

Cálculo de áreas y volúmenes a partir del Cálculo Integral mediatizada por el asistente matemático “Derive”.

Calculation of areas and volumes from the Integral Calculus mediated by the mathematical assistant "Derive".

Ing. Roberto Jonathan Pico Macías (ing.jonathanpico@hotmail.com)

Prof. Titular Agregado 2

República de Ecuador. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

MSc. Fabio Omar Díaz Silva. (fabio@uho.edu.cu)

Profesor Auxiliar. Universidad de Holguín

RESUMEN

La presente investigación muestra indicaciones didácticas para favorecer el proceso de enseñanza aprendizaje de las aplicaciones del cálculo integral en funciones reales de una variable real, a partir de su interpretación geométrica como área bajo una curva, en la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Laica “Eloy Alfaro de Manabí”, Las indicaciones dadas están sustentada por la Teoría del Aprendizaje Significativo, usando el Asistente Matemático Derive. La investigación estuvo motivada por la necesidad de elevar a niveles superiores la motivación, y capacidades intelectuales para la resolución de ejercicios y problemas de esta temática del currículo de estudio, y con esto incidir favorablemente en la formación de un ingeniero competente. La factibilidad de las indicaciones didácticas realizadas, parten de los resultados obtenidos en la prueba no paramétrica de los Signos Wilcoxon, para dos muestras.

Palabras Claves: enseñanza aprendizaje, cálculo integral, Derive.

ABSTRACT

The present research shows didactic indications to favor the teaching-learning process of the applications of the integral calculus in real functions of a real variable, from its geometric interpretation as an area under a bend, in the college of Industrial Engineering at Eloy Alfaro University, The given indications are supported by the Theory of Meaningful Learning, using the Derive Mathematical Assistant. The research was caused by the need to raise motivation and intellectual abilities to higher levels in order to solve exercises and problems of this subject of the study curriculum, and with this to favorably influence the training of a competent engineer. The feasibility of the didactic indications made, they come from the results obtained in the nonparametric test of the Signs Wilcoxon , for two illustrations.

Key words: teaching learning, integral calculus, Derive.

1. INTRODUCCIÓN

La ingeniería industrial es una profesión encargada de planificar y establecer estrategias de optimización para los procesos productivos y logísticos, y así lograr un máximo rendimiento en la creación de bienes y/o la prestación de servicios. Además, es aquella área que forma profesionales capaces de, diseñar, planificar, programar, analizar y controlar eficientemente las organizaciones; con el propósito de asegurar el mejor desempeño de sistemas, relacionados con la producción y administración de bienes y servicios.

Esta carrera, en el desarrollo de un país, tiene un rol muy importante en logro de sus objetivos productivos. La formación de ingenieros industriales ha permitido elevar la toma de decisiones en empresas e instituciones, disponiéndose de profesionales de alta formación científica, humanística en el manejo de sistema integrales de hombre, máquina e información.

La enseñanza y el aprendizaje del cálculo, siempre ha sido una de las preocupaciones de los profesores que imparten esta asignatura, constantemente se ha buscado nuevos métodos y estrategias para la enseñanza y así mejorar el aprendizaje y rendimiento de los estudiantes. Por mucho tiempo una preocupación natural en toda sala de maestros ha sido cómo abordan los estudiantes los problemas matemáticos del cálculo para su solución, esta problemática ha sido abordada recurrentemente por educadores, matemáticos y profesionales dedicados a la investigación del proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas y aunque ha habido avances, la diversidad de particularidades y de entornos, no ha permitido encontrar una solución específica para optimizar el proceso de la enseñanza.

En las últimas décadas se han realizado investigaciones con el objetivo de analizar las dificultades que se presentan en el proceso de aprendizaje del cálculo integral, con el fin de diseñar estrategias de enseñanza y aprendizaje mediadas con las tecnologías de información y las comunicaciones (TIC), enmarcadas en la didáctica de las matemáticas, que procuren mejorar las deficiencias detectadas. La enseñanza del cálculo integral tiene ventajas en la formación de los ingenieros, sin embargo, el aprendizaje de los conceptos del cálculo infinitesimal no es fácil, por el contrario, se presentan serias dificultades, las cuales han sido cuestionadas y estudiadas por la comunidad académica, algunas de estas se fundamentan en deficiencias conceptuales durante la educación media y los primeros cursos universitarios.

