

Aplicación del software Octave en el aprendizaje relevante de Cálculo I, de los estudiantes universitarios de Ingeniería ambiental

Application of the Octave software in the relevant learning of Calculus I, of university students of Environmental Engineering

Mario Román Flores Roque

mariofr20@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-6878-3799>

Universidad Nacional de Moquegua, Moquegua, Perú

Salomón Rey Ramos Rivera

salrerr@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-8956-6550>

Universidad Nacional de Moquegua, Moquegua, Perú

José Luis Ramos Tejada

jramost@unam.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-2472-0489>

Universidad Nacional de Moquegua, Moquegua, Perú

Recibido: 30 de diciembre de 2023 | Arbitrado: 20 de marzo de 2024 | Aceptado: 30 de abril de 2024 | Publicado: 05 de junio 2024

RESUMEN

Palabras clave:

Software Octave;
Aprendizaje relevante;
Cálculo; Ingeniería
Ambiental

El propósito principal de esta investigación fue determinar la influencia de la aplicación del software Octave en el aprendizaje relevante de Cálculo I, de los estudiantes de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Moquegua en el año 2021. Se utilizó un diseño cuasi experimental, con grupo de control compuesto de 32 estudiantes y otro grupo experimental compuesto de 23 estudiantes donde se analizó la evolución del aprendizaje de cálculo, antes y después de la aplicación del software Octave, mediante el empleo de un Pre Test y otra Post Test. La contrastación de hipótesis se realizó mediante la prueba T de Student para muestras relacionadas y muestras independientes. Los resultados determinan que existe influencia muy significativa de la aplicación del software Octave en el aprendizaje relevante de cálculo I, al 0.001 de significancia en la prueba t de Student, de lo que se concluye que la aplicación del software Octave influye positivamente en el rendimiento académico del estudiante y su nivel de satisfacción es muy alto.

ABSTRACT

Keywords:

Octave software; Relevant
learning; Calculus;
Environmental Engineering

The main purpose of this research was to determine the influence of the application of the Octave software on the relevant learning of Calculus I, of the Environmental Engineering students of the National University of Moquegua in 2021. A quasi-experimental design was used, with a group control group composed of 32 students and another experimental group composed of 23 students where the evolution of calculus learning was analyzed, before and after the application of the Octave software, through the use of a Pre Test and another Post Test. Hypothesis testing was carried out using Student's T test for related samples and independent samples. The results determine that there is a very significant influence of the application of the Octave software on the relevant learning of calculus I, at 0.001 significance in the Student's t test, from which it is concluded that the application of the Octave software positively influenced academic performance, of the student and their level of satisfaction is very high.



INTRODUCCIÓN

En todo el mundo sigue siendo un desafío, el logro y aprendizaje exitoso en matemáticas, se realizan grandes esfuerzos para conseguirlo, en este aprendizaje participan profesores, alumnos y la sociedad en general, todo ello revela el carácter complejo y las múltiples causas que participan en el aprendizaje y enseñanza de las matemáticas. En América Latina, la situación no es diferente y el desafío es mucho mayor, ya que según los últimos resultados de un examen llamado PISA, del 2019, los estudiantes de América Latina que participaron en el estudio ocuparon los lugares más bajos a nivel mundial, lo que es sumamente preocupante. En el Perú la situación no es diferente, se nota muchas dificultades en la comprensión y en el aprendizaje de las matemáticas, tanto es así que en el último examen PISA que nuestros alumnos rindieron, en el área de matemática, ocuparon en promedio los últimos lugares de América Latina, estos alumnos luego realizan sus estudios superiores y tienen grandes problemas en los cursos de matemática, en específico en los cursos de cálculo, donde se observa un gran número de desaprobados, lo cual genera frustración y hasta deserción en las diversas carreras universitarias.

El Octave es un lenguaje de programación, para realizar tareas de cálculos numéricos, para resolver problemas tanto lineales como no lineales, también aplicaciones de pruebas numéricas y aprendizaje relevante de las ciencias. En consecuencia, es esencial formar a las generaciones venideras de profesionales mediante un enfoque diferente, distanciándonos de métodos de enseñanza obsoletos que no toman en cuenta las nuevas tecnologías.

En respuesta a los actuales desafíos, la universidad necesita contar con un cuerpo docente que se mantenga actualizado de manera constante en varios lenguajes de programación dentro de los programas académicos de ingeniería. Esto garantizaría que los estudiantes puedan aprender de manera continua utilizando una variedad de herramientas aplicables en el desarrollo de sus actividades académicas. Por lo expuesto líneas

arriba, se destaca la relevancia de la investigación actual, por lo que se ha organizado el estudio de la siguiente manera:

En la Universidad Nacional de Moquegua (UNAM), los estudiantes de Ingeniería Ambiental que llevan la asignatura de Cálculo I, tienen serios problemas de aprendizaje de cálculo I, les resulta difícil comprenderlo y por ende aplicarlos a su especialidad, motivo por el cual hay una gran cantidad de desaprobados que llega en algunos casos a más del 50%, lo que les genera frustración, rechazo a los cursos de cálculo debido a que no alcanzan los aprendizajes esperados, muchas veces debido a la forma clásica que se dictan los cursos de matemáticas en las diferentes universidades de nuestra región y también del país, debido a ello se plantea aplicar el programa Octave en el aprendizaje de cálculo I, y de esta forma lograr que el estudiante comprenda, aprenda y aplique el cálculo de forma amena y amigable y contribuir a que logre las competencias y capacidades descritas en el perfil de egreso que la escuela profesional de Ingeniería Ambiental propone.

¿Cuál es la influencia de la aplicación del software Octave en el aprendizaje relevante de cálculo I, de los estudiantes de Ingeniería Ambiental de la UNAM?

