

Conference Paper

Mathematical Simulators for the Study of the Integral Calculus of Engineering Students

Simuladores Matemáticos para el estudio del Cálculo Integral de los estudiantes de ingeniería

G. Viñamagua*, R. Quishpe, E. Paucar, and S. Castillo

Dpto. de Educación. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador

ORCID

G. B. Viñamagua: <https://orcid.org/0000-0001-7253-2434>

IX CONGRESO
INTERNACIONAL DE
INVESTIGACIÓN DE LA RED
ECUATORIANA DE
UNIVERSIDADES Y
ESCUELAS POLITÉCNICAS Y
IX CONGRESO
INTERNACIONAL DE
CIENCIA TECNOLOGÍA
EMPENDIMIENTO E
INNOVACIÓN
SECTEI-ESPOCH 2022

Corresponding Author: G.
Viñamagua; email:
gbvinamagua@utpl.edu.ec

Published: 9 November 2023

Production and Hosting by
Knowledge E

© G. Viñamagua et al. This article is distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](#), which permits unrestricted use and redistribution provided that the original author and source are credited.

Abstract

Currently, technological tools have positioned themselves in the first places of human development, and higher education has not been the exception. This research aims to improve academic performance with the application of mathematical simulators (Wólfram Alpha, GeoGebra, Derive, and Matlab) as a didactic strategy for the study of integral calculus in engineering students. This research has a quantitative approach, which allows for the investigation of the data from academic activities; likewise, it includes an explanatory study with the purpose of verifying the relationship that exists between the dependent and independent variables. In addition, the method of the questionnaire technique with raised exercises was used, and then the qualification averages of the groups were taken. Similarly, the perspective provided a solid base to analyze the data objectively and establish statistical relationships between the variables involved. The methodology used in this study was to obtain precise and measurable information on the impact of mathematical simulators on learning integral calculus. The questionnaire technique with posed exercises made it possible to collect data directly from the participants, providing detailed information on their understanding and performance in relation to integral calculus. The exercises posed in the questionnaire served as a structured way to assess the knowledge and skills acquired by students.

The design applied in the study is made up of two control and experimental groups, applying the pretest and posttest methods. For the analysis and interpretation of data, the parametric statistical student's T-test was used for related samples, where the simulators significantly influenced the learning of integral calculus, at a significance level of 5%. The results of the analysis indicated that the mathematical simulators significantly influenced the learning of integral calculus. That is, statistically significant improvements were observed in the academic performance of the students after the intervention with the simulators. Briefly, the study used a two-group (control and experimental) design, applied pretest and posttest methods to assess academic performance, and used the Student's T-test for related samples in data analysis. Therefore, the importance of the role of the teacher in the learning process of higher mathematics is exemplified.

Keywords: *mathematical simulators, integral calculus, Derive, GeoGebra, Wolfram, Matlab.*

Resumen

Actualmente, las herramientas tecnológicas se han posicionado en los primeros lugares del desarrollo humano, y la Educación Superior no ha sido la excepción, el presente trabajo de investigación tiene como finalidad mejorar el rendimiento académico con la aplicación de los simuladores matemáticos (Wólfram Alpha, GeoGebra, Derive y Matlab),

 OPEN ACCESS



como estrategia didáctica del estudio del cálculo integral en los estudiantes de ingeniería. La investigación tiene un enfoque cuantitativo, el cual, permitió indagar los datos de actividades académicas, así mismo, comprende un estudio de tipo explicativo con el propósito de comprobar la relación que existe entre las variables dependiente e independiente. Además, se utilizó el método de la técnica del cuestionario con ejercicios planteados, luego, se tomó los promedios de calificación de los grupos. Así mismo, la perspectiva proporcionó una base sólida para analizar los datos de manera objetiva y establecer relaciones estadísticas entre las variables involucradas. En este estudio, se ha utilizado esta metodología para obtener información precisa y medible sobre el impacto de los simuladores matemáticos en el aprendizaje del cálculo integral. La técnica del cuestionario con ejercicios planteados ha permitido recopilar datos directamente de los participantes, brindando información detallada sobre su comprensión y desempeño en relación con el cálculo integral. Los ejercicios planteados en el cuestionario sirven como una forma estructurada de evaluar el conocimiento y las habilidades adquiridas por los estudiantes.

El diseño aplicado en el estudio está constituido por dos grupos control y experimental, aplicando la prueba del pretest y posttest. Para el análisis e interpretación de datos se utilizó la prueba estadística paramétrica T - Student para muestras relacionadas, donde, los simuladores influyeron de manera significativa en el aprendizaje del cálculo integral, a un nivel de significancia del 5%. Los resultados del análisis indicaron que los simuladores matemáticos influyeron de manera significativa en el aprendizaje del cálculo integral. Es decir, se observaron mejoras estadísticamente significativas en el rendimiento académico de los estudiantes después de la intervención con los simuladores. En pocas palabras, el estudio utilizó un diseño con dos grupos (control y experimental), aplicó pruebas de pretest y posttest para evaluar el rendimiento académico, y empleó la prueba estadística T-Student para muestras relacionadas en el análisis de los datos. Los resultados mostraron que los simuladores matemáticos tuvieron un impacto significativo en el aprendizaje del cálculo integral, demostrando mejoras estadísticamente significativas en el rendimiento académico de los estudiantes. Por consiguiente, se ejemplifica la importancia del rol del docente en el proceso de aprendizaje de la matemática superior.

Palabras Clave: simuladores matemáticos, Cálculo Integral, Derive, GeoGebra, Wólffram, Matlab.