Falsetti, M., Favieri, A., Scorzo, R. y Williner, B. (2009) hacen referencia a la utilización de software "MATHEMATICA" en el desarrollo de habilidades para la resolución de problemas del cálculo diferencial. En la presente investigación se considera de gran importancia que el estudiante se familiarice con la operatividad de esta herramienta, pero la resolución de problema debe estar enfocada en la obtención de regularidades para el tratamiento conceptual, o la necesidad de procedimientos analíticos, así como la formulación de hipótesis.

Otro aspecto son los maestros en esos niveles, que proporcionan una perspectiva negativa a la asignatura, o los estudiantes no tienen una actitud positiva para el aprendizaje; todo esto lleva a identificar, a partir de encuesta aplicada a 55 estudiantes que recibieron la temática referida al Cálculo integral, donde se obtuvieron las siguientes regularidades referidas a las principales causas que inciden en las insuficiencias en el aprendizaje de las matemáticas de los estudiantes de ingeniería industrial de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí:

- Falta de conocimientos previos que se debieron adquirir en los niveles precedentes. (60,5 %)
- Pobre motivación para aprender los contenidos matemáticos. (49,58 %)
- Insuficiente desarrollo de capacidades intelectuales, para enfrentarse de forma independiente a la resolución de ejercicios y problemas de las matemáticas. (76,10 %)

Del estudio realizado, y las insuficiencias que se han detectado y se han revelado en el proceso de enseñanza aprendizaje a partir de la relatoría que se obtuvieron de las juntas de cursos de profesores del área, así como el criterio obtenido de la observación directa y experiencia profesional permite evidenciar la existencia del siguiente **problema científico**:

Insuficiencias en el aprendizaje del cálculo integral en los estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM).

Consideraciones generales sobre la enseñanza universitaria en Ecuador, con énfasis en el cálculo en la ULEAM

En el Compendio de las tendencias actuales de la Educación Superior (2014), Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Manta- Ecuador, al referirse al Campo de Ingeniería, Industria y Construcción, hace alusión que, dentro de los principales desafíos de la ingeniería en el siglo XXI, se encuentra: avanzar en la informática para la sanidad, así como en el aprendizaje personalizado y diseñar herramientas para el descubrimiento científico.

La matemática se ha tratado con énfasis en los procedimientos algorítmicos que privan al estudiante de la posibilidad de avanzar hacia un nivel superior de capacidad de abstracción y razonamiento, a esto sumado la evidente descontextualización de contenidos que han dejado latente la pregunta de muchos estudiantes acerca de ¿esto para qué me sirve? Los estudiantes son afrontados con abundantes contenidos y abandonados a su suerte, pues la mala práctica pedagógica, conjuntamente con la irracional cantidad de contenidos a tratar, terminan por ahuyentarlos de su ilusión por alcanzar el título de ingeniero.

Andrade, M.T. (2010), al referirse a la temática de Educación Superior y Calidad, hace alusión al surgimiento de nuevos paradigmas, modelos educativos y organización del aprendizaje, enfocado a las necesidades actuales, incidiendo en el rol del estudiante, a partir de un proceso de aprendizaje significativo. Este autor hace hincapié en el aprendizaje permanente por parte del educando para la mejora del desempeño profesional, cuestión que consideramos de vital importancia, pues lograrlo implica la planificación de actividades por parte del docente que incidan en la sistematicidad con los contenidos de las asignaturas que se explican.

Aprendizaje Significativo

A continuación se establecen elementos que conceptualizan la teoría del aprendizaje significativo, y valorar dicha teoría desde la óptica de las TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje. Muchas investigaciones han trabajado dentro de sus presupuestos teóricos el aprendizaje significativo, constituyendo este el eje de dirección en las indicaciones didácticas propuestas.