Bases teóricas

Teoría del Aprendizaje Significativo

Es esencial comprender la estructura cognitiva de los estudiantes para seguir avanzando en el desarrollo y fortalecimiento de sus aprendizajes. Esto va más allá de simplemente conocer la cantidad de información que poseen; implica también comprender las proposiciones y conceptos que emplean en el proceso de aprendizaje. Por otro lado, se tiene que los principios de aprendizaje que propuso Ausubel nos dan una referencia para el progreso en el desarrollo de herramientas metacognitivas permite entender la estructura cognitiva del aprendiz, lo que llevará a una posición más sólida de la educación. (Ausubel, s.f).

Aprendizaje Significativo y Aprendizaje Mecánico

Identificaremos que el aprendizaje adquiere significado si el contenido se relaciona de manera sustancial y no arbitraria con el conocimiento previo del alumno, evitando una mera reproducción literal. Al referirnos a relaciones sustantivas y no arbitrarias, queremos decir que estas ideas se conectan con criterios relevantes ya presentes en la estructura cognitiva del estudiante, que son importantes como: imágenes, símbolos, conceptos (Ausubel, s.f).

Como consecuencia de esto, en el transcurso de la educación, es esencial considerar el conocimiento previo de la persona para establecer una conexión con lo que se espera que aprenda. Estos conceptos consisten en ideas y proposiciones que son estables y claras, permitiendo que la nueva información se relacione con ellos de manera efectiva. El aprendizaje significativo tiene lugar cuando la información nueva se “vincula” con conceptos preexistentes relacionados (“subsunsores”) en la organización cognitiva, se producirá un aprendizaje significativo, lo que indica que se pueden aprender ideas nuevas, proposiciones y conceptos de manera significativa para lograr la integración con otras ideas, de conceptos o proposiciones relacionados, que sea claro y utilizable en la estructura cognitiva del individuo, y sirve como unidad de “anclaje” para el primero.

Los enfoques sustantivos y no arbitrarios llevan al desarrollo, distinción y estabilidad de subsunsores ya presentes, así como de la totalidad de la estructura cognitiva. Contrariamente al aprendizaje significativo, el aprendizaje mecánico tiene lugar cuando no existen subsunsores apropiados. De esta manera, la información nueva se almacena de forma arbitraria sin relacionarse con conocimientos preexistentes. (Ausubel, s.f.). En última instancia, Ausubel no establece una separación entre el aprendizaje mecánico y el aprendizaje significativo como una dualidad, sino más bien como un “continuo”.

EL Software Octave

Octave es un lenguaje de programación de alto nivel que nos posibilita ejecutar cálculos numéricos en una computadora. Este software es un programa que puede interpretar y realizar diferentes cálculos y gráficas en dos y tres dimensiones. Octave proporciona una interfaz de usuario amigable e interactiva mediante líneas de comandos, pero también se puede usar de forma no interactiva para leer los comandos de sus archivos. Octave se elaboró originalmente en la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de Texas, cuyo objetivo era facilitar los cálculos tediosos de los estudiantes de esta escuela y así evitar la molestia de programar. Su flexibilidad la hizo popular de inmediato, y su utilización se amplió a otros problemas que están ligados con ecuaciones diferenciales y álgebra lineal, y en general nos permite resolver problemas matemáticos porque tiene muchas herramientas matemáticas, por lo que ha aumentado su beneficio en el desarrollo de la comunidad de usuarios que necesitan desarrollar tareas científicas. Octave se diferencia de otros programas que realizan cálculos numéricos, porque es un software libre (bajo licencia GNU), podemos utilizar Octave de manera gratuita y lo podemos descargar de Internet en <http://www.octave.org>.

Características Principales de Octave

GNU Octave es un lenguaje de programación de alto nivel creado con el propósito específico de llevar a cabo cálculos numéricos. Proporciona una interfaz directa basada en la línea de comandos (consola), simplificando la solución de problemas numéricos, ya sean lineales o no lineales, y brinda a los usuarios la libertad de ejecutar scripts.

Octave ofrece una amplia variedad de herramientas que nos permiten abordar problemas relacionados con el álgebra lineal, también calcular las raíces de ecuaciones no lineales, realizar operaciones de diferenciación, graficar funciones en R^2 y en R^3 , llevar a cabo la integración de funciones en una o más variables, manipular polinomios y resolver ecuaciones diferenciales ordinarias y algebraicas.

Podemos acceder a la consola de comandos directamente pulsando el ejecutable de Octave, puede usarse para funciones básicas y programación, pero no para dibujar gráficas ni resultados.

Actividades realizadas, en proceso de enseñanza aprendizaje con Octave

Se aplicó el software Octave en el aprendizaje relevante de cálculo I, en el grupo experimental conformado por 23 estudiantes, se realizaron 15 sesiones de 02 horas académicas de 50 minutos cada una, desarrolladas en el periodo de mayo a julio del 2022, en la cual, se combinó las técnicas de enseñanza en aula y centro de cómputo se realizaron diversos ejercicios los cuáles se resolvieron en forma analítica y usando el software Octave para comparar y comprobar los resultados.

A continuación, enunciaremos las principales actividades desarrolladas, dado que se consiguió de internet diversos manuales, los cuales se consigna en la bibliografía.

Así tenemos:

Escribir la expresión del Octave;
Funciones matemáticas elementales,
Funciones trigonométricas.

Gráficas en Octave

La manera más práctica de graficar, con Octave, una función de la forma $y=f(x)$ es utilizando el comando: `>> ezplot(función)` y función: $f(x)=\ln(x)$ entre otros más complejos.

