y comportamiento de un original correspondiente se crea y utiliza por lo sujetos para poder resolver una determinada tarea cuya realización por medio de operaciones directas en el original no es conveniente” (Ortega, Torres, Santos y López, s/a, p. 2), Según Tapia (2018b) expresa que: A partir de la representación se puede anticipar los resultados de su acción, sin necesidad de experimentar lo que va a suceder, puede predecirlo a partir de las características de su modelo del fenómeno o la situación de la que se esté ocupando. Esto le da un enorme poder sobre las cosas y sobre los otros seres vivos. Actuar mentalmente en el marco de una representación es mucho más rápido y más flexible que actuar sobre las cosas.

Así mismo, el mencionado investigador señala que disponiendo de un buen modelo se puede experimentar de forma más eficaz que si fuera preciso hacerlo de forma material, pues mentalmente pueden manejarse muchas más posibilidades y de forma más completa. Después de haber experimentado mentalmente es cuando puede realizarse el contraste con la realidad, que en todo caso es la última fase que posibilita las predicciones mentales. El lenguaje y la capacidad de utilización de sistemas abstractos de representación aumentan enormemente las posibilidades de actuar mentalmente, pero no es la causa, sino sólo el vehículo en el que se expresa el modelo.

La realidad a la que hoy se aboca la sociedad postmoderna dado su alto desarrollo científico tecnológico determina como condición sine qua non una elevación de los niveles de interpretación sistémica-estructural-funcional de los conocimientos matemáticos, en esa dinámica la modelación juega un papel importante puesto que, lo que caracteriza a la matemática son tres factores que hacen relación a: el desarrollo de las nuevas teorías matemáticas; las posibilidades de utilizar modelos matemáticos más precisos debido al desarrollo de los medios tecnológicos y el enfoque globalizado del objeto de estudio como consecuencia de los problemas complejos contextualizados, de socialización, sistematización de la información y comunicación de manera integradora de las funciones sustantivas de la universidad en la formación profesional.

Por consiguiente la formación de un profesional en la ingeniería de las ciencias zootécnicas necesita una formación matemática que logre el desarrollo de capacidades sobre la base de la dinámica de la formación de la competencia de la modelación matemática para la solución de problemas mediante la aplicación del cálculo diferencial e integral, aquellas capacidades hacen relación a las habilidades del saber: conocer, ser, convivir, hacer y emprender.

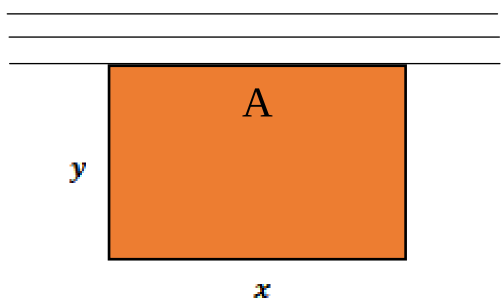
DESARROLLO

Los modelos son variados: lineales, circulares, tabulares, bidimensionales y tridimensionales, síntesis de configuraciones que se desarrollan mediante la aplicación de estrategias. A continuación se presentan modelaciones que se corresponden a problemas varios y que fueron desarrollados por los estudiantes en la solución de problemas de cálculo diferencial e integral:

Problema 1

Sobre la rivera de un río cuya orilla se supone rectilínea se desea alambrar una superficie rectangular de 10 hectáreas. Admitiendo que el costo de alambrado es proporcional a la longitud a alambrar, dimensionar el rectángulo para que el costo de alambramiento sea mínimo. Se supondrá que no se alambra sobre la rivera. Recuerda que 1 hectárea = a 10 000m^2. Si el alambrado se construye con 5 hilos y el rollo de 1000m vale $ 35. Calcule además el costo del alambre necesario.