1. Introducción

En el siglo XXI se ha demostrado por diversas instituciones académicas, que la formación de la matemática en los estudiantes del nivel medio de Latinoamérica, en especial Ecuador; no cumple con los niveles de logros mínimos que el Ministerio de Educación y las Universidades exigen para darle continuidad de su formación en la Educación Superior. Ante esta situación, que afecta a las educaciones precedentes y como consecuencia a la superior de la región, se ha tratado de dar alternativas de mejoras, desarrollando la educación continua a los docentes en forma de actualización que mejore y actualice sus competencias profesionales. En el estudio que se presenta, se conduce una investigación que pretende aportar contribuciones para *favorecer el proceso de formación de la Educación Matemática de nivel superior*, se describen aspectos que pueden impactar como factores asociados en diferentes sentidos al logro



escolar, dinamizados por los simuladores matemáticos en el proceso de formación de la Educación Matemática Universitaria, en particular a lo referido al cálculo integral. Zheng [1]

La novedad y trascendencia de esta investigación radica en buscar *estrategias didácticas para mejorar el desarrollo académico de los futuros profesionales, tomando como sujetos de estudio a los estudiantes de Ingeniería, desde una Matemática Profesionalizante*. Con respecto a este tema se han encontrado análisis en Ecuador, Latinoamérica y otros países en diferentes idiomas, la mayoría de ellas presentan resultados positivos al problema planteado, pero generan soluciones muy estandarizadas que no se manifiestan en la singularidad del estudio en la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), lo que fue necesaria una indagación más exhaustiva desde métodos científicos. Los ambientes tecnológicos y las alternativas de formas de organización del proceso (presencial, virtual, mixta (sincrónica y asincrónica)) exigen nuevos roles y funciones en los docentes y estudiantes, es por ello, que se necesita incorporar medios de ayuda que armonice un currículo paralelo de habilitación de contenidos precedentes con el de contenidos nuevos.

La motivación detrás de la creación de este recurso en la plataforma MediaWiki radica en la necesidad de proporcionar a los estudiantes un medio efectivo para el aprendizaje. Inicialmente, el wiki MER se estableció como una base de datos de exámenes, pero evolucionó hacia un recurso de aprendizaje más completo y versátil Bruni [2] una de las características clave de esta implementación es su capacidad para respaldar el aprendizaje de los estudiantes. A través del wiki MER, los estudiantes tienen acceso a una amplia gama de materiales y recursos educativos, lo que les permite reforzar su comprensión de los conceptos y mejorar sus habilidades en diversas áreas. Watkins [3]. La plataforma MediaWiki ofrece un entorno colaborativo en el que los estudiantes pueden contribuir y compartir sus conocimientos. Esto fomenta la participación de los estudiantes y promueve el aprendizaje colaborativo, ya que pueden intercambiar ideas, aclarar dudas y aprender de las perspectivas de sus compañeros.

Para, Isihara [4] la reforma nacional de la educación matemática, así como a una revisión de los requisitos de educación general (GE) en toda la universidad, enfatiza el uso del simulador matemático MatLab en las clases de matemáticas. Esta decisión se basa en el reconocimiento de que los simuladores matemáticos, como MatLab y otros, ofrecen a los estudiantes una herramienta poderosa para explorar y comprender conceptos matemáticos de manera práctica. Estos simuladores permiten a los estudiantes experimentar con modelos matemáticos, realizar simulaciones y visualizar los resultados de una manera interactiva. Por lo tanto, la incorporación de MatLab en las clases de matemáticas tiene varios beneficios. En primer lugar, ayuda a los



estudiantes a desarrollar un entendimiento más profundo de los conceptos matemáticos al permitirles ver cómo se aplican en situaciones reales. Los simuladores matemáticos brindan a los estudiantes la oportunidad de resolver problemas complejos y explorar diferentes escenarios, lo que fortalece su comprensión de los principios matemáticos subyacentes, fomenta el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Los alumnos pueden experimentar con diferentes variables y condiciones, realizar análisis de datos y generar gráficos y visualizaciones para interpretar los resultados. Esto promueve el razonamiento matemático y la capacidad de tomar decisiones informadas basadas en evidencia. Otro aspecto destacado es que el uso de los simuladores en las clases de matemáticas también prepara a los estudiantes para su futura carrera profesional. Wolfram Alpha y Geogebra, Le Vietun y Wassie YA, Zer [5,6] son ampliamente utilizados en campos como la ingeniería, en particular en el cálculo integral y la ciencia de datos, entre otros. Al familiarizarse con esta herramienta durante sus estudios, los estudiantes adquieren habilidades técnicas relevantes y aumentan su empleabilidad en el mercado laboral. En resumen, el recurso tecnológico ha sido diseñado teniendo en cuenta la facilidad de navegación y accesibilidad. Los contenidos están organizados de manera estructurada y se utilizan enlaces internos para facilitar la navegación entre diferentes temas. También se ha prestado atención a la presentación visual de la información para que sea clara y comprensible para los estudiantes.

Desde esta perspectiva, los softwares educativos Gayoso [7] orientados en convergencia con los otros componentes de la didáctica de la matemática universitaria serían una posible solución y reto al mismo tiempo.

Existen algunos simuladores matemáticos que apoyan a cumplir un aprendizaje significativo; por esta razón la presente investigación: *“Simuladores matemáticos para el estudio del cálculo integral de los estudiantes de Ingeniería”*, pretende demostrar que la utilización de los simuladores matemáticos coadyuva al logro de aprendizajes significativos y desarrolladores en temas de análisis matemático univariado y multivariado, en carreras de ingenierías.