También podemos graficar superficies en el espacio usando Octave, podemos utilizar el comando: `>>ezmesh(función)`

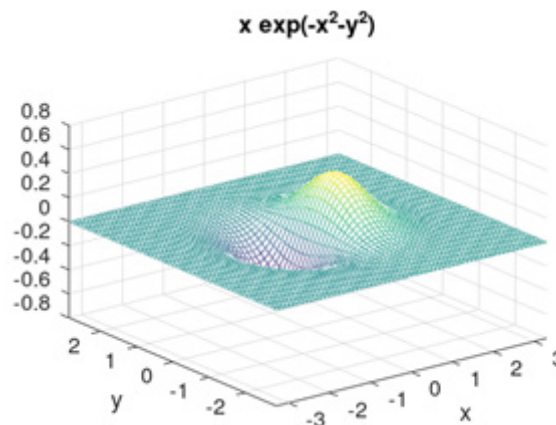
$$f(x,y)=xe^{-x^2-y^2}$$

Solución

En Octave digitamos el siguiente comando:

```
>> ezplot('x*sin(x^2)/2', [-2,4])
```

Se tiene la siguiente gráfica en el espacio:



También podemos utilizar para Graficar la siguiente función

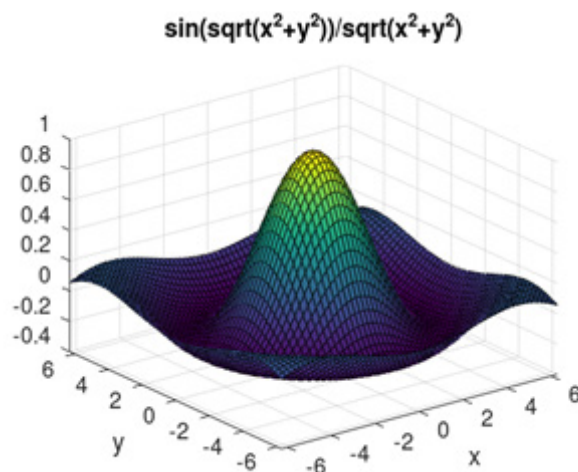
$$f(x,y) = \frac{\text{sen}\sqrt{x^2+y^2}}{\sqrt{x^2+y^2}}$$

Solución

En Octave digitamos el siguiente comando:

```
>> ezsurf('sin(sqrt(x^2+y^2))/sqrt(x^2+y^2)')
```

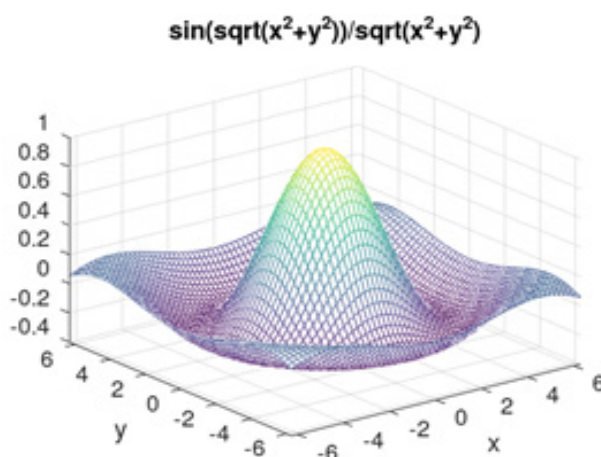
Obtenemos la siguiente superficie en el espacio.



Utilizaremos el comando anterior, para observar las diferencias:

```
>> ezmesh('sin(sqrt(x^2+y^2))/sqrt(x^2+y^2)')
```

Obtenemos la siguiente superficie:



Obsérvese que las gráficas son las mismas dado que es la misma función, el detalle es la presentación, en la gráfica anterior se tiene más color está un poco más sombreada es la única diferencia.

Cálculo Diferencial con Octave

Para derivar con Octave primero debemos cargar el Paquete

```
>> pkg symbolic load
```

También debemos cargar las variables que utilizaremos

```
>> syms x y z
```

Finamente usamos el comando

```
>> diff (función, variable)
```

Así podemos utilizar las funciones y calcular su derivada: $f(x)=3x^4+2\text{sen}x$

Solución

Usando las fórmulas respectivas y las reglas de derivación, tenemos

$$f'(x)=12x^3+2\text{cos}x$$

En Octave:

```
>> Derivada=diff(3*x^4+2*sin(x),x)  
Derivada = (sym)
```

$$12*x^3 + 2*\text{cos}(x)$$

Observe que los resultados son los mismos

Por Ejemplo:

Dada la siguiente función, calcular su derivada:

$$f(x) = \ln\left(\frac{x^2 - 3}{x^2 + 3}\right)$$

Finalmente, la derivada de la función es:

$$f'(x) = \frac{12x}{x^4 - 9}$$

En Octave:

```
>> Derivada=diff(log((x^2-3)/(x^2+3)),x)
Derivada = (sym)
```

$$\frac{\frac{2x}{x^2+3} - \frac{2x}{x^2-3}}{\frac{2x}{x^2+3} \cdot \frac{2x}{x^2-3}}$$

Obsérvese que la expresión es un poco extensa y nada agradable, no se parece al resultado obtenido de forma analítica, usemos el siguiente comando para simplificar esta expresión.

```
>> simplify(Derivada)
ans = (sym)
```

$$\frac{12x}{x^4 - 9}$$

Luego de aplicar el comando se simplifica la función derivada y el resultado es el mismo que obtuvimos, cuando hicimos los cálculos de manera manual o analítica.

Cálculo Integral con Octave

Para calcular integrales indefinidas con Octave primero debemos cargar el Paquete

```
>> pkg symbolic load
```

También debemos cargar las variables que utilizaremos

```
>> syms x y z
```

Finalmente usamos el comando: >>int(función)

Aplicaremos este comando y los compararemos con lo que se hace manualmente.

Por Ejemplo, Calculamos la siguiente integral:

$$\int (4x^2 + 3\cos x) dx$$

Solución

Aplicando las propiedades de la integral y las fórmulas correspondientes tenemos:

$$\int (4x^2 + 3\cos x) dx = 4 \int x^2 dx + 3 \int \cos x dx = \frac{4}{3}x^3 + 3\sin x + c$$

En Octave tenemos:

```
>> Integral=int(4*x^2+3*cos(x))
Integral = (sym)
```

$$\frac{4x^3}{3} + 3\sin(x)$$

Tenemos que observar que el comando es “int(función)”, lo que hacemos es asignarle el resultado a la variable Integral, esto con el objeto de que se observe mejor el resultado, también se debe notar que al final se le tiene que adicionar la constante de integración dado que Octave no lo hace.