Moreira, A. A. (1998) plantea: “Aprendizaje significativo es el proceso a través del cual una nueva información (un nuevo conocimiento) se relaciona de manera no arbitraria y sustantiva (no-literal) con la estructura cognitiva de la persona que aprende. En el curso del aprendizaje significativo, el significado lógico del material de aprendizaje se transforma en significado psicológico para el sujeto. Para Ausubel (1963, p. 58), el aprendizaje significativo es el mecanismo humano, por excelencia, para adquirir y almacenar la inmensa cantidad de ideas e informaciones representadas en cualquier campo de conocimiento”

Señalando como característica básica de dicho aprendizaje, la no-arbitrariedad y sustantividad. La no-arbitrariedad quiere decir que el material potencialmente significativo se relaciona, pero no de cualquier forma con el conocimiento existente en la estructura cognitiva del que aprenden. Ausubel (1918-2008) lo llama Subsuntor o Idea-ancla.

Sustantividad significa que lo que se incorpora a la estructura cognitiva es la sustancia del nuevo conocimiento, de las nuevas ideas, no las palabras precisas usadas para expresarlas. Así, en palabras de Moreira (1998), un aprendizaje significativo no puede depender del uso exclusivo de determinados signos en particular.

Luego Moreira, A. A. (1998), enfatiza que “El aprendizaje significativo, por definición, implica adquisición/construcción de significados”.

Cómo se puede facilitar un aprendizaje significativo. En este sentido, Ausubel, (1968), Moreira y Masini, (1982), afirman que este es posible a partir de dos elementos esenciales:

Sustantivamente, con propósitos organizativos e integrativos, usando los conceptos y proposiciones unificadores del contenido de la materia de enseñanza que tienen mayor poder explicativo, inclusividad, generalidad y relacionalidad en este contenido.

Programáticamente, empleando principios programáticos para ordenar secuencialmente la materia de enseñanza, respetando su organización y lógica internas y planificando la realización de actividades prácticas.

Los autores cubanos Díaz, F. y Hernández, G. (2002) relacionan las siguientes fases para lograr un aprendizaje significativo: fase inicial de aprendizaje, fase intermedia de aprendizaje y fase terminal del aprendizaje.

El Empleo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el proceso de enseñanza aprendizaje en la República de Ecuador, ha estado evidenciado desde los documentos normativos que rigen la política educacional, las investigaciones en diferentes áreas que se realizan en el uso y aplicación de las TIC, hasta proyectos investigativos con objetivos específicos en esta rama de conocimiento, cada vez más presente y necesaria en la actual sociedad.

Al referirse a la actualización y fortalecimiento curricular de la educación básica (2010), el Ministerio de Educación República de Ecuador (MERE) plantea:

“...alta significación de la proyección curricular es el empleo de las TIC (tecnologías de la información y la comunicación), dentro del proceso educativo; es decir, de videos, televisión, computadoras, internet, aulas virtuales, simuladores y otras alternativas, para apoyar la enseñanza y el aprendizaje, en procesos tales como: búsqueda de información con inmediatez; visualizar lugares, hechos y procesos para darle mayor objetividad al contenido de estudio; simulación de procesos o situaciones de la realidad; participación en juegos didácticos que contribuyen de forma lúdica a profundizar en el aprendizaje; evaluación de los resultados del aprendizaje”.

El asistente matemático Derive para la enseñanza y aprendizaje del Cálculo Integral

Lograr hacer un análisis sobre los vínculos que relaciona los objetivos de enseñanza de las Matemáticas a partir del uso de herramientas tecnológicas, implica relacionar las finalidades propias de la enseñanza de las Matemáticas y los avances informáticos surgidos después de 1950, para lograr estudiar cómo estos han influido en el panorama didáctico de esta disciplina, lo cual escaparía de los objetivos de este acápite, por tanto, solo se centrará en realizar una valoración a partir de los asistentes matemáticos, con énfasis en el Derive.

Las TIC se han convertido en una nueva herramienta del docente para enseñar matemática, proporcionando un nuevo ámbito investigativo, desde concepciones metodológicas e instrumentales, surgiendo la necesidad de usar software para dicha finalidad, y esto ha impulsado también líneas investigativas en disciplinas como cibernética, ingeniería de software, programación web, etc.