Modelo



Resolución:

$L = longitud$

$A = área$

$L = x + 2y \; como \; x.y = A \; \rightarrow y = \frac{A}{x}$

$L(x) = \; x + \frac{2A}{x} \; ; x \geq 0$

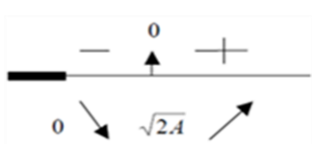
Derivando la función:

$\frac{dL}{dx} = 1 - \frac{2A}{x^2} \; \rightarrow \frac{dL}{dx} = \frac{x^2 - 2A}{x^2}$

$\frac{dL}{dx} = 0$

$\frac{x^2 - 2A}{x^2} = 0 \; x^2 - 2A = 0 \; x^2 \neq 0$

$x = \sqrt{2A}$



Entonces $y = \frac{A}{\sqrt{2A}}$

El ancho del rectángulo a alambrar es la mitad del largo.

Como $1\ hec\ =\ 10\ 000m^2$, tenemos que:

$x \cong 447.20m\ y \cong 223.60m\ L = 89.40m$

Como el alambrado tiene 5 hilos , la longitud del alambre será:

$L_{total} = 4472m$

Y el costo total del alambre asciende a la suma de $\$156.52$

Problema 2

Se ha estudiado que ciertos animales (peces, aves, etc.) efectúan su desplazamiento tratando de minimizar su gasto de energía. Considera un tipo de peces migratorios que nadan a contracorriente. Llamemos: **V** velocidad del pez respecto de la corriente, **u** velocidad de la corriente, u > v. La energía (E) necesaria para nadar una distancia (d) está expresada por la relación:

$E(v) = \frac{K.v^3.d}{v-u}$ Con **K, d** y **u** constantes positivas.

a) Encontrar el valor de v que hace **mínima** la energía **E** y muestra que ese valor es un 50% mayor que el valor de **u.**

b) Bosqueje la función **E** para v >u

Modelo

$E(v) = \frac{K.v^3.d}{v-u}$ Con **K**, **d** y **u** constantes positivas.

Resolución:

a) La energía gastada por el pez está dada por la expresión:

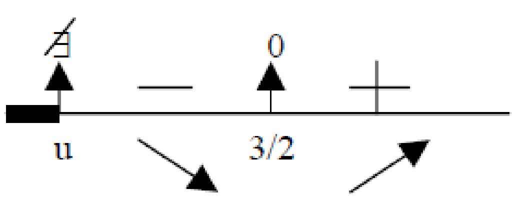
$$E(v) = \frac{K.v^3.d}{v-u}\quad v > u > 0$$

Derivando:

$$\frac{dE}{dV} = k.d.\frac{3v^2(v-u) - v^3}{(v-u)^2} = \ k.d\,\frac{v^2(2v-3u)}{(v-u)^2}$$

Igualando a cero la derivada se obtiene:

$$v = \frac{3}{2}u$$



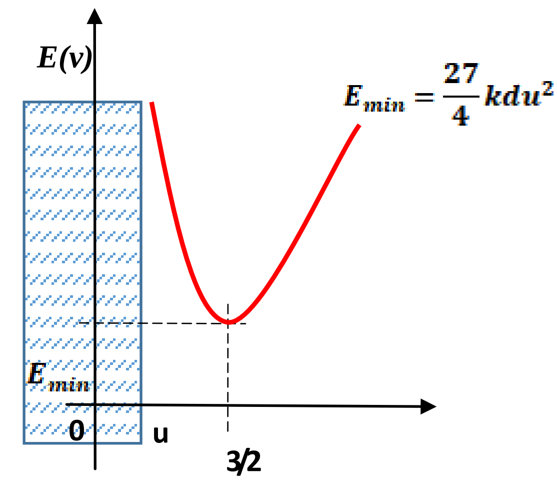
Para minimizar su gasto de energía el pez debe nadar a contracorriente a una velocidad **v = 1.5 u** es decir debe superar en un 50% la velocidad de la corriente.

b) Para bosquejar el gráfico de la función **E** calculamos:

Dominio: D(E) = {v, v ∈ R , v > u}

$$\lim_{v \to u^+} E(v) = +\infty$$

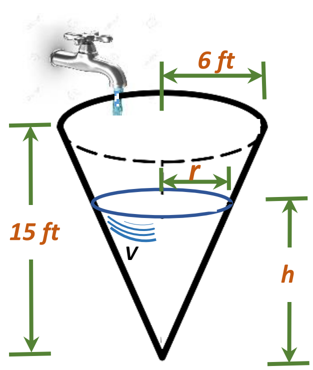
$$\lim_{v \to +\infty} E(v) = +\infty$$



Problema 3

Se introduce agua en un recipiente cónico a razón de 40ft ^{3}/min. Si la altura del recipiente es 15 ft y su abertura circular tiene radio 6ft, ¿Con qué rapidez sube el nivel del agua cuando el líquido tiene una profundidad de 10ft

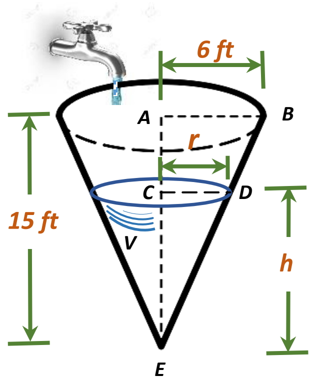
Modelo

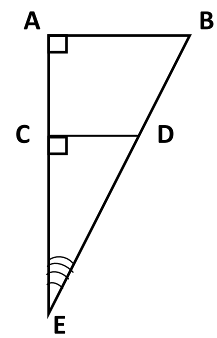


$$\frac{dV}{dt} = 40ft^3/\min \quad \frac{dh}{dt} =? \; si \; h = 10ft$$

$$V = \frac{1}{3}\pi r^2 h \; (1)$$

Resolución:





$\Delta ABE \sim \Delta CDE$

$$\frac{\overline{AB}}{\overline{CD}} = \frac{\overline{AE}}{\overline{CE}}$$

$$\frac{6}{r} = \frac{15}{h} \rightarrow 6h = r.15 \ \therefore \ r = \frac{2h}{5} \ (2)$$

Remplazando 2 en 1

$$V = \frac{1}{3}\pi\left(\frac{2h}{5}\right)^2 .h \ \therefore V = \frac{4\pi}{75}h^3$$

Derivando ambos lados con respecto al tiempo

$$\frac{dV}{dt} = \frac{4h}{75}.3h^2.\frac{dh}{dt} \ \rightarrow \ 40 = \frac{4\pi}{75}.3(10)^2\frac{dh}{dt}$$

$$40 = 16\pi.\frac{dh}{dt} \ \therefore \ \frac{dh}{dt} = \frac{5}{2\pi}ft/min \ \cong 0.8ft\ /min$$

Problema 4

Una empresa que utiliza transistores compra 1 000 cajas al año a un precio de \$50 /cajas. Los gastos de envío son de \$40 por pedido y los gastos de almacenamiento de \$2 por caja y por año. Suponiendo que los transistores se utilizan a ritmo constante y que cada pedido llega justo cuando el anterior se ha agotado.

a) ¿Cuántas cajas debe solicitar la empresa en cada pedido para que su costo anual sea mínimo? (todos los pedidos tienen igual número de cajas).

b) ¿Cuántos pedidos debe efectuar al año, cuál es el costo total y por pedido?

Modelo

Costo total =costo de compra + costo de envío + costo de almacenamiento.

Resolución

$x = número\ de\ cajas\ por\ envío$

$C_C = costo\ de\ compra\ anual$

$C_C = 1\ 000 * \ 50 = \$50\ 000\ en\ economia = costo\ fijo$

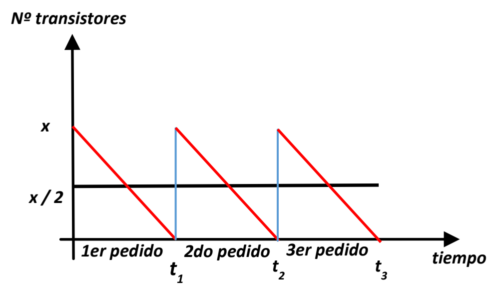
$costo\ de\ envío\ C_e\ (anual)$

$$C_e = \frac{costo\ envío}{pedido} . \frac{N^{\circ}\ pedidos}{año}$$

Como se compran 1 000 cajas al año y cada pedido contiene x cajas el número de pedido será: $\frac{1\ 000}{x}$