Así podemos calcular las siguientes integrales:

a) $\int x^2 \sin(x^3+8) dx$

Calculando en Octave, digitamos lo siguiente y obtenemos:

```
>> Integral=int(x^2*sin(x^3+8))
Integral = (sym)
```

$$\frac{-\cos(x^3 + 8)}{3}$$

El cual confirma el resultado obtenido de forma analítica.

b) Calcular la siguiente integral:

$$\int x^3 \ln x dx$$

El resultado en Octave es:

```
>> Integral=int(x^3*log(x))
Integral = (sym)
```

$$\frac{x^4 \log(x)}{4} - \frac{x^4}{16}$$

Obsérvese que tenemos los mismos resultados manual y con Octave, salvo la constante de integración.

Integrales Definidas con Octave

Para hallar el valor de la integral definida:

$$\int_a^b f(x)dx$$

En Octave se puede utilizar el siguiente comando: `>>quad(fun,a,b)`

Donde “fun” es la función que deseamos integrar, es decir es la función integrando $f(x)$, a y b son los límites de integración.

Desarrollaremos algunos ejemplos para aclarar este comando.

Ejemplo, Calculamos la siguiente integral definida:

$$\int_3^8 \frac{x}{\sqrt{1+x}} dx$$

El resultado en Octave es:

Primero definimos la función integrando

```
>> fun=@(x) x/sqrt(1+x)
fun =
```

```
@(x) x / sqrt (1 + x)
```

Luego calculamos el valor de la integral definida

```
>> Valor_Integral=quad(fun,3,8)
Valor Integral = 32/3
```

Obsérvese que el resultado queda comprobado con Octave.

Ejemplo, Calcular la siguiente integral definida:

$$\int_0^{\frac{\pi}{3}} \sec^3 x \tan^3 x dx$$

El resultado con Octave.

Primero definimos la función integrando

```
>> fun=@(x) (sec(x))^3*(tan(x))^3
fun =
```

```
@(x) (sec(x))^3*(tan(x))^3
```

Luego calculamos el valor de la integral definida

```
>> Valor_Integral=quad(fun,0,pi/3)
Valor Integral = 58/15
```

Obsérvese que el resultado es igual al manualmente ejecutado con Octave.

Aplicaciones de la Integral

Área de una región entre dos curvas

Sean f y g funciones continuas en $[a,b]$ y $g(x) \leq f(x)$ para todo x en $[a,b]$, entonces el área de la región acotada por las gráficas de f y g y las rectas verticales $x=a$ y $x=b$ esta dada por:

$$A(R) = \int_a^b [f(x) - g(x)] dx$$

Ejemplo, Hallar el área de la región comprendida por las gráficas de:

$$y=x^2-2x; y=-x^2+4x$$

Solución

Primero hallaremos los puntos donde se interceptan ambas gráficas, igualamos las funciones y obtenemos:

$$x^2 - 2x = -x^2 + 4x \Leftrightarrow 2x^2 - 6x = 0$$

$$\Leftrightarrow 2x(x - 3) = 0 \Leftrightarrow x = 0 \vee x = 3$$

$$\text{Si } x = 0 \Rightarrow y = 0$$

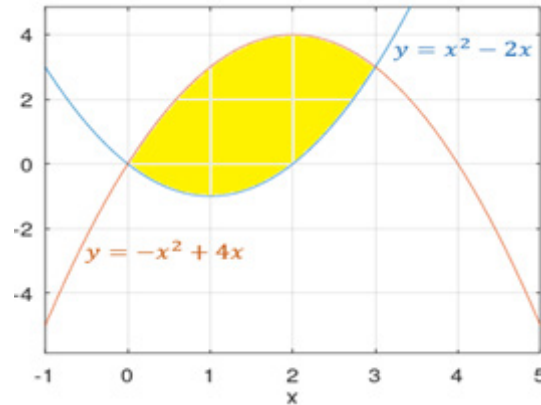
$$\text{Si } x = 3 \Rightarrow y = 3$$

Obsérvese que las gráficas se interceptan en los puntos $(0,0)$ y $(3,3)$

Graficaremos las ambas funciones en Octave, con los siguientes comandos:

```
>> ezplot('x^2-2*x', [-1,5])
>> hold on
>> ezplot('-x^2+4*x', [-1,5])
```

Obtenemos el siguiente gráfico.



Por lo tanto, el áreas de la región limitada por ambas gráficas esta dada por:

$$A(R) = \int_0^3 (-x^2 + 4x - (x^2 - 2x)) dx = \int_0^3 (-2x^2 + 6x) dx = 9 u^2$$

Comprobaremos el valor de la Integral en Octave

```
>> fun=@(x) -2*x^2+6*x
fun =
@(x) -2 * x ^ 2 + 6 * x

>> Valor_Integral=quad(fun,0,3)
Valor Integral = 9
```

El resultado queda confirmado.