En la actualidad es un reto para la docencia universitaria enseñar de manera diferente a la forma tradicional. Como puede apreciarse un interés creciente (sobre todo para las nuevas generaciones), el uso de computadoras, tablas electrónicas, teléfonos, etc., cada vez con mayores prestaciones, que pudiera contribuir a favorecer el aprendizaje en diferentes áreas curriculares; sin embargo, es el docente el encargado de orientar el uso eficazmente para la comprensión de conceptos, búsqueda de regularidades, aplicación de procedimientos, facilidad de cálculo, entre otras prestaciones.

Derive es un software con capacidad para desarrollar cálculo simbólico, análisis gráfico y manipulación numérica. Se trata de un programa que se ejecuta en el entorno Windows y que, por lo tanto, presenta las características habituales que tienen dichas aplicaciones.

“Los programas de cálculo simbólico, son lenguajes de programación muy cercanos al usuario, es decir, lenguajes denominados “de alto nivel”, que ofrecen unas características muy peculiares” (Ortega, P., 2001).

Entre las que se tienen:

- Utilizan por defecto aritmética exacta, es decir, permiten manipular expresiones racionales como $\frac{1}{3}$, sin necesidad de tener que operar con su expresión en coma flotante 0,333333....

- Permiten manipular variables sin asignación, es decir, es posible manipular expresiones no numéricas, y en consecuencia expresiones algebraicas, donde los datos no han de ser valores numéricos.

- Soportan estructuras de datos de tipo vectorial y matricial.

- Admiten realizar programaciones, aunque DERIVE utiliza una programación funcional en algunos casos muy poco operativa.

Entre sus principales características que lo hacen un software muy usado en el proceso de enseñanza aprendizaje están las dadas por Ortega, P. (2001):

- La facilidad de su aprendizaje: no necesita muchos conocimientos previos de informática, y se puede aprender a utilizar en un corto espacio de tiempo, sin necesidad de invertir muchas horas en la lectura del manual.

- La sencillez de su entorno de trabajo, ya que permite ejecutar los comandos vía menú, o a través de la edición de los mismos por pantalla.

En su instalación sobre Windows ocupa poco megas y poca memoria RAM.

Existen versiones portables, lo cual puede ser llevado por los estudiantes en dispositivos personales de poca capacidad de almacenamiento digital.

El Derive cuenta con una ayuda que favorece el trabajo conceptual, dominio de propiedades de diferentes entes matemáticos, el cual puede ser visto como una tabla de fórmulas, cuyo uso fundamental en las matemáticas superiores.

El uso de este asistente es de gran facilidad para el trabajo con la temática referida al cálculo integral, en específico en el cálculo de áreas y volúmenes, donde el mismo tiene incorporadas herramientas que facilitan la representación gráfica de regiones lo que contribuyen a la visualización e interpretación de conceptos, así como el cálculo por las diferentes técnicas de integración que se estudian en esta materia. En la estructura didáctica del contenido referido, se presenta la problemática de representación de curvas en el plano constituyendo esto una problemática aún no resuelta en las aulas universitarias.

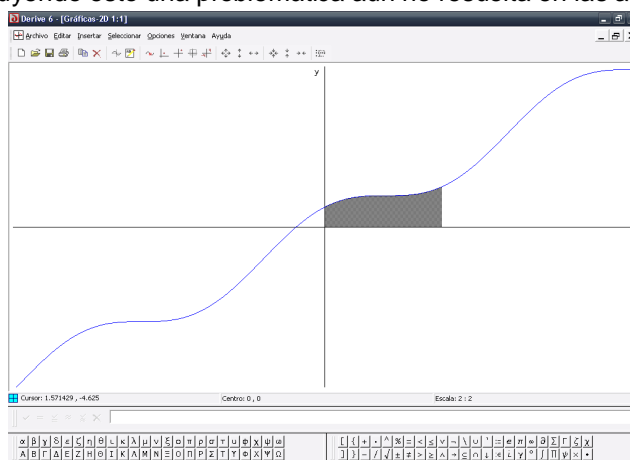


Figura 1. Representación con el Derive del área bajo la curva.