Los contenidos del estudio ilustran la forma en que los estudiantes utilizan los simuladores matemáticos permitiéndoles potenciar su aprendizaje manifestados en mejores desempeños profesionales. Por otra parte, induce el trabajo cooperativo, al mismo tiempo, orienta a la independencia y autocontrol para utilizar adecuadamente los recursos tecnológicos y exhorta a resolver problemas no previstos desde algoritmos creativos. La aplicación de los simuladores matemáticos facilita el aprendizaje del cálculo integral como una estrategia didáctica y por ende favorece su comprensión y manifestación en el “saber hacer” en un entorno profesional. Es importante referir que, los simuladores matemáticos son utilizados luego que el estudiante resuelve los



problemas y ejercicios de integrales en el espacio áulico con los métodos analíticos, explicativos y expositivos apoyándose en los conocimientos aprendidos en la asignatura de análisis matemático univariado y la orientación del docente, para finalmente, representar gráficamente las soluciones para un futuro análisis matemático.

El trabajo de investigación está enfocado, a estudiantes, docentes investigadores y entes que tengan que estudiar cómo mejorar el aprendizaje del cálculo integral. El presente estudio consiste en una revisión de literatura de otros estudios a nivel internacional, nacional y local referido al tema planteado, así como, se sustentan las bases teóricas y evidencias empíricas. La metodología de investigación tiene un enfoque mixto con tendencia cuantitativa, con un alcance descriptivo con transición a lo explicativo y las variables de estudio planteadas tributan hacia la solución del siguiente problema: ¿cómo influyen los simuladores matemáticos para el estudio del cálculo integral de los estudiantes de Ingeniería? donde la variable independiente: influencia y sentido de los simuladores matemáticos en la formación Matemática Universitaria y la variable dependiente: manifestaciones en el desempeño profesional a partir de la comprensión y la aplicación del cálculo integral de los estudiantes de Ingeniería en estudio. Los resultados se obtienen mediante el uso del software estadístico Spss. Finalmente, se exponen las conclusiones y referencias bibliográficas.

2. Metodología

2.1. Tipo de estudio

El tipo de investigación aplicado al presente estudio es la investigación explicativa. Debido que analiza la diferencia de grupos asignando una casualidad, así mismo, procura establecer las causas de los hechos que se estudian. Hernández [8] desde potenciales factores asociados de regularidad ex post facto. Para esta investigación, se analiza las posibles conexiones (no latentes a priori) de la variable independiente, para determinar sus efectos sobre la variable dependiente, mediante, el cuestionario y test de rendimiento Carvajal [9].

2.2. Enfoque de la investigación

La investigación tiene un enfoque mixto (por complementariedad) con tendencia cuantitativa que permite indagar los datos obtenidos de entrevistas con expertos, observación de actividades en clase, pruebas parciales, evaluaciones, nivel de desarrollo en resolver una integral de una función real de variable real, mediante el empleo de simuladores



matemáticos y cuantificar los indicadores empleados así como su comprensión de desarrollo en el marco escolarizado, se reunió información; de calificaciones de aprobados de los estudiantes de Ingeniería de la Utpl (Universidad Técnica Particular de Loja) en la asignatura análisis matemático univariado. Por consiguiente, se creó la base de datos en Microsoft Office Excel, el procesamiento y análisis de los datos en el software estadístico Spss.

La viabilidad y confiabilidad de los datos primarios es suficiente en tanto se rompe el ciclo epistemológico tradicional de construcción del conocimiento científico desde un camino: práctica como referente exploratorio, teoría como coherencia y lógica y práctica como corroboración de la validez científica de las innovaciones académicas. No hay una manipulación significativa que amerite pruebas de normalidad por el tamaño de la muestra y por el tipo de investigación exposfacta. Lo que la generalización y niveles de pronóstico de estos resultados serán homologados en la medida que las condiciones de entrada, insumo y proceso sean equiparables para otros contextos. Los autores no comprometen estos resultados -por su singularidad- a propuestas de generalización no compatible que demanden un estado de adecuación que contamine los resultados de partida.

2.3. Diseño de la investigación

El diseño de la presente investigación corresponde a una prueba pretest y posttest con dos grupos; experimental y control.

Tabla 1

Diseños de Grupos, Experimental y Control.

Grupo	Pretest	Variable Independiente	Posttest
Grupo experimental G1	O1	X	O2
Grupo de Control G2	O3	—	O4

Donde:

G₁: Grupo experimental de investigación conformado por los estudiantes de Ingeniería.

G₂: Grupo de control de investigación conformado por los estudiantes de Ingeniería.

O₁: Pretest al grupo experimental.

O₃: Pretest al grupo control.



X: Utilizo de los simuladores matemáticos (Wólfram Alpha, GeoGebra, Derive y Matlab)

O₂: Posttest al grupo experimental.

O₄: Posttest al grupo control.

Para este caso se manipula de forma limitada la variable independiente “X” para determinar sus efectos en la variable dependiente “Y”.

El tratamiento se aplicó durante el taller a los estudiantes del grupo experimental, luego, se midió ambos grupos en la variable dependiente O₂ y O₄; el tiempo del experimento fue en el parámetro aprendizaje práctico experimental, mediante una prueba de conocimientos de cálculo integral. Al grupo control se le asistió mediante el método tradicional.

2.4. Población y muestra

La población en estudio se conformó por 48 estudiantes de la Carrera de Ingeniería, modalidad presencial. No se obtuvo muestra por la razón que los grupos se encontraban predeterminados en dos paralelos, tal como, se expone en la siguiente (Tabla 2).

Tabla 2

Población y Muestra.