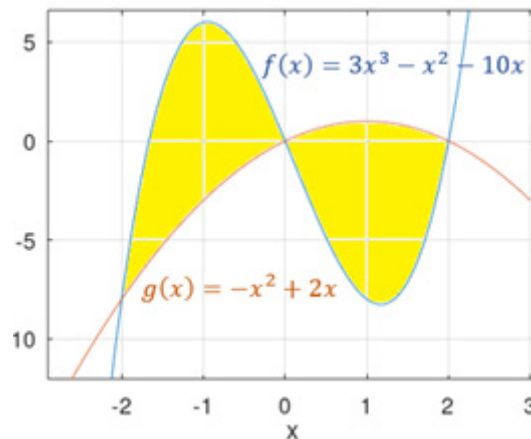
Ejemplo: Hallar el área de la región comprendida por las gráficas de:

$$f(x) = 3x^3 - x^2 - 10x; g(x) = -x^2 + 2x$$

Graficaremos ambas funciones en Octave, con

```
>> ezplot('3*x^3-x^2-10*x', [-3, 3])
>> hold on
>> ezplot('-x^2+2*x', [-3, 3])
```

Por lo tanto, se tiene el siguiente gráfico:
Gráfica del ejemplo



Por lo tanto, el área de la región acotada por las curvas esta dada por:

$$\begin{aligned} A(R) &= \int_{-2}^0 [f(x) - g(x)] dx + \int_0^2 [g(x) - f(x)] dx \\ A(R) &= \int_{-2}^0 [3x^3 - x^2 - 10x - (-x^2 + 2x)] dx + \int_0^2 [-x^2 + 2x - (3x^3 - x^2 - 10x)] \\ &= \int_{-2}^0 [3x^3 - 12x] dx + \int_0^2 [-3x^3 + 12x] dx \\ &= \left[\frac{3}{4}x^4 - 6x^2 \right]_{-2}^0 + \left[-\frac{3}{4}x^4 + 6x^2 \right]_0^2 \\ &= -(12 - 24) + (-12 + 24) = 24 u^2 \end{aligned}$$

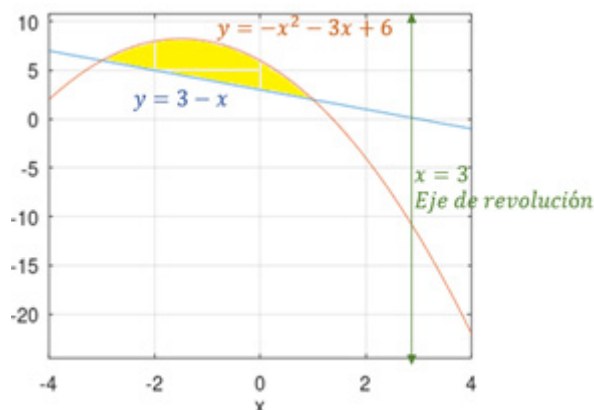
Resultado que se puede comprobar con Octave.

Volumen de un sólido de Revolución

Con ejemplos aplicaremos los métodos correspondientes.

Por ejemplo: Hallar el volumen del sólido de revolución, formado al girar la región limitada por las gráficas de: $y = -x^2 - 3x + 6$; $x + y = 3$

Alrededor de la recta $x = 3$



La región pintada de amarillo gira alrededor de la recta $x = 3$, el volumen generado lo calcularemos aplicando el método de las capas cilíndricas, para ello aplicamos la siguiente fórmula:

$$V(S) = 2\pi \int_a^b (c - x)(f(x) - g(x))dx$$

Para nuestro problema se formularía:

$$\begin{aligned} V(S) &= 2\pi \int_{-3}^1 (3 - x)(-x^2 - 3x + 6 - (3 - x))dx \\ &= 2\pi \int_{-3}^1 (3 - x)(-x^2 - 2x + 3)dx \end{aligned}$$

Calcularemos la integral aplicando Octave, como sigue:

```
>> fun=@(x) (3-x)*(-x^2-2*x+3)
fun =
```

```
@(x) (3 - x) * (-x ^ 2 - 2 * x + 3)
```

```
>> Valor_Integral=quad(fun,-3,1)
Valor_Integral = 128/3
```

Graficaremos ambas funciones en Octave, con los siguientes comandos:

```
>> ezplot('3-x', [-4, 4])
>> hold on
>> ezplot('-x^2-3*x+6', [-4, 4])
```

La gráfica se muestra a continuación:

Gráfica del ejemplo

Por lo tanto, el volumen del sólido generado es:

$$V(S) = 2\pi \left(\frac{128}{3}\right) = \frac{256\pi}{3} u^3$$

Así se pueden obtener muchos cálculos de volúmenes y graficando aplicando el Octave.

MÉTODO

Es investigación experimental, de nivel causal explicativa, dado las variables de causa -efecto, de diseño cuasi experimental, de pre-test y pos-test, se trabajó con dos grupos: Un grupo Experimental y Un grupo de Control.

La población del estudio está integrada por los estudiantes que estén matriculados en la asignatura de Cálculo I, en el 2022-I, de la Escuela de Ingeniería Ambiental-UNAM Filial Ilo, siendo un total de cincuenta y cinco estudiantes, los cuales estaban matriculados en dos grupos A y B. La Muestra, está compuesto por Veintitres (23) estudiantes, matriculados en el grupo B, en el curso de Cálculo I, de la Escuela mencionada, los cuáles constituyeron el grupo experimental.

Los datos fueron recolectados, mediante la encuesta y una cuestionarios estandarizados y bien estructurados, diseñados para que los participantes se auto administren (Hernández et al, 2014). El instrumento utilizado para evaluar la variable dependiente fue creado a partir de los contenidos previamente mencionados. Este instrumento está constituido por ocho preguntas formuladas por el investigador y medidas en una escala vigesimal. Estos instrumentos se someten a la Validez y confiabilidad, por juicio de expertos logrando índices de validez, donde el promedio de la evaluación es 0.92, el que es muy alto, por lo tanto, aplicable. Así también, la Confiabilidad de la encuesta de satisfacción, se determina índice de alfa de Cronbach obteniendo el valor de 0.938 el resultado muy alto por lo tanto el instrumento utilizado es confiable y aplicable.

Se siguen los protocolos para obtener los datos, iniciando solicitando autorización al director de la Escuela, autorizado se ejecuta el estudio, administrando la prueba Pre Test. Posteriormente, se analiza los resultados de evaluación de nivel académico alcanzado por cada estudiante de ambos grupos en el curso de Cálculo I. Para conformar el grupo experimental se selecciona de manera aleatoria el aula “B” los que son la muestra del estudio, y el grupo de control queda la sección A. Las clases de aprendizaje-enseñanza se llevaron a cabo considerando los temas especificados en el plan de estudios y el silabo.