El asistente Derive, en sus funciones incorporadas posee:

AreaUnderCurve(u, x, a, b, y) la cual sombrea el área bajo la gráfica de la función $y = u(x)$ hasta el eje OX en el intervalo $[a, b]$ ($a < b$). Por ejemplo, para la función $y = x + \cos(x)$ en $[0, 3]$, represente la expresión *AreaUnderCurve*($x + \cos(x), x, 0, 3, y$). Después de introducida en la ventana álgebra se presiona el botón "=", obteniéndose: $[\cos(x) + x, y < \cos(x) + x \wedge x \leq 3 \wedge y > 0 \wedge x \geq 0]$. Al pasar a la ventana gráfica en dos dimensiones, se obtiene la región, como se muestra en la figura 1.

AreaOverCurve(u, x, a, b, y) sombrea el área sobre la gráfica de la función $y = u(x)$ hasta el eje OX en el intervalo $[a, b]$ ($a < b$). Por ejemplo, para la función $y = \sin(x) - x$ en $[1, 3]$ hasta 3, representa la expresión

$AreaOverCurve(SIN(x) - x, x, 1, 3, y)$. Después de introducida en la ventana álgebra se presiona el botón "=", obteniéndose: $[SIN(x) - x, SIN(x) - x < y \wedge y < 0 \wedge 1 \leq x \leq 3]$. Al pasar a la ventana gráfica en dos dimensiones, se obtiene la región, como se muestra en la figura 2

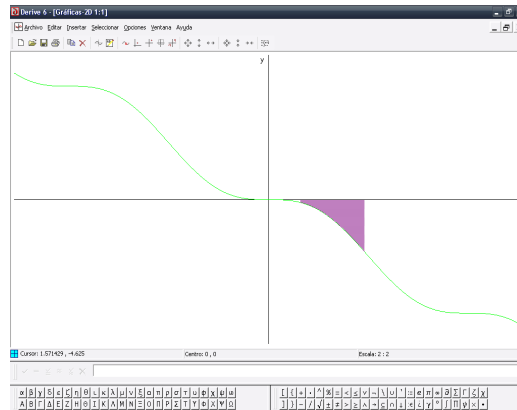
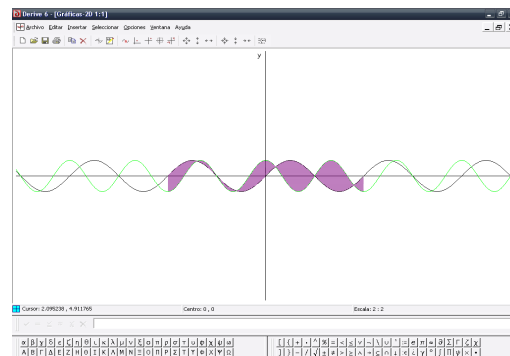


Figura 2. Representación con el Derive del área sobre la curva.

$AreaBetweenCurves(u, v, x, a, b, y)$ sombrea el área comprendida entre las gráficas de las funciones $y = u(x)$ y $y = v(x)$ desde $x = a$ hasta b ($a < b$). Por ejemplo, para representar el área comprendida entre $y = \sin(2x)$ y $v(x) = \cos(3x)$ desde $x = -\pi$ a π , se escribe $AreaBetweenCurves(SIN(2 \cdot x), COS(3 \cdot x), x, -pi, pi, y)$. Después de introducida en la ventana álgebra se presiona el botón "=", obteniéndose: $[SIN(2 \cdot x), COS(3 \cdot x), COS(3 \cdot x) \cdot (SIN(2 \cdot x) - y) - y \cdot SIN(2 \cdot x) + y^2 < 0 \wedge -\pi \leq x \leq \pi]$. Al pasar a la ventana gráfica en dos dimensiones, se obtiene la región, como se muestra en la figura 3

Figura 3. Representación con el Derive del área entre curvas.