Paralelo	Grupos	Población y Muestra
A	G ₁ : Grupo experimental	25
B	G ₂ : Grupo control	23
Total	Total	48

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de la información

La técnica utilizada en la investigación fue el cuestionario y las pruebas de rendimiento, simultaneando entre medición y comprensión del proceso estudiado, a partir de técnicas empíricas semiestructuradas (encuesta, entrevista, observación) que posibilitaron explicar las mediciones. Para conseguir la medición inicial para los estudiantes del grupo control y experimental, se utilizó los promedios de la asignatura de análisis matemático univariado, con el propósito de establecer la homogeneidad entre los grupos y el nivel de conocimientos previos sobre cálculo integral, lo que equilibró los niveles de partida y la robustez en la representación. La selección muestral para lograr representatividad se hizo por estratos de rendimiento académico (alto, medio y



bajo) y después de cada estrato se hizo una selección aleatoria para conformar los dos grupos de cada carrera.

El reactivo de investigación aplicado al grupo experimental fue desarrollar un cuestionario propuesto con ejercicios graduados de base, técnicos y de selección para la resolución de integrales de una función real de variable real, utilizando los simuladores matemáticos o no. Para obtener la medición de salida o postest fueron los promedios de la asignatura de análisis matemático univariado y poder establecer la diferencia del rendimiento académico de los dos grupos.

2.6. Métodos de la investigación

Para la presente investigación se utilizaron los siguientes métodos:

Inductivo. -El método permitió analizar detenidamente las dificultades que existe en las aulas universitarias de la asignatura de análisis matemático univariado, haciendo hincapié de lo general a lo particular.

Deductivo. -Este método sirvió para plantear la problemática de estudio y elaboración del marco teórico, con la finalidad de sintetizar la información más relevante de fuentes diferentes de investigación tales como; Tesis, artículos científicos, libros, revistas científicas etc.

Explicativo. -Este método es sumamente valioso para la investigación y esenciales cuando se transmite nuevos datos sobre un punto de vista sobre el estudio, permite que los investigadores encuentren fenómenos que no se estudió con profundidad estudiando con detalle la interacción del fenómeno.

Descriptivo. -Este método se lo utilizó para describir como los simuladores matemáticos intervienen, en la enseñanza y aprendizaje del cálculo integral en los estudiantes de Ingeniería.

2.7. Tratamiento estadístico

Teniendo en cuenta el tipo de investigación, datos, tamaño de la muestra, se recolecto y clasifico la información, en tablas de distribución de frecuencias, así mismo, se calculó los estadísticos descriptivos e inferenciales: media aritmética, varianza, desviación estándar, coeficiente de variación y prueba de hipótesis, mediante el software estadístico Spss, para su respectivo análisis e interpretación. El primer paso se recopiló los datos necesarios para analizar en diferentes fuentes, como encuestas, talleres y estudios de observación. Luego, se clasificó en categorías para facilitar el análisis de los datos. Los estadísticos descriptivos se utilizaron para resumir los datos y describir sus



características principales, como la media, la mediana, la moda, el rango y la desviación estándar.

2.8. Procedimiento

Para la recolección de la información y el desarrollo de la parte experimental, el procedimiento fue el siguiente:

1. Se coordinó con el director de la Maestría en Educación Mención enseñanza de la Matemática (MEMEM) de la Universidad Técnica Particular de Loja, previo a la aprobación del desarrollo de la presente investigación.
2. Se seleccionó al paralelo A como grupo experimental y al paralelo B como grupo control, de forma aleatoria.
3. La actividad académica se desarrolló teniendo en cuenta los contenidos establecidos en el plan académico.
4. Se aplicó los simuladores matemáticos a los estudiantes del grupo experimental para medir el rendimiento académico, en el otro se sometió todo con naturalidad establecida.
5. El experimento se desarrolló durante el periodo académico abril – agosto 2022.
6. Al concluir esta práctica, del aprendizaje del cálculo integral, se aplicó la prueba postest al grupo experimental y control, para medir los resultados alcanzados.
7. Comparación de resultados y derivación de causales a partir de factores asociados de estudios antecedentes de análisis factoriales de logros en Educación Matemática.

3. Resultados y Discusión

3.1. Validez y confiabilidad de la recolección de datos

La validez o confiabilidad de los datos, se realizó mediante la aplicación del coeficiente Alfa de Cronbach que determina la medida de fiabilidad mediante una escala de medida y sus parámetros se encuentran en un intervalo cerrado de 0 a 1. Para Oviedo [10], menciona que: La interpretación del coeficiente alfa de Cronbach es el valor mínimo aceptable de 0,70; por debajo de ese valor la consistencia interna de la escala utilizada es baja. Por su parte, el valor máximo esperado es 0,90; por encima de este



valor se considera que hay redundancia o duplicación. Varios ítems están midiendo exactamente el mismo elemento de un constructo; por lo tanto, los ítems redundantes deben eliminarse. (p.7)

3.2. Presentación y análisis de Resultados

El propósito de este apartado es presentar y analizar los resultados, utilizando herramientas tecnológicas, base de datos creada en Microsoft Excel y la estadística descriptiva para calcular la media, desviación típica, error, tablas y figuras. La estadística inferencial para la prueba de hipótesis, prueba de Levene y T – Student, mediante el software estadístico Spss, considerando las características particulares de la muestra, variable dependiente e independiente.

La prueba del pretest es una medición de inicio en ambos grupos para obtener información y analizar el nivel alcanzado del aprendizaje inicial que representan, respecto al estudio del cálculo integral, previo a la aplicación de los simuladores matemáticos al grupo experimental.

Para el grupo de Ingeniería Industrial:

Tabla 3

Resultados de Evaluaciones Grupo Control y Experimental. (II).