El programa Octave se empleó como recurso pedagógico para los estudiantes del grupo experimental, con el fin de evaluar la efectividad de este enfoque.

La investigación se ejecutó en los meses de mayo, junio y julio del 2022, con el grupo experimental, en las que desarrolló los temas antes mencionados. Después de abordar los temas del plan de estudios y del sílabo de la asignatura, marcando el fin del proceso de estudios, se realizó la evaluación Post Test a los dos grupos con el fin de valorar los resultados obtenidos.

El Procesamiento en el manejo de la información, se utilizaron tablas estadísticas que recopilan los resultados de las pruebas y la información de la encuesta. Se aplicaron procedimientos estadísticos, tanto descriptivos como inferenciales, empleando para ello medidas de variabilidad y de tendencia central. En el proceso de procesamiento, se tabulan en hojas de cálculo de Excel 2019, después se transportan al software SPSS para realizar el análisis encontrar las relaciones entre las variables, para luego contrastar las hipótesis de investigación. Esta misma nos permitirá el análisis de datos y aseverar si la relación es significativa, moderada o significativamente baja.

RESULTADOS

Resultados descriptivos comparativo del grupo control y experimental.

Tabla 1.
Resultados del Pre-Test por grupo

Estadístico	Valor grupo control	Valor grupo experimental
N	32	23
Media	5.42	5.46
Mediana	4.50	5.50
Desv. Estándar	2.79	2.30
Varianza	7.78	5.29
Mínimo	1.50	1.50
Máximo	13.5	9.5

En la Tabla 1, se observa la evaluación de notas que refleja el nivel de rendimiento académico de los participantes de ambos grupos anterior

a la implementación del software Octave en el aprendizaje de cálculo I, no se aprecian grandes discrepancias en los promedios en ambos grupos control 5.42 y experimental 5.46.

Tabla 2.

Resultados del Post-Test del grupo control

Estadístico	Valor – G. Control	Valor G. Experimental
N	32	23
Media	9.34	12.15
Mediana	9.00	11.50
Desv. Estándar	2.85	2.84
Varianza	8.12	8.08
Mínimo	4.00	7.00
Máximo	15.00	17.00

En la Tabla 2 se observa en forma comparativa el nivel aprendizaje logrado de los participantes del grupo control y experimental, después de la ejecución de la prueba Post Test, en el curso de cálculo I, el grupo control sin la aplicación del software Octave se encuentra en el nivel de insuficiente, dado que la nota más baja es 04 y el

promedio general de calificación de los estudiantes es de 9.34. Así mismo, los participantes del grupo experimental, después de implementación del programa Octave se encuentra en el nivel alto, ya que la nota más baja es 07 y el promedio de notas es 12.15 que en la escala vigesimal es nota aprobatoria.

Resultados de satisfacción de los estudiantes con el programa Octave

Tabla 3.

Resultados de satisfacción con el uso del programa Octave

Indicadores	MI	I	PS	S	MS	Total
Considera que los contenidos y materiales han sido comprensible y adecuados	0 0.00%	0 0.00%	1 4.30%	10 43.50%	12 52.20%	23 100.00%
Se encuentra conforme con los ejercicios y dinámicas que se han desarrollado en las clases.	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	8 34.80%	15 65.20%	23 100.00%
Se le ha facilitado en entendimiento del curso con la metodología planteada	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	13 56.50%	10 43.50%	23 100.00%
Se encuentra conforme con los conocimientos y explicación del docente con respecto a los problemas desarrollados	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	11 47.80%	12 52.20%	23 100.00%
Las técnicas de enseñanza que usó el docente, permiten integrar otros conocimientos a tu aprendizaje	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	10 43.50%	13 56.50%	23 100.00%
El docente despejó las dudas de los estudiantes relacionados con los temas desarrollados.	0 0.00%	0 0.00%	1 4.30%	11 47.80%	11 47.80%	23 100.00%
Se encuentra conforme con las estrategias y técnicas, para fortalecer tu desempeño en la asignatura.	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	10 43.50%	13 56.50%	23 100.00%

Indicadores	MI	I	PS	S	MS	Total
Se encuentra conforme con las actividades prácticas desarrolladas y considera que son un buen complemento a los contenidos teóricos de la asignatura	0	0	1	11	11	23
	0.00%	0.00%	4.30%	47.80%	47.80%	100.00%
Se encuentra conforme con la utilización del Software en la resolución de los problemas desarrollados	0	0	1	12	10	23
	0.00%	0.00%	4.30%	52.20%	43.50%	100.00%
En términos generales se encuentra usted conforme con el curso dictado y la metodología utilizada por el docente	0	2	3	6	12	23
	0.00%	8.70%	13.00%	26.10%	52.20%	100.00%
	0	2	7	102	119	230
Total	0.00%	0.90%	3.00%	44.30%	51.70%	100.00%

Nota; MI = muy insatisfactorio; I= Insatisfactorio; PS= Poco satisfactorio; S= Satisfactorio; MS= Muy satisfactorio

En tabla 3 se evidencia los resultados el nivel de satisfacción que muestran los estudiantes de la UNAM, de ingeniería ambiental que participaron en la experimentación, utilizando en sus sesiones de aprendizaje del curso de cálculo I el software Octave, donde en el promedio total de las preguntas de satisfacción, el 51.70% indican muy

satisfactorio, el 44.30% satisfactorio solo el 3% indica poco satisfactorio y 0.9% insatisfactorio. Los resultados nos permiten concluir que el grado de satisfacción es muy alta en el aprendizaje de los estudiantes universitarios en el curso de cálculo I, con aplicación del programa Octave.

Contrastación de hipótesis.

Tabla 4.