Para el caso de cálculo de volumen de sólidos de revolución, dado que el asistente en tercera dimensión no posee potencia gráfica en tres dimensiones, se necesita usar el recurso de área entre curvas y el análisis impone discusión gráfica para su trabajo. Por ejemplo, si se le pide a los estudiantes representar gráficamente la Trompeta de San Gabriel la cual se visualiza como un sólido de revolución el cual está determinado por el giro de la curva $y = 1/x$ alrededor del eje OX desde $x = 1$ hasta $+\infty$. Se debe comenzar por el trazado el área bajo la curva; $AreaUnderCurve(\frac{1}{x}, x, 1, +\infty)$.

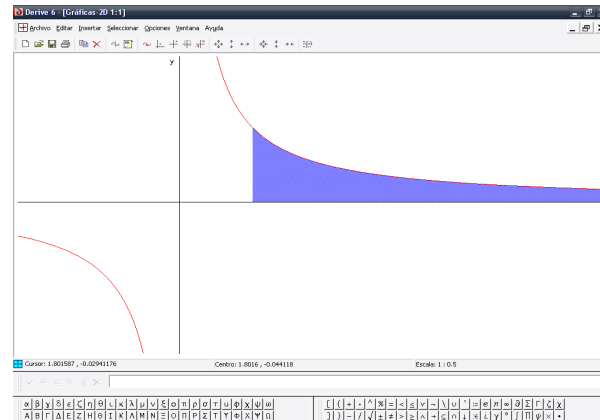


Figura 4. Representación con el Derive de área de una región, para realizar proceso de volumen de sólido de revolución

El usando otros medios de enseñanza complementa el análisis para la comprensión del concepto de volumen de sólido de revolución

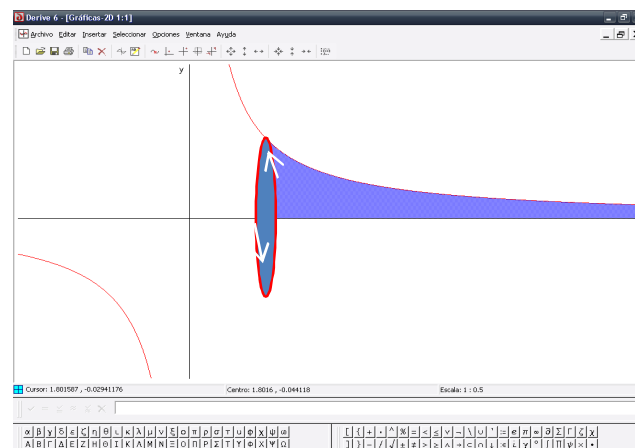


Figura 4. Representación de la rotación de área de la región alrededor del eje “x”

Indicaciones didácticas para favorecer el proceso de enseñanza aprendizaje de las aplicaciones del cálculo integral en funciones reales de una variable real, a partir de su interpretación geométrica como área bajo una curva.

Teniendo en cuenta las regularidades obtenidas en el proceso de enseñanza aprendizaje de la temática referida a las aplicaciones del cálculo integral en áreas y con esto la facilidad para el cálculo de volúmenes de sólidos de revolución, donde esté presente la significación de la temática que se estudia con los conocimientos previos que poseen los estudiantes, se realizaron las siguientes indicaciones didácticas:

Valorar a partir de un diagnóstico previo, el dominio de los estudiantes de los conceptos y procedimientos estudiados referentes a: cálculo de integrales indefinidas y definidas, empleo correcto de propiedades y técnicas de integración.

Diseño de prácticas de laboratorio para lograr dominio práctico del asistente matemático, que favorezca su manejo en las diferentes ventanas que posee, así como identificación y búsqueda de comandos que están implementados en el asistente.

Diseño de clases prácticas en el laboratorio, a partir de una guía de actividades que promuevan el uso del asistente por etapas, las cuales se diseñaran desde lo instrumental propio del asistente hasta conceptual desde la propia temática objeto de estudio.

Discusión y análisis de comandos relativos a área debajo, sobre y entre curvas, estableciendo un paralelo entre dicho comando y la redacción literal de la situación que se plantea en las actividades formales del cálculo integral.