$$C_e = 40.\frac{1\ 000}{x} = \frac{40\ 000}{x}$$

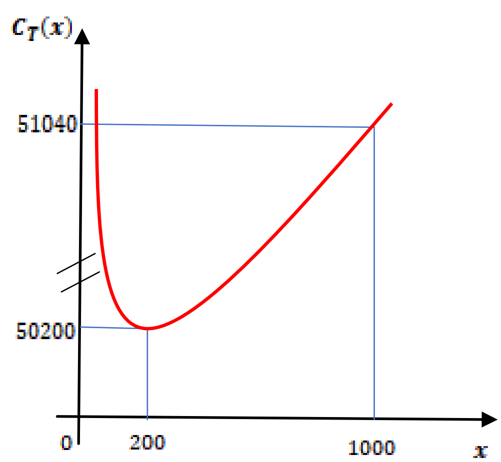
Costo de almacenamiento Ca (anual)



$$C_a = 2.\frac{x}{2}$$

Los dos últimos costos calculados, a diferencia del primero, dependen de la variable x; son los que en economía se denominan costos variables.

Gráficamente



$\lim_{x \to 0^+} C_T(x) = +\infty$

$C_T(1000) = 51\ 040$

Puntos críticos

Derivando: $\frac{d\,C_T}{dx} = 1 - \frac{40\ 000}{x^2}$

Igualando a cero tenemos $x = \sqrt{40\ 000} = 200$

El valor de la segunda deriva en el punto crítico hallado permite clarificar rápidamente.

$$\frac{d^2C_T}{dx^2} = \frac{800}{x^3} \rightarrow \frac{d^2C_T}{dx^2}(200) = \frac{800}{200^3} > 0$$

a) El número de cajas por pedido deberá ser entonces de 200

b) como se necesitan 1 000 cajas/año deberán realizarse entonces 5 pedidos.

El costo de cada pedido ascenderá a:

$200 * 50 + 40 = \$10\,040$

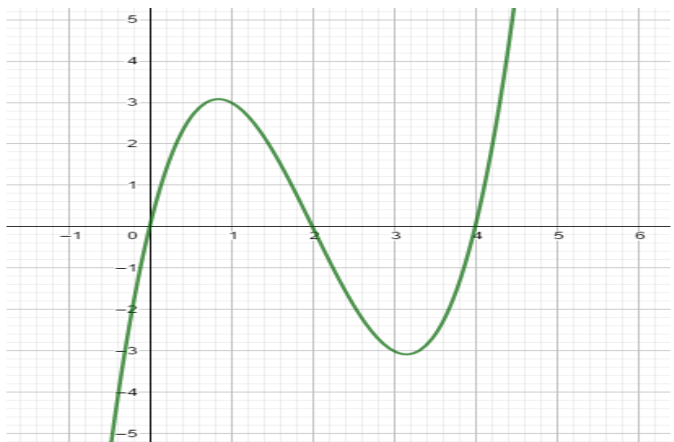
El costo anual total asciende a: $10\,040 * 5 = \$\,50\,200$

Problema 5

Hallar el área limitada por la curva $y = x^3 - 6x^2 + 8x$ y eje OX.