Ing. Industrial		Grupo de Control					Grupo Experimental		
		TI	TF	DT			TI	TF	DT
1	1	9,2	9,2	0	3	9,5	9,6	0,1	
2	2	9,3	9,2	-0,1	4	9,8	9,7	-0,1	
3	7	8,3	8,4	0,1	5	10	9,9	-0,1	
4	8	8,5	8,7	0,2	6	8	8,5	0,5	
5	9	8,8	8,7	-0,1	11	8	8,3	0,3	
6	10	8	8,3	0,3	12	8,5	8,6	0,1	
7	13	8,5	8,4	-0,1	15	8,6	8,7	0,1	
8	14	8,9	9	0,1	17	8,4	8,5	0,1	
9	16	8,5	8,6	0,1	19	7,5	7,9	0,4	
10	18	7	7,2	0,2	20	6	7,4	1,4	
11	21	7,7	7,7	0	22	7	7,9	0,9	
12	23	7	7,3	0,3	24	5	6,7	1,7	
13	25	6	7,2	1,2		8,025	8,48	0,45	
		8,131	8,3	0,1692					

Del mismo modo, para Ingeniería Civil:

**Tabla 4**

Resultados de Evaluaciones Grupo Control y Experimental. (IC).

Ing. Civil		Grupo de Control					Grupo Experimental		
		TI	TF	DT			TI	TF	DT
1	1	10	9,9	-0,1	2	9	9,2	0,2	
2	3	9,5	9,6	0,1	4	9,9	10	0,1	
3	5	9,1	9,3	0,2	7	8,9	9,4	0,5	
4	6	8,1	8,5	0,4	8	8,5	8,8	0,3	
5	9	8,6	8,6	0	11	8,7	9	0,3	
6	10	8	8,3	0,3	13	8,3	8,5	0,2	
7	12	8,3	8,5	0,2	14	8	8,7	0,7	
8	15	8,9	9,4	0,5	19	7	7,4	0,4	
9	16	8	8,2	0,2	20	7	7,6	0,6	
10	17	6	6,3	0,3	21	7,5	7,9	0,4	
11	18	6	6,7	0,7	23	7,8	8,1	0,3	
12	22	7,8	7,9	0,1		8,236	8,6	0,364	
		8,192	8,4333	0,2417					

3.3. Estadísticos descriptivos

Tabla 5

Baremación de la Prueba de Rendimiento Académico.

Escala	
Deficiente	0 – 3,9
Bajo	4 – 6,9
Medio	7 – 8,9
Alto	9 - 10

Análisis e interpretación. Se observa que el promedio de la evaluación de pretest del grupo control, es de 6,69 y el promedio de evaluación de posttest es de 6,74; lo cual demuestra que, el aprendizaje del cálculo integral de una función real de variable real en los estudiantes de Ingeniería es buena.

El promedio de las notas del GC fue de 8,13 y en el GE 8,02 en la prueba inicial de la carrera de Ingeniería Industrial. El crecimiento promedio del GC fue de 0,17 y en el caso del grupo experimental (GE) donde se trabajó desde las prestaciones de los simuladores fue de 0,45; lo anterior ratifica la robustez de esta forma de hacer.

De forma análoga pasó con el diseño experimental en el grupo de Ingeniería Civil. En este caso el promedio de las notas del GC fue de 8,2 y en el GE 8,2 aproximadamente en el test inicial. El crecimiento promedio del GC fue de 0,24 y en el caso del grupo

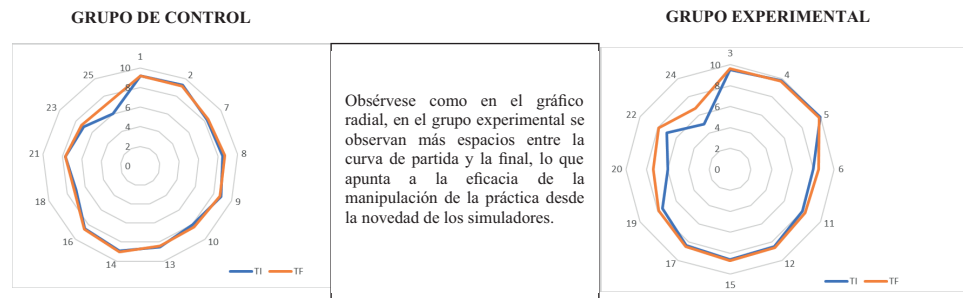


Figura 1

Comparación de la Prueba de Rendimiento en el Pretest y Postest del Grupo Control y Experimental. (II).

experimental (GE) donde se trabajó desde las prestaciones de los simuladores fue de 0,36; lo anterior apunta a un efecto positivo desde la utilización de los simuladores como medio y dinamizador de la Didáctica de la Matemática.

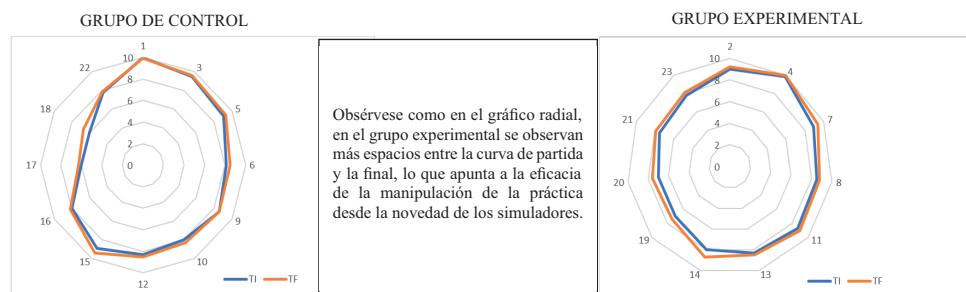


Figura 2

Comparación de la Prueba de Rendimiento en el Pretest y Postest del Grupo Control y Experimental.