Aplicación de los comandos, su resultado numérico y su visualización gráfica a partir de las condiciones que se plantean en el ejercicio o problema.

Indicaciones de actividades de búsqueda usando internet sobre nombre de curvas, así como de sólidos y superficies que se obtienen de forma natural a partir de la temática de cálculo de áreas y volúmenes.

El asistente matemático, puede ser utilizado como software de control y autocontrol de la actividad independiente, en actividades de estudio independiente fuera de las aulas.

2. METODOLOGÍA

Para constatar la factibilidad de las indicaciones didácticas realizadas, se diseñó un pre experimento, para dos muestras independientes. Un grupo I con 25 estudiantes (grupo de control-no se aplica las acciones emanadas de las indicaciones elaboradas, donde se imparte la temática referida al Cálculo Diferencial sin mediar el Asistente Matemático Derive) y grupo II con la misma cantidad de estudiantes (grupo experimental-se le aplica las indicaciones elaboradas, aplicando dicho asistente). Se aplica inicialmente un cuestionario, donde se presentan ejercicios formales de cálculo de integral indefinida y definida a partir de las técnicas de integración, y otros ejercicios relacionados con la representación gráfica de funciones elementales sin aplicar las herramientas de cálculo diferencial. El cuestionario se califica en la puntuación de 0 a 100 puntos. Con dichos resultados se ordenan en rangos diferentes y se igualan los pares, y se decide aplicar la prueba de rangos señalados y pares igualados de Wilcoxon. Con el grupo I se trabaja la temática de aplicaciones de la integral definida por la vía tradicional, usando como principal medio la pizarra; al grupo II se le imparte la temática utilizando la computadora en un laboratorio mediatizada por el asistente matemático Derive. Al concluir la temática referida al cálculo de área y volumen de sólido de revolución, se aplica un último cuestionario de salida donde se presentan ejercicios de la temática referida, el cual se califica en la puntuación de 0 a 100.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la siguiente tabla muestra el análisis realizado para la prueba de Wilcoxon. Se parte de la H_0 : No hay diferencia entre los resultados obtenidos por las parejas igualadas en ambos grupos, considerándose H_1 : la diferencia de los resultados obtenidos de los estudiantes del grupo II con respecto al grupo I es mayor. Del procedimiento de la prueba, se aprecia que hay dos pares igualados ($d=0$), razón por la cual se toma para el análisis $N=23$. En el análisis de la tabla de valores críticos de T en la prueba de rangos señalados y pares igualados de Wilcoxon (Siegel, S, 1987) se tiene un nivel de significación de $\alpha=0,02$. Por tanto se rechaza H_0 y se acepta H_1 donde se concluye que el uso del asistente matemático Derive como mediador del proceso de enseñanza aprendizaje apoyado en las indicaciones didácticas realizadas, constituye una manera de potenciar la significación del contenido referido a las aplicaciones del cálculo integral a la temática de áreas y volúmenes, lo cual se revierte en una mayor comprensión de los estudiantes de los conceptos y procedimientos en la temática referida.

Tabla 1: Resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon.

Parejas de Estudiantes	Puntaje Grupo I	Puntaje Grupo II	Diferencia (d)	Rango de d	Rango de signos menos frecuentes
1	61	70	9	17	
2	50	45	-5	-11,5	11,5
3	76	66	-10	-19	19
4	80	91	11	21,5	
5	60	70	10	19	
6	59	66	7	15	
7	61	79	18	23	
8	40	51	11	21,5	
9	80	76	-4	-9	9
10	92	97	5	11,5	
11	89	87	-2	-5,5	5,5
12	60	70	10	19	
13	51	48	-3	-7,5	7,5
14	60	66	6	14	
15	77	78	1	2,5	
16	79	79	0		
17	90	87	-3	-7,5	7,5
18	98	100	2	5,5	
19	55	60	5	11,5	
20	45	45	0		
21	79	80	1	2,5	
22	96	95	-1	-2,5	2,5
23	70	71	1	2,5	
24	80	88	8	16	
25	58	63	5	11,5	
				T	62,5

4. CONCLUSIONES

Las indicaciones didácticas elaboradas para favorecer la enseñanza aprendizaje del cálculo integral en la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí se inserta en el conjunto de acciones que realiza el profesorado de la República de Ecuador, para incidir de forma favorable en el proceso de enseñanza aprendizaje en las universidades, donde las Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones (TIC), penetra cada vez más en el currículo de estudio de carreras universitarias.