Modelo

$y = x^3 - 6x^2 + 8x$ y eje OX



Resolución

Hallamos los puntos de corte con OX

Hacemos $y = 0 \ \rightarrow \ x^3 - 6x^2 + 8 = o$

Las raíces son: $x = 0, x = 2, x = 4$

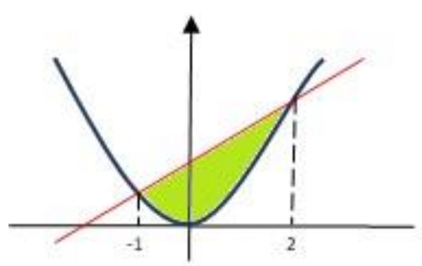
Determinamos la Superficie

$$A = \left|\int_0^2 (x^3 - 6x^2 + 8x)dx\right| + \left|\int_2^4 (x^3 - 6x^2 + 8x)dx\right| = 8u^2$$

Problema 6

Hallar el área limitada por la parábola de ecuación $y = x^2$, la recta de ecuación $y = x + 2$ y el eje OX

Modelo



Resolución

Límites de integración:

Son los puntos de corte de la parábola y la recta: $x^2 = x + 2 \ \rightarrow x^2 - x - 2 = 0$

$$x = \frac{1 \pm \sqrt{9}}{2} = \frac{1 \pm 3}{2} = \begin{cases} 2 \\ -1 \end{cases}$$

Función a integrar: $x + 2 - x^2$ (Diferencia de las dos funciones)

$$A = \int_{-1}^{2} (x + 2 - x^2)dx = \left[\frac{x^2}{2} + 2x - \frac{x^3}{3}\right]_{-1}^{2}$$

$$A = \frac{9}{2}u^2$$

La modelación para la resolución de problemas en la dinámica de la construcción del conocimiento, conlleva contextualizar el aprendizaje del cálculo diferencial e integral y para ello es necesario considerar los principios del aprendizaje situado que se asumen desde la investigación, y por consiguiente la tarea o problema a resolver de cálculo diferencial e integral debe corresponderse con la vida cotidiana del contexto en el que los estudiantes se forman como profesionales.

Ahora bien, la investigación científica respecto a la contextualización se apoya en la teoría socio – constructivista y en una de sus versiones el aprendizaje situado que según Díaz-Barriga (2003):

El paradigma de la cognición situada representa una de las tendencias actuales más representativas y promisorias de la teoría y la actividad sociocultural conocidos en el ámbito educativo [(Daniels, 2003). Toma como punto de referencia los escritos de Lev Vygotsky (1986; 1988) y de autores como Leontiev (1984), Luria (1987) y más recientemente, los trabajos de Rogoff (1993), Lave (1997), Bereiter (1997), Engeström y Cole (1997), Hendricks (2001)], la cognición situada asume diferentes formas y nombres, directamente vinculados con conceptos como aprendizaje situado, participación periférica legítima, aprendizaje cognitivo (cognitive apprenticeship) o aprendizaje artesanal. (p.2).

Al asumir una visión Vigotskiana del aprendizaje, en este trabajo de investigación, implica el entendimiento e internalización de los símbolos y signos de la cultura y grupo social al que se pertenece; los estudiantes se apropian de las prácticas y herramientas culturales a través de la interacción con miembros más experimentados. De ahí la importancia que en esta aproximación tienen los procesos del andamiaje del docente mediador y los pares, la negociación mutua de significados y la construcción conjunta de los saberes. Así, en un modelo de enseñanza situada, se resalta la importancia de la influencia de los contextos, que se traducen en prácticas pedagógicas que siguen la lógica del Proyecto de Aula componente importante del Proyecto de Investigación de la Facultad de Ciencias de la Educación y su línea de investigación, la resolución de un problema de cálculo diferencial e integral conlleva el empleo de mecanismos de mediación y ayuda ajustada a las necesidades del estudiante y del contexto, así como de las estrategias que promuevan un aprendizaje colaborativo.

En la perspectiva de la cognición situada, el aprendizaje se entiende como los cambios en las formas de comprensión y participación de los sujetos en una actividad conjunta. Debe comprenderse como un proceso multidimensional de apropiación cultural, ya que se trata de una experiencia que involucra el pensamiento, la afectividad y la acción (Baquero, 2002).