Prueba de normalidad de aprendizaje de Cálculo I del Grupo Experimental

	Estadístico	Shapiro-Wilk	
		1	Sig
Aprendizaje de Cálculo I en Pre Test	0.956		0.382
Aprendizaje de Cálculo I en Post Test	0.951		0.307

En la Tabla 11 podemos observar que los datos son inferiores a 50, se tendrá en consideración la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk. Nótese que la significancia del Pre Tes es de 0.382 y del **Tabla 5.**

Pos Test es de 0.307 mayores al valor $p = 0.05$, por consiguiente, afirmamos que los datos siguen una distribución normal.

Prueba de homogeneidad de varianza del Post Test

Prueba de homogeneidad de varianza		
F	Test de Levene	Sig.
0.144		0.706

En la Tabla 5 Podemos observar que el valor de $p=0.706 > 0.05$, estos resultados nos indican que los grupos de estudio tienen varianzas iguales, por lo tanto, se emplea las pruebas paramétricas para el contraste de las hipótesis. Entonces, aplicaremos la prueba t de Student que es una metodología estadística empleada para contrastar las medias

de dos grupos y evaluar si existe una diferencia significativa entre ellas.

Prueba de Hipótesis General

HG: Existe influencia significativa en la aplicación del software Octave en el aprendizaje relevante de cálculo I, de los estudiantes.

Tabla 6.

Prueba t Student del grupo de control y experimental según el Post Test

Estadístico	Grupo		Prueba t
	Control (n=32)	Experimental (n=23)	
Media	9.35	12.15	$t = 3.609$
Desv. Estándar	2.85	2.84	$p = 0.001$

Observamos la Tabla 6 y de la prueba $t = 3.609$ $p = 0.001 < 0.05$, resultado que nos permite afirmar que: Existe influencia significativa en la aplicación del software Octave en el aprendizaje relevante de cálculo I, de los estudiantes de Ingeniería Ambiental de la UNAM, para un nivel de confianza del 95%.

Además, es importante destacar que los integrantes del grupo experimental alcanzaron calificaciones más elevadas en el rendimiento académico (promedio = 12.15) tras la implementación del software Octave, en comparación con los estudiantes del grupo de

control (promedio = 9.35), la cual indica que el uso del software Octave en el aprendizaje influye positivamente en el rendimiento académico del grupo experimental.

Prueba de Hipótesis Específicas.

HE1: Existe diferencias significativas en los grupos de control y experimental antes de la aplicación del software Octave en el aprendizaje de cálculo I, de los estudiantes de Ingeniería Ambiental.

Tabla 7.

Prueba t Student del grupo de control y experimental según el Pre Test

Estadístico	Grupo		Prueba t
	Control (n=32)	Experimental (n=23)	
Media	5.42	5.46	$t = 0.049$
Desv. Estándar	2.79	2.30	$p = 0.961$

De la Tabla 7, nótese que de la prueba $t = 0.049$ y $p = 0.961 > 0.05$, Nos permite concluir que: No existe diferencias significativas en los grupos de experimental y de control, en el aprendizaje del curso cálculo I, antes de aplicar el software Octave, al nivel de confianza del 95%.

Segunda Hipótesis Específica

HE2: Existe influencia significativa en el grupo experimental después de la aplicación del software Octave en el aprendizaje de cálculo I.

Tabla 8.

Prueba t Student del grupo experimental según el Pres Test y Post Test

Estadístico	Grupo		Prueba t
	Pre Test	Post Test	
Media	5.46	12.15	t = -8.035
Desv. Estándar	2.30	2.82	p = 0.000

Tabla 8 evidencia el resultado de la prueba $t = -8.035$ y $p = 0.000 < 0.05$, nos permite afirmar que: Existe influencia significativa en el grupo experimental después de la ejecución del software Octave en el aprendizaje de cálculo I, al 95% de confianza.

DISCUSIÓN

Logramos el objetivo general de la investigación, demostrando que la aplicación del software Octave, influye en el aprendizaje relevante de los estudiantes de la UNAM, en el curso de Ingeniería ambiental en el curso de Cálculo I. Para ello se consideró dos grupos experimental y de control, con pruebas Pre Test y Post Test, se usó estadística descriptiva y de inferencia para el contraste de las diferentes hipótesis planteadas.

A partir de los resultados encontrados en relación al primer objetivo específico, el cuál fue ver el logro del aprendizaje relevante en los grupos experimental y el del control, previo a aplicar el software Octave a los estudiantes del estudio, utilizando el análisis de la prueba t de Student para muestras independientes, para el contraste de la HE1, la prueba $t = 0.049$ y $p = 0.961$, nos indica que no existe diferencias significativas entre ambos grupos. Asimismo, nótese también que los participantes del grupo experimental lograron puntajes en la prueba Pre Test, un promedio de 5.46 antes de la aplicación del software Octave, similares a los estudiantes del grupo de control cuyo promedio fue de 5.42, nótese también que los promedios de ambos grupos son muy bajos y bastante similares, por consiguiente, podemos afirmar que antes de la aplicación del software Octave se encontraban en un nivel de aprendizaje

de insuficiente en el curso de cálculo I.

Comparando estos resultados con Gutiérrez (2019), la significancia en su caso fue de 0.802, es decir no hay diferencias entre los grupos, observamos que los promedios de los puntaje de la prueba Pre Test, no son similares a nuestra investigación, ya que en esa investigación el grupo control obtuvo un puntaje promedio de 9.56, en tanto que el grupo experimental un puntaje promedio de 9.78, si bien es cierto entre estos grupos no hay diferencias significativas al igual que en nuestra investigación, pero los promedios con respecto a la nuestra son mayores, pero aun resultan insuficientes, esto podría deberse posiblemente al instrumento de evaluación.

