

## SOFTWARE LIBRE MATEMÁTICO Y SU INCIDENCIA EN EL APRENDIZAJE DEL CÁLCULO DIFERENCIAL

### \* Norma del Pilar Barreno Layedra

✉ npbarreno@espe.edu.ec  
Departamento de Ciencias Exactas  
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí-Ecuador

### \*\*Wilson Marcelo Román Vargas

✉ wmroman@espe.edu.ec  
Departamento de Ciencias Exactas  
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí-Ecuador

### \*\*\* Juan Miguel Olalla Pilco

✉ juan.olallap@ug.edu.ec  
Universidad de Guayaquil  
Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas

### RESUMEN

La investigación aborda el problema de reprobación de los estudiantes en la asignatura de cálculo diferencial; se desarrollan aplicaciones informáticas utilizando software libre matemático como estrategias didácticas para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática, la hipótesis de investigación consiste en verificar la incidencia de la utilización de las aplicaciones informáticas en el rendimiento académico, se correlaciona los métodos, técnicas y estrategias del modelo educativo institucional con el estilo de aprendizaje de cada estudiante. La investigación es de tipo cuasi-experimental, se trabaja con un grupo de control y un grupo de experimentación, en el grupo experimental se aplica el cuestionario CHAEA, para identificar los estilos de aprendizaje, obteniendo 17% Activos, 24% Teóricos, 26% Pragmáticos y 33% Reflexivos; los tests implementados fueron analizados mediante el coeficiente Alfa de Cronbach obteniendo un 76.92% de confiabilidad del pretest, 82.36% para el test y 83.6% para el posttest. El análisis de los resultados es de tipo descriptivo, se utiliza las técnicas de comparación entre grupos, en la prueba chi-cuadrado se tiene  $F_{\text{crítico}}=1.97 < F_{\text{calculado}}=3.28$ ; con un valor de  $p=0.6108 > 0.05$  de nivel de significancia para la prueba, verificando que en los procesos educativos si incide la utilización de aplicaciones que permitan la modelación y simulación.

**PALABRAS CLAVES:** Modelo educativo, instrumentos de evaluación, técnicas de aprendizaje, software libre matemático, rendimiento académico.

### ABSTRACT

The research addresses the problem of students' failure in the subject of differential calculus; computer applications are developed using free mathematical software as teaching strategies for the teaching-learning process of mathematics, the research hypothesis consists of verifying the incidence of the use of computer applications in academic performance, correlates methods, techniques and strategies of the institutional educational model with the learning style of each student. The research is of quasi-experimental type, we work with a control group and an experimental group, in the experimental group the CHAEA questionnaire is applied, to identify the learning styles, obtaining 17% Assets, 24% Theoretical, 26% Pragmatic and 33% Reflective; The tests implemented were analyzed using the Cronbach's Alpha coefficient, obtaining 76.92% of the pretest reliability, 82.36% for the test and 83.6% for the posttest. The analysis of the results is descriptive, the techniques of comparison between groups are used, in the chi-square test we have  $F_{\text{critical}} = 1.97 < F_{\text{calculated}} = 3.28$ ; with a value of  $p = 0.6108 > 0.05$  level of significance for the test, verifying that in educational processes if the use of applications that allow modeling and simulation.

**KEYWORDS:** Educational model, evaluation instruments, learning techniques, mathematical free software, academic performance.

## 1. INTRODUCCIÓN

El alto índice de reprobación estudiantil en el primer nivel de las carreras técnicas representa uno de los principales problemas de las instituciones educativas de nivel superior, Ponce (2016) afirma: “alrededor de la mitad de los estudiantes universitarios adquieren su título de manera oportuna, es decir dentro de los plazos definidos por la universidad” (p.16).

La globalización del conocimiento impone retos y desafíos a las universidades, el desarrollo tecnológico exige la formación de ingenieros altamente competitivos con una sólida formación matemática, situación que implica replantear contenidos y metodologías de enseñanza, con el objetivo de conseguir estudiantes motivados, creativos e innovadores, Merve (2014) indica: “en la educación del diseño, el pensamiento creativo y crítico debe desarrollarse con fuentes tecnológicas más creativas y de uso común” (p.502).