Análisis e interpretación. De acuerdo con la (Figuras 2 y 3), se puede observar que el aprendizaje del cálculo integral en los estudiantes de la asignatura de análisis matemático univariado en el pretest y postest es bueno, utilizando las clases tradicionales.

Análisis e interpretación. En la (Tabla 5), se puede apreciar que el promedio de la evaluación de pretest del grupo experimental, es de 5,01 (regular) y el promedio de evaluación de postest, luego, de aplicar el experimento utilizando los simuladores matemáticos para mejorar el aprendizaje del cálculo integral de una función real de variable real en los estudiantes de Ingeniería fue de 6,75; (bueno), lo cual: se demuestra una influencia favorable de los mencionados software y mejora significativamente el aprendizaje del cálculo integral en la asignatura de análisis matemático univariado.

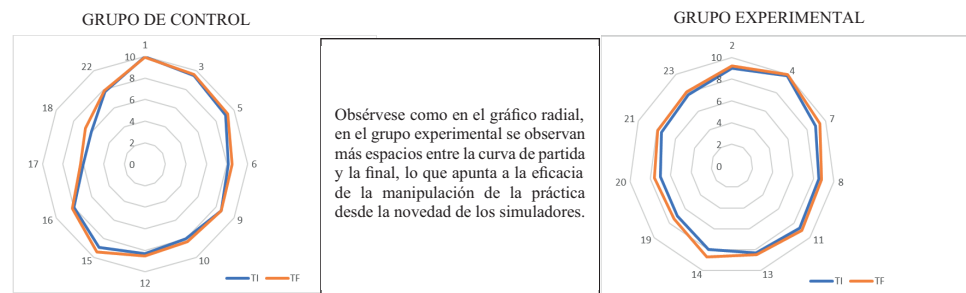


Figura 3

Comparación de la Prueba de Rendimiento en el Pretest y Postest del Grupo Experimental.

Análisis e interpretación. De acuerdo con la Figura 4, se observa en el postest la diferencia del promedio del grupo experimental que fue de 6,75; en comparación al del pretest que fue de 5,01; se puede concluir que existe una influencia favorable en el aprendizaje del cálculo integral en los estudiantes de la asignatura de análisis matemático univariado. Estos resultados indican una influencia favorable en el aprendizaje del cálculo integral en los estudiantes de la asignatura de análisis matemático univariado, demuestra que la utilización de simuladores matemáticos como estrategia didáctica ha tenido un impacto positivo en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Los simuladores matemáticos han permitido visualizar y experimentar de manera interactiva los conceptos y procedimientos del cálculo integral, lo que ha facilitado su comprensión y aplicación de la integral de una función real de variable real. Abramovich [11] Estos hallazgos respaldan la efectividad de los simuladores matemáticos como herramientas educativas en el campo de la Ingeniería, específicamente en el estudio de la integral de una función. Al proporcionar una experiencia práctica y dinámica en el aula, los simuladores han contribuido a mejorar el desempeño académico de los estudiantes de ingeniería y fortalecer sus competencias y habilidades en esta área fundamental. En conclusión, los resultados obtenidos evidencian la influencia positiva de los simuladores matemáticos en el aprendizaje del cálculo integral de los estudiantes de Ingeniería, respaldando la incorporación de estos softwares como estrategias pedagógicas efectivas para mejorar el análisis, comprensión y aplicación de conceptos matemáticos en la formación de los futuros profesionales en el campo de la Ingeniería.

3.4. Pruebas paramétricas y no paramétricas

Para muestras independientes tenemos las pruebas paramétricas T - Student y la no paramétrica U de Mann – Whitney, como se ilustra en la siguiente.

**Tabla 6**

Pruebas Paramétricas y no Paramétricas.

Paramétrica	No Paramétrica
T- Student Condiciones Muestra n >= 30 Escala: Intercalar o razón numérica	U de Mann – Whitley
Muestras con distribución normal Varianzas semejantes (homogeneidad)	

En el presente estudio se consideró un nivel de confianza del 95%; un nivel de significancia del 5% y se utilizó el software estadístico Spss, para el procesamiento y análisis de los datos.

Pruebas paramétricas. Para las pruebas paramétricas hay condiciones, ser numéricas y la homogeneidad (variables semejantes) que significa que los grupos en estudio tienen que ser similares o semejantes respecto a la variable a medir, en nuestro caso es el nivel de rendimiento académico para los dos grupos. Por este motivo se aplica primero la homogeneidad y comprobación, si sus variables son semejantes, después, verificar la hipótesis de investigación mediante el programa estadístico Spss.

Dado que, el diseño de la investigación es cuasi experimental, se tiene un grupo control; pretest y grupo experimental; posttest, entonces a los dos grupos se les aplicó el pretest y posttest. A continuación, al pretest se determinó la homogeneidad de las varianzas, luego, al posttest se determinó si existe diferencia entre las medias, para ello, procedemos de la siguiente forma:

3.5. Prueba de hipótesis para la comparación de varianzas (prueba de homogeneidad)

3.6. Planteamiento de las hipótesis

$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$; Grupos son homogéneos

$H_a : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$; Grupos no son homogéneos

3.7. Nivel de significancia

Alfa = 0,05

1. Prueba estadística de Levene. En este parámetro se analizó, la comparación de medias y se aplicó la prueba t para muestras independientes del pretest.



2. Criterio de decisión

Si $p < 0,05$ rechazamos la H_0 y aceptamos la H_a

Si $p \geq 0,05$ rechazamos la H_a y aceptamos la H_0

1. Resultados y conclusión. Realizada la prueba de Levene del pretest a los grupos control y experimental a través del software estadístico Spss, los estadísticos se ilustran en la siguiente tabla:

Tabla 7

Prueba de Levene del Pretest de los Grupos Control y Experimental.