Los principios del aprendizaje situado que median la construcción del conocimiento están relacionados con: integrar el nuevo conocimiento de manera activa, la orientación socio-pedagógica para la adquisición de habilidades y estrategias intelectuales, la integración en el proceso de construcción del conocimiento: del aprendizaje, la endoculturación, y el currículo, así como de la resolución independiente de problemas que se presentan en los contextos concretos en los que las personas se desenvuelven. Por endoculturación se entiende al proceso mediante el cual los miembros novatos (jóvenes y/o de reciente incorporación) de una comunidad interiorizan los valores y las prácticas que se consideran deseables en el grupo social de acogida [Paramo, Hederich, López, Sanabria y Camargo, 2015. Citados por Villavicencio y Uribe 2017]. Pero el proceso es limitado por cuanto no existen aún investigaciones que den cuanta de la transferencia de los conocimientos a otros contextos.

Bassanezi y Biembengut citados por Morales y Peña (2013) llaman "Modelación Matemática al método de enseñanza-aprendizaje que utiliza procesos de modelización en cursos regulares." (1997, p.14). Para Camarena "la modelación matemática se concibe como el proceso cognitivo que se tiene que llevar a cabo para llegar a la construcción del modelo matemático de un evento u objeto del área del contexto"(2011,p.7); por su parte el investigador Villa (2009) reconoce la importancia de la modelación matemática y manifiesta que: "La modelación matemática, vista como proceso, implica una serie de acciones o fases que hacen que la construcción o interpretación de un modelo no se efectúe de manera instantánea en el aula de clase; esas acciones o fases se conocen en la literatura como ciclo de la modelación " (p.5).

En las modelaciones que los estudiantes desarrollaron durante el semestre 2018 en la carrera de zootecnia, mediante la observación sistemática se valoraron a nivel de percepciones el nivel de desarrollo de las habilidades que integran la competencia de modelación matemática, estas habilidades hacen relación a: la lectura e interpretación del problema, identificación de la naturaleza de las partes, relación entre las partes y el todo, modelación del problema y resolución del problema en función del método seleccionado, la escala valorativa fue cualitativa en cuatro niveles: bajo (1); medio (2); alto (3) y muy alto (4). El número de estudiantes de la muestra fue de once estudiantes que al mismo tiempo es la población.

El diagnóstico aplicado al curso de segundo nivel de la carrera de zootecnia determinó que la valoración en la escala cualitativa sea baja en los siguientes patrones de logro: lectura e interpretación del problema, identificación de la naturaleza de las partes, relación entre las partes y el todo así como la modelación del problema y resolución en función del método seleccionado.

Así mismo, los logros del aprendizaje luego de terminar con el desarrollo del proyecto de aula y cumplir con los principios de la mediación pedagógica para la modelación matemática del aprendizaje del cálculo diferencial e integral y del aprendizaje situado se corresponden con una valoración que permite ver la movilidad y dinámica del proceso, puesto que el 60% de estudiantes que en diagnóstico estaban en la escala de bajo, se alejan y ascienden a la escala media en un 20% y en la escala alta un 40%, lo que permite valorar positivamente la pertinencia y eficacia del aprendizaje basado en la modelación matemática.

CONCLUSIONES

Es importante el uso de estrategias de aprendizaje como la de la modelación matemática con el fin de favorecer un aprendizaje contextualizado del cálculo diferencial e integral, en un escenario situado de la construcción del conocimiento que permite al estudiante encontrar sentido y significado a la resolución de problemas, puesto que, en esa dinámica se favorece el desarrollo de las capacidades de: lectura interpretativa del problema, discernimiento de las condiciones o variables que subyacen en las partes del problema; la modelación matemática y la selección del procedimiento matemático más a adecuado en una correcta relación de parte y todo de la realidad objetiva del objeto de estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baquero, R. (2002). Del experimento escolar a la experiencia educativa. La transmisión educativa desde una perspectiva psicológica situacional. Perfiles Educativos, 24 (97-98), pp. 57-75.