Marjan (2012) afirma “El aprendizaje colaborativo es un enfoque educativo para la enseñanza y el aprendizaje que involucra a grupos de estudiantes que trabajan juntos para resolver un problema, completar una tarea o crear un producto” (p. 486). Por tal motivo, se desarrollan aplicaciones informáticas basadas en software libre de acuerdo a los estilos de aprendizaje

de los estudiantes y “los lineamientos sobre las competencias matemáticas de un estudiante considerando que la matemática es concebida como la ciencia del conocimiento, caracterizada por intentar reflejar la realidad a través de un lenguaje formal que pretenda describir las relaciones cualitativas, cuantitativas y de formas del mundo real” (Niss, 2016, pp. 611-632).

La población estudiantil motivo de la investigación se encuentra entre 17 y 19 años de edad, Anuncibay (2017), indica “que mientras la edad del adolescente avanza, la utilización de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) se convierte en escenarios de trabajo” (p. 230). Además, se establece “que la utilización de las TIC en el salón de clases rompe con el viejo paradigma de clases rutinarias, eminentemente teóricas y aburridas” (Chao, 2017, pp. 576 – 580).

“La implementación de aplicaciones informativas en las clases de cálculo diferencial han generado escenarios didácticos donde el estudiante puede manipular, experimentar, modelar, simular, analizar, formalizar y concluir; sobre las teorías impartidas” (Barreno, 2015, pp. 92-95), de esta manera se contribuye en la solución de un problema institucional, logrando contar con estudiantes con actitud positiva, críticos, creativos,

reflexivos y dinámicos. Caligaris (2015) afirma “para comprender las definiciones y los teoremas que involucran dichos contenidos, los estudiantes deben manejar representaciones simbólicas y gráficas” (p. 1183).

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

La Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE extensión Latacunga tiene un porcentaje de reprobación del 32% de la población estudiantil en el primer nivel de estudios durante los últimos seis periodos académicos, identificando con mayor frecuencia a la asignatura de Cálculo Diferencial e Integral, ante esta problemática se considera “utilizar la tecnología educativa como un recurso didáctico, para generar un modelo educativo centrado en el aprendizaje, donde el estudiante asume el rol protagónico de su formación” (Moya, 2017, pp. 672-677).

**POBLACIÓN:** Estudiantes del primer semestre de la carrera de ingeniería Automotriz.

Ord.	Grupo de Estudio	Paralelos Nro.	Número de Estudiantes
1	Experimentación	2095	30
2	Control	2093	24
		<b>TOTAL</b>	54

Tabla 1: Grupos para la investigación  
Fuente: Estudiantes Ing. Automotriz  
Elaborado: Por los Autores.

El diseño de la investigación es de tipo cuasi-experimental por cuanto se considera un grupo de experimentación y un grupo de control los mismos que no son seleccionados aleatoriamente; por lo tanto, no es necesario la determinación de una muestra en la investigación, “los estudios cuasi-experimentales ofrecen oportunidades importantes para aumentar y mejorar la evidencia sobre los efectos causales” (Bärnighausen, 2017, p.6).

Para el grupo experimental se aplicó la metodología didáctica basada en la resolución de problemas mediante la utilización del software libre matemático y al grupo de control se desarrolló las clases con la metodología didáctica basada en la resolución de problemas pero sin la utilización del software libre matemático. Se formula la hipótesis de investigación para la toma de decisión, siendo

**H0:** Utilizar aplicaciones informáticas no mejora el rendimiento académico de los estudiantes.

**H1:** Utilizar aplicaciones informáticas mejora el rendimiento académico de los estudiantes.

Para validar la hipótesis de investigación se aplicó la distribución F, la Regla de decisión es rechazar  $H_0$  mediante la prueba F si el valor calculado 3.28 es mayor que el valor crítico de la prueba 1.97; ver Tabla 3; es decir, se verifica que la utilización de aplicaciones informáticas si inciden en

el aprendizaje de los estudiantes lo que implica un mejor rendimiento académico.