Prueba de Levene		
	F	p
Pretest	1,543	0,219

Análisis e interpretación. Como $p = 0,219 > 0,05$, entonces, rechazamos la H_a y aceptamos la H_0 , es decir, las varianzas de los grupos son iguales, por lo tanto, los grupos control y experimental son homogéneos, o sea, significa que la prueba de normalidad de los datos tiene validez, cumpliendo el requisito de homogeneidad. Luego de haber demostrado que los grupos control y experimental son homogéneos, se realiza la prueba de hipótesis para demostrar la relación que existe entre las variables en estudio.

3.8. Verificación de hipótesis para demostrar la eficacia de los simuladores

Para la verificación de la hipótesis se utilizó la prueba T - Student para muestras relacionadas y el análisis paramétrico mediante el software estadístico Spss. Dicha prueba está basada en una distribución muestral o poblacional de diferencia de medias que se puede identificar por los grados de libertad, los cuales, conforman el número de veces en que los datos pueden cambiar libremente, así mismo, nos indican el valor que debemos esperar de t, dependiendo del tamaño de los grupos que se comparan.

Se puede afirmar que, a mayor número de grados de libertad, la distribución T - Student se aproximará más a ser una distribución normal. La prueba T - Student, se utiliza para comparar los resultados de un pretest con los resultados de un postest en un entorno experimental. Además, se comparan las medias y varianzas del grupo en dos momentos distintos, También sirve para comparar el pretest o postest de dos grupos que participan en un experimento o ensayo.



“Cuando el valor t se calcula mediante un paquete estadístico computacional, la significancia se proporciona como parte de los resultados y debe ser menor a 0,05 o 0,01, lo cual depende del nivel de confianza seleccionado” Hernández [8]

En base al planteamiento del problema, se describen la hipótesis de investigación y la hipótesis alterna, del estudio de la siguiente manera:

1. Planteamos las hipótesis

En base al planteamiento del problema, se describen la hipótesis de investigación y la hipótesis alterna, del estudio de la siguiente manera:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

La aplicación de simuladores matemáticos (Wólfram Alpha, GeoGebra, Derive y Matlab) no mejora el rendimiento académico de los estudiantes de Ingeniería.

$$H_a: \mu_1 \neq \mu_2$$

La aplicación de simuladores matemáticos (Wólfram Alpha, GeoGebra, Derive y Matlab) mejora el rendimiento académico de los estudiantes de Ingeniería.

2. Nivel de significancia

$$\text{Alfa} = 0,05$$

3. Prueba estadística

Se aplicó la prueba t para muestras independientes, analizando y comparando medias del postest.

4. Criterio de decisión

Si $p < 0,05$ rechazamos la H_0 y aceptamos la H_a

Si $p \geq 0,05$ rechazamos la H_a y aceptamos la H_0

5. Resultados y conclusión

Tabla 8

Prueba t para Muestras Independientes del Postest de los Grupos Control y Experimental.

Prueba de Muestras Independientes					
	t	gl	p	IC 95%	
				Inferior	Superior
Postest	4,384	54	0,00	0,853	2,290

Resultados postest. Sí $p = 0,00 < 0,05$, rechazamos la H_0 y aceptamos la H_a , es decir, las medias del grupo control y experimental son significativamente diferentes,



por lo tanto, concluimos que: la aplicación de simuladores matemáticos (Wólfram Alpha, GeoGebra, Derive y Matlab) Nécesal [12] mejoran el rendimiento académico de los estudiantes de Ingeniería.

Pruebas no paramétricas. Esta prueba nos permitió analizar los datos que no tienen una distribución particular basado en una hipótesis que nos facilitó contar con resultados estadísticos ordenado para su comprensión.

Tabla 9

Prueba de U de Mann – Whitney.

N°	Hipótesis Nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Pretest es la misma entre las categorías de grupo.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,558	Retener la hipótesis nula.
2	La distribución de posttest es la misma entre las categorías de grupo.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.

El nivel de significación es de 0,05; de los resultados obtenidos en la prueba estadística no paramétrica, U de Mann – Whitney para el posttest, donde, el valor $p = 0,00 < 0,05$, entonces, rechazamos la H_0 y aceptamos la H_a , es decir, existe diferencia significativa entre el grupo de control y experimental; por lo tanto, concluimos que: la aplicación de simuladores matemáticos (Wólfram Alpha, GeoGebra, Derive y Matlab) mejoran el rendimiento académico de los estudiantes de Ingeniería.

4. Conclusiones

Luego, de dar cumplimiento a los objetivos del presente trabajo de investigación se exponen las siguientes conclusiones:

Con la aplicación de los simuladores matemáticos, se logró un dominio significativo en los expertos de la resolución de la integral de una función real de variable real, en los estudiantes de Ingeniería. En el estudio se demostró que existe una diferencia significativa en los promedios del rendimiento académico de los estudiantes antes y después de la aplicación de los simuladores matemáticos, lo que nos permitió concluir que la aplicación de los simuladores matemáticos tiene influencia significativa en el aprendizaje del cálculo integral de los estudiantes en el grupo experimental.

El nivel de aprendizaje del cálculo integral de la evaluación de pretest del grupo experimental, es 8,16 (medio) y el promedio de evaluación de posttest, después, de



aplicar el experimento utilizando los simuladores matemáticos para mejorar el aprendizaje del cálculo integral de una función real de variable real en los estudiantes de Ingeniería fue 8,54; (medio pero aproximándose a alto, aumentando 0,38 puntos porcentuales), lo cual: se verifica una influencia favorable de los referidos software y mejoran significativamente el aprendizaje del cálculo integral en la asignatura de análisis matemático univariado.