Con respecto al segundo objetivo específico (HE2) el cual fue evidenciar si el nivel de logro del aprendizaje relevante del grupo experimental mejora aplicando el software Octave en el grupo de estudio, analizando la prueba t de Student para muestras relacionadas, encontramos $t = 8.035$ y $p = 0.000$, de estos resultados concluimos que: Existe influencia significativa en el grupo experimental después de aplicar el software Octave al 95% de confianza. Así mismo, nótese también que los participantes que conforman el grupo experimental antes aplicación del software Octave obtuvieron un rendimiento académico insuficiente cuyo puntaje Promedio fue de 5.46 y después de la aplicación del software Octave, su rendimiento mejoró notablemente en comparación de la prueba de entrada cuyo Promedio fue de 12.15, la cual indica que la aplicación del software Octave influyó positivamente en el rendimiento académico del grupo experimental, por consiguiente, podemos indicar que el aprendizaje de los estudiantes ha mejorado positivamente después de la aplicación

del software Octave.

Resultados similares obtuvo Vilca (2019) en su investigación aplicó a ambos grupos de estudiantes una prueba con temas respecto a áreas y volúmenes para que utilicen tópicos de cálculo integral, en el grupo experimental la media de las calificaciones se incrementó de 10,39 a 14,33, en tanto que, en el grupo de control la nota promedio de los estudiantes se incrementó de 10,67 a 12,89. Finalmente se concluye que los participantes que utilizaron el software Geogebra tuvieron un incremento significativo en el aprendizaje de cálculo de áreas y problemas sobre volúmenes.

En concordancia al tercer objetivo específico sobre la evaluación de la satisfacción en la aplicación del software Octave de los estudiantes, se concluye que están muy satisfechos en su proceso de aprendizaje del curso Cálculo I.

Con respecto al objetivo general de nuestra investigación, podemos afirmar lo siguiente: La aplicación del software Octave tiene influencia significativa en el aprendizaje relevante de los estudiantes de la UNAM, en el curso Cálculo I, al 95% de confianza. Similar resultado obtuvo Asís (2015) concluyendo que existe una influencia significativa en el aprendizaje de Matemáticas I en los estudiantes del primer ciclo de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Ciencias Humanidades, derivada de la implementación del software Matlab como herramienta didáctica. También Sánchez (2016) obtuvo resultados similares en esta investigación mide la influencia del portafolio Geogebra en estudiantes de Ingeniería y Arquitectura en la UPU, con dos grupos: control y experimental, determinó la influencia significativa de la utilización del programa Geogebra mejora el aprendizaje curso de cálculo III.

CONCLUSIONES

Primera: Se determinó que existe influencia muy significativa de la aplicación del software Octave en el aprendizaje relevante de cálculo I, de los estudiantes de Ingeniería Ambiental de la UNAM, donde la prueba de t de Student para

muestras independientes, el $p = 0.001 < 0.05$. También señalamos que los participantes del grupo experimental lograron un rendimiento académico superior, 12.15 en promedio, en comparación con los estudiantes del grupo de control, que fue de 9.35.

Segunda: Se logró establecer que no existe diferencias significativas entre los grupos: experimental y de control de estudio, antes de la aplicación del software Octave, dado que los promedios en el pre test son 5.45 y 4.42 respectivamente y que en ambos grupos son bajos.

Tercera: Se logró determinar existe influencia significativa en el grupo experimental después de aplicar de software Octave donde la prueba de muestras relacionada $t = 8.035$ y $p = 0.000$. Además, su rendimiento mejoró notablemente a un Promedio de 12.15.

Cuarta. Se observó que el 51% de los estudiantes están muy satisfechos seguido del 44.30 satisfechos con la aplicación del Software Octave en el aprendizaje de Cálculo I.

REFERENCIAS

- Aquise, S. M. (2019). Desarrollo de competencias usando entornos y manipulables virtuales para la enseñanza de cálculo y estadística. Tesis Doctotal, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/9168>
- Arnau, M. E. (2019). Herramientas para la redacción de textos científicos en el ámbito del profesorado y estudiantado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato. Obtenido de http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/183416/TFM_2019_EspinosoArnau_Maria.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Asis, E. H. (2015). Aplicación del software MATLAB como instrumento de enseñanza de matemática I en los estudiantes del I ciclo de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Ciencias y Humanidades 2013-II. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, Lima.

- Obtenido de <http://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/962>
- repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/8427
- Ausubel, D. (s.f.). Psicología Educativa y la Labor Docente. Obtenido de http://www.utemvirtual.cl/plataforma/aulavirtual/assets/asigid_745/contenidos_arc/39247_david_ausubel.pdf
- Ausubel, D. (s.f.). Psicología Educativa y la Labor Docente. Obtenido de http://www.utemvirtual.cl/plataforma/aulavirtual/assets/asigid_745/contenidos_arc/39247_david_ausubel.pdf
- Carlson, M., Jacobs, S., & Coe, E. (2003). Razonamiento Covariacional Aplicado a la Modelación de Eventos Dinámicos: Un Marco Conceptual y un Estudio. REVISTA EMA, 121-156. Obtenido de http://funes.uniandes.edu.co/1520/1/98_Carlson2003Razonamiento_RevEMA.pdf
- Gutiérrez, R. (2019). Aplicación del Software Matlab en el aprendizaje del Cálculo Integral de los estudiantes de Ingeniería con experiencia laboral de la Universidad Peruana de Ciencias e Informática, 2018. Lima. Obtenido de <https://repositorio.upci.edu.pe/handle/upci/50>
- Hernández, R., Fernandez, C., & Baptista, M. (2014). Metodología de la Investigación. México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. DE C.V. Obtenido de https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf
- Sánchez, M. A. (2016). Aplicación del portafolio en el aprendizaje en el curso de cálculo III de los estudiantes del IV ciclo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión, 2014. Obtenido de <http://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/UNE/1680/TD%20CE%201782%20R1%20-%20Ramirez%20Sanchez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vilca, R. (2019). Aplicación del software Geogebra y su influencia en el aprendizaje de áreas y volúmenes de sólidos de revolución en el cálculo integral en los estudiantes del primer año de la Facultad de Ingenierías de la Universidad Continental Arequipa - 2017. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa. Obtenido de <http://>