Para la recolección y procesamiento de datos se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Cuestionarios
- Test
- Evaluaciones escritas
- Desarrollo de prácticas experimentales con la utilización del software libre.

### 3. RESULTADOS

Análisis de resultados del pretest  
Mediante el estadístico t-student se compararon las medias entre los dos grupos de experimentación. La confiabilidad del cuestionario se valoró en función del coeficiente Alfa de Cronbach.

La fórmula utilizada es:

$$\alpha = \frac{np}{1 + p(n - 1)} \tag{1}$$

Donde:

- $\alpha$  = es el Coeficiente de Alfa de Cronbach
- n = número de ítems
- p = promedio de correlaciones lineales entre cada uno de los ítems

Por tanto utilizando un Software libre estadístico y la matriz de correlación se obtuvo el siguiente resultado:

$$\alpha = \frac{10 * 0.25}{1 + 0.25(10 - 1)}$$

$$\alpha = 0.7692 \text{ Equivalente a } 76.92\%$$

Lo que le indica que existe muy buena correlación entre los ítems del cuestionario, por lo tanto es válido para ser considerado en el pretest.

Los resultados obtenidos de la prueba de diagnóstico se ilustran en la Tabla 2, lo que identifica que existen las condiciones similares para iniciar con nuestra investigación.

ESTADÍSTICO	GRUPO DE EXPERIMENTACIÓN	GRUPO DE CONTROL
Media	16,21	15,94
Desviación estándar	1,98	1,88
Cuenta	30	24

Tabla 2: Análisis descriptivo de los datos  
Fuente: Estudiantes Ing. Automotriz  
Elaborado: Por los autores

Mediante la Figura 1, se visualiza las condiciones académicas de los grupos previo el inicio de la investigación.

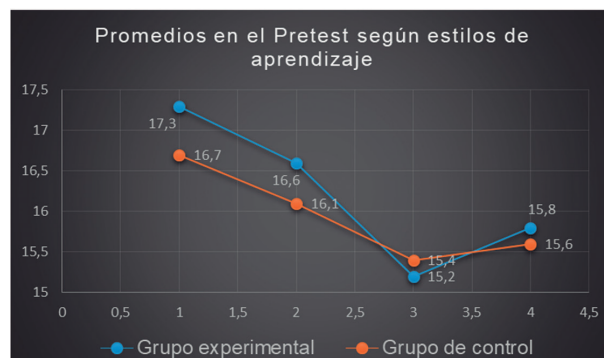


Figura 1: Análisis del rendimiento académico según los estilos de aprendizaje.  
Fuente: Estudiantes Ing. Automotriz  
Elaborado: Por los autores

Utilizando el test T para diferencias de medias entre dos grupos, se determina que no existe diferencia entre las medias ya que el valor obtenido para p es de 0.6108 que es mayor que 0.05 que representa el nivel de significancia para la prueba. Con esto se garantiza las condiciones para la experimentación.

### Análisis de resultados en el test

La evaluación fue un proceso continuo, dinámico, sistemático e integrador obteniéndose los siguientes resultados:

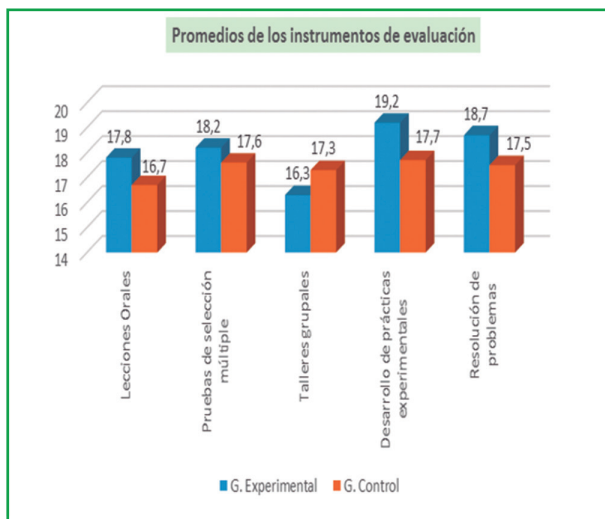


Figura 2: Rangos de rendimiento  
Fuente: Estudiantes Ing. Automotriz  
Elaborado: Por los autores

En la figura 2, se determina la los niveles de aprendizaje alcanzados de forma grupal en los diferentes parámetros de evaluación aplicados en el marco del modelo educativo institucional.