En el análisis de los resultados obtenidos del pretest y postest de los estudiantes del grupo experimental, mediante la prueba de hipótesis T - Student para muestras relacionadas, permitió comprobar dicha hipótesis, aceptando la hipótesis del investigador H_1 ; por tanto, se concluye que la aplicación de simuladores matemáticos mejora el rendimiento académico de los estudiantes de Ingeniería.

La aplicación de simuladores matemáticos en las clases de matemáticas como una estrategia didáctica en el estudio del cálculo integral para estudiantes de Ingeniería ofrece diversos beneficios. Estas herramientas permiten a los estudiantes visualizar y comprender de manera interactiva los conceptos y procesos relacionados con el cálculo integral. Además, los simuladores brindan la oportunidad de experimentar con diferentes escenarios y explorar el impacto de cambios en los parámetros o condiciones, lo que fomenta el pensamiento crítico y la resolución de problemas. En definitiva, los simuladores matemáticos son una valiosa herramienta educativa que facilita el aprendizaje y la aplicación de conceptos matemáticos en el campo de la Ingeniería.

Agradecimiento

Antes que nada, me gustaría expresar un agradecimiento especial a la Universidad Técnica Particular de Loja por brindar la oportunidad de participar en el IX Congreso Internacional de Investigación REDU. Evento que representa una plataforma invaluable para compartir conocimientos, intercambiar ideas y establecer colaboraciones en el ámbito de la educación matemática y la integración de simuladores matemáticos en el proceso de enseñanza. La Universidad Técnica Particular de Loja ha demostrado un compromiso destacado con la promoción de la investigación y la innovación educativa, y su organización de este congreso internacional es un testimonio de ello. Al proporcionar un espacio para la presentación de investigaciones y experiencias en el campo de la educación matemática, la universidad ha fomentado el desarrollo y la difusión de buenas prácticas en esta área. Participar en el IX Congreso Internacional de Investigación REDU ha sido una experiencia enriquecedora. Durante el evento, he tenido la oportunidad de conocer a profesionales y académicos de renombre en el



campo de la educación matemática, y he aprendido mucho de sus contribuciones y perspectivas. Además, las sesiones y presentaciones realizadas durante el congreso han sido inspiradoras y han brindado nuevas ideas y enfoques para mejorar el uso de los simuladores matemáticos en el aula.

5. Conflicto de intereses

No aplica

References

- [1] Zheng Q, Li K. Design and development of virtual simulation teaching resources of “safe electricity” based on Unity3D. 2022 Jan 1;2173(1):012012–2.
- [2] Bruni C, Koch C, Konrad B, Lindstrom M, Moyles I, Thompson W. From exam to education: The math exam/education resources. PRIMUS (Terre Ht Ind). 2016;26(7):631–656.
- [3] Watkins AJ. Un nuevo enfoque de las matemáticas para ingenieros. Revista Internacional de Educación Matemática en Ciencia y Tecnología. 1993;24(5):689–702.
- [4] Isihara P, Townsend E, Richard N, Tully K. Matemáticas en beneficio de la sociedad: un nuevo curso de educación general basado en MATLAB. PRIMUS (Terre Ht Ind). 2019;29:3–4.
- [5] Le Vietun MT, Loc NP. Las limitaciones de los estudiantes para resolver un problema con la ayuda de GeoGebra Software: un estudio de caso. Revista Universal de Investigación Educativa. 2020;8(9):3842–3850. <https://n9.cl/dwjza>
- [6] Wassie YA, Zergaw GA. Algunas de las posibilidades, desafíos y limitaciones potenciales de Uso de GeoGebra en la Educación Matemática. Revista Eurasia de Educación en Matemáticas, Ciencias y Tecnología. 2019;15(8):1-11. <https://n9.cl/Orvfh>
- [7] Gayoso MV, Hernández L, Muñoz M, Queiruga A. Uso de software matemático gratuito en clases de ingeniería. Axiomas. 2021;10(4):253. <https://n9.cl/751ln>
- [8] Hernández R. Metodología de la Investigación. Mc Graw Hill; 2014.
- [9] Carvajal P, Trejos A, Blandon J. Factores en el rendimiento académico. Revista Scientia et Technica. 2010;(45):278-283. <https://n9.cl/11axkw>
- [10] Oviedo CH, Campo AA. Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. Revista Colombiana de Psiquiatría. 2005. <https://bit.ly/3iGR93v>



- [11] Abramovich S. Usando wólfam alfa con candidatos a maestros de primaria: de más de una respuesta correcta a más de una solución correcta. *Mathematics*. 2021;9(17): <https://doi.org/10.3390/math917211>
- [12] Nėcesal P, Pospisil J. Apuntes de clase en ingeniería y ciencias de la computación con la ayuda de wólfam Alpha. *Apuntes de clase en ingeniería y ciencias de la computación*. 2012;1:271–274.
- [13] Cataldi Z, Lage F, Dominighini C. Fundamentos para el uso de simulaciones en la enseñanza. *Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales*. 2013; 10(17):8-16. <https://n9.cl/4a5kn>
- [14] Contreras G, García R, Ramírez M. Uso de simuladores como recurso digital para la transferencia de conocimiento. *Apertura (Guadalaj)*. 2010;2(1):86–100. Available from: <https://n9.cl/yawvjf>
- [15] Díaz PJ. Aprendizaje de las matemáticas con el uso de simulación. *Sophia*. 2018;14(1):22–30. Available from: <https://n9.cl/c2qda>
- [16] Gamboa RA. Uso de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas. *International Journal of Computer Mathematics*. 2007;2(3):11–44.