Bereiter, C. (1997). Situated cognition and how to overcome it. En D. Kirshner y J. A. Whitson (Eds.), Situated cognition. Social, semiotic and psychological perspectives (pp. 281-300). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Camarena, P. (2012). La modelación matemática en la formación del ingeniero. Revista brasileira de ensino de ciência e tecnologia, 5(3), 1-10.

Daniels, H. (2003). Vygotsky y la pedagogía. Barcelona: Paidós.

Delors, J. (1996). La educación encierra un tesoro, Madrid: Santillana.

Díaz-Barriga, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. Universidad Nacional Autónoma de México. Revista Electrónica de Investigación Educativa 5(2). Recuperado de: http://convivir-comprender-transformar.com/wp-content/uploads/2012/08/FRIDA-COGNICI%C3%93N-SITUADA.pdf Consultado el 09/09/2018 a las 16:47.

Engeström, Y. y Cole, M. (1997). Situated cognition in search of an agenda. En D. Kirshner y J. A. Whitson (Eds.). Situated cognition. Social, semiotic and psychological perspectives (pp. 301-309). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Flores, C., y Yemail, C. (2017). Modelación y simulación con geogebra: una experiencia en el estudio de situaciones con medidas de área y volumen. Universidad Pontificia Bolivariana Escuela de Ingeniería Maestría en Ciencias Naturales y Matemáticas Medellín. Disponible en: https://www.google.com/search?q=pdf+ejemplos+de+modelaci%C3%B3n+del+c%C3%A1lculo+diferencial&client=firefox-b-ab&ei=9CWnW8jZEI3ZzgKPwJ-wCg&start=10&sa=N&biw=1366&bih=654. Consulta del 23/09/2018. A las 00:58.

García-García, E. (2006). Las competencias del profesor en la sociedad del conocimiento. En R. Mejía (Coord.). Educación, Globalización y Desarrollo Humano. Santo Domingo, RD: Editora Buho.

Hendricks, Ch. (2001). Teaching causal reasoning through cognitive apprenticeship: What are results from situated learning? The Journal of Educational Research, 94 (5), 302-311.

Lave, J. (1997). The culture of acquisition and the practice of understanding. En D. Kirshner y J. A. Whitson (Eds.), Situated cognition. Social, semiotic and psychological perspectives (pp. 17-35). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Leontiev, A. (1984). Actividad, conciencia y personalidad. México, Editorial Cartago de México, S.A.

Luria, A. (1987). Desarrollo histórico de los procesos cognitivos. Madrid: Akal.

Morales, J., y Peña, L. (2013). Propuesta metodológica para la enseñanza del cálculo en ingeniería, basada en la modelación matemática. Universidad de San Buenaventura Bogotá, Colombia. Recuperado de: http://cibem.semur.edu.uy/7/actas/pdfs/942.pdf. Consultado: 09/09/2018 a las: 20:58.

Ortega, R., Torres, A., Santos, N., y López, R. (s/a). La modelación matemática: su importancia en la formación integral del ingeniero agrónomo. Departamento de matemáticas, Universidad Central de Las Villas.

Rogoff, B. (1993). Aprendices del pensamiento. El desarrollo cognitivo en el contexto social. Barcelona: Paidós.

Tapia, E. (2018). Construcción del conocimiento desde la intercontextualidad investigativa, los modelos y aprendizaje intercultural. Revista Eumed. Net.

Tuning Educational Structures in Europe (2003). Informe final. Bilbao: Univ. Deusto.

Villa, J. y Ruiz, H. (2009). Modelación en educación matemática: una mirada desde los lineamientos y estándares curriculares colombianos. Recuperado de: http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/4606/1/VillaJhony_2009_modelacioneducacionmatematica.pdf, consulta del 23/10/2018 a las: 22:55.

Villavicencio, R., y Uribe, R. (2017). Supervisión del aprendizaje situado: camino hacia un modelo didáctico, Recuperado de: http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v14/doc/2755.pdf, consulta del 8/10/2018 a las: 13:18.

Vygotsky, L. (1986). Pensamiento y lenguaje. Buenos Aires: La Pléyade.

Vygotsky, L. (1988). El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. México: Grijalbo.