La investigación muestra como a partir de indicaciones didácticas para el uso del asistente matemático Derive influye de forma positiva en la significación de los contenidos de aplicaciones de la integral definida a cálculo de áreas y volúmenes. La factibilidad de las indicaciones realizadas a partir de los comandos implementados del software se obtuvo a partir de dos grupos de estudiantes, igualados a partir de un cuestionario inicial. La prueba seleccionada fue la de rangos señalados y pares igualados de Wilcoxon con un nivel de significación de $\alpha = 0,02$.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, M.T. (2010). El Aprendizaje Basado En Problemas (Abp) Como Estrategia Didáctica Para La Enseñanza De La Asignatura De Inteligencia Artificial, De Sexto Nivel De La Escuela De Sistemas De La Pontificia Universidad Católica Sede Santo Domingo. Tesis presentada previo a la obtención del título de Master, Quito, Ecuador.
- Ausubel, 1968, Moreira y Masini, 1982. Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo. México, Editorial Trillas. Traducción al español de Roberto Helier D., de la primera edición de Educational psychology: a cognitive view.
- Díaz, F. y Hernández, G. (2002). Constructivismo y Aprendizaje significativo. Ed. McGraw-Hill. México, D.F. MX
- Falsetti, M., Favieri, A., Scorzo, R. y Williner, B. (2009). Estudio sobre habilidades matemáticas para el Cálculo Diferencial en estudiantes de Ingeniería. 10mo Simposio de Educación Matemática. Chivilcoy: Manual introducción al Derive, (2000). Recuperado de http://cipri.info/resources/TIC-Introduccion_a_Derive.pdf
- Ministerio de Educación. República de Ecuador (MERE): Actualización y fortalecimiento curricular de la educación básica, 2010.
- Moreira, A. A. (1998). Aprendizaje significativo: un concepto subyacente. Instituto de Física, UFRGS, Caixa postal 15051, Campus 91501-970 Porto Alegre, RS, Brasil. Consultado en <http://www.if.ufrgs.br/~Moreira/apsigsubesp.pdf>, marzo, 2016.
- Ortega, P. (2001). Proyecto de Innovación Docente Curso 2000/2001. Departamento de Análisis Económico: Economía Cuantitativa Facultad de CC. Económicas y Empresariales UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID, España.
- Ortega, P. (2002). La enseñanza del Álgebra Lineal mediante sistemas informáticos de cálculo algebraico, Tesis Doctorado, Madrid, España. ISBN: 84-669-2352-7.
- pactoNuevasTec.pdf
- Siegel, S. (1987) Diseño experimental no paramétrico. Ediciones Revolucionarias.
- Sigüenza, J.D. (2009). Calidad de la Educación Universitaria, Universidad del Azuay, Maestría Docencia Universitaria, <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/calidad-educacion-universitaria-ecuador/calidad-educacion-universitaria-ecuador.pdf>
- Díaz, P. y Fernández, P. (2004). Asociación de variables cualitativas: El test exacto de Fisher y el test de McNemar. Cad de Aten Primaria; 11: 304-308, España.
- Sampieri, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2012). Metodología de la Investigación. Sexta Edición. México: Editorial McGraw-Hill.
- Senescyt (2012). Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencias, Tecnología e Innovación. Informe de rendición de cuentas. Quito, Ecuador.
- La Educación Superior en el Ecuador, (s.f.). Estructura y titulaciones de Educación Superior en Ecuador – OEI. Recuperado de www.oei.es/historico/homologaciones/ecuador.pdf
- Hurtado, G. (s.f.). Sistema de Educación Superior del Ecuador. Recuperado de http://tuning.unideusto.org/tuningal/images/stories/presentaciones/ecuador_doc.pdf