### Análisis de resultados del postest

Valoración del rendimiento académico a través de las notas obtenidas en los diferentes parámetros de evaluación y su

correspondiente verificación de la hipótesis utilizando el análisis de varianza en términos de la Distribución de Probabilidad F, “la diferencia entre los exámenes post prueba de estudiantes individuales experimentales y de control pueden ser analizados en términos de sus medias y desviaciones estándar” (Cheung, 2013, p. 95). Parámetros que se reflejan en la Tabla 3.

ESTADÍSTICOS	PROMEDIO GRUPO DE EXPERIMENTACIÓN	PROMEDIO GRUPO DE CONTROL
Media	17,08	15,53
Varianza	1,30 0	,39
Observaciones	30 2	4
Grados de libertad	29 2	3
<b>F</b>	<b>3,28</b>	
<b>P(F&lt;=f) una cola</b>	0,00	
<b>Valor crítico para F (una cola)</b>	<b>1,97</b>	

Tabla 3: Análisis descriptivo de los datos  
Fuente: Estudiantes Ing. Automotriz  
Elaborado: Por los autores

En la Regla de decisión es rechazar  $H_0$  mediante la prueba F si el valor calculado de la F es mayor que el valor crítico de la prueba F.

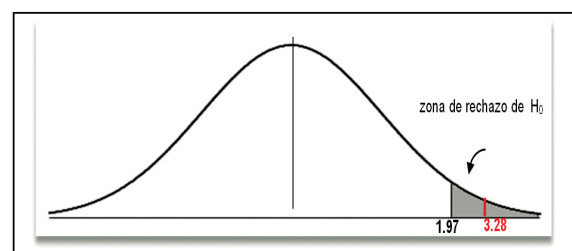


Figura 3: Distribución de probabilidad de la prueba F  
Fuente: Estudio experimental  
Elaborado: Por los autores

Como el  $F$  calculado (3.28) es mayor que el valor de la  $F$  crítica (1.97). Entonces se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis de investigación ( $H_1$ ).

Es decir, la utilización del software libre matemático si incide en el rendimiento académico de los estudiantes, demostrando un mejor rendimiento académico que implica un aprendizaje significativo.

#### 4. DISCUSIÓN

Uno de los problemas que se evidencia es el tamaño de la población, que es consecuencia de garantizar el mismo docente para el grupo de experimentación y de control, el incrementando en el tamaño poblacional puede facilitar el aplicar análisis factoriales y de componentes principales para evidenciar el rendimiento académico de los estudiantes.

No es adecuado utilizar el software libre matemático Scilab, porque requiere que el estudiante necesite conocer fundamentos de programación, lo que afecta el objetivo de la investigación, por lo tanto las aplicaciones informáticas se desarrollaron utilizando el software Geogebra y Maxima porque tienen varias funciones desarrolladas y permiten realizar las modelaciones y simulaciones de los conceptos, definiciones y propiedades de temas sobre límite, continuidad y derivación de una función real; además, se puede realizar una serie de prácticas experimentales en temas

como: interpretación geométrica de la derivada, cálculo de máximos y mínimos, aproximación de raíces y problemas de coeficientes de variación ligados, permitiéndoles a los estudiantes fortalecer su capacidad de análisis, reflexión, criticidad y creatividad.

Existen estudios similares realizados donde se muestra “la efectividad del uso del software Geogebra en Aprendizaje de Matemáticas entre 62 estudiantes en Malasia” (Nazihatulhasanah, 2015, pp. 208 – 214). Por la tanto, siendo el software parte de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) que son herramientas que han impactado en todo el quehacer humano, sus efectos en el ámbito educativos son evidentes, al promover la gestión eficiente primero de la información y posteriormente del conocimiento.

En función de los resultados obtenidos y el desarrollo de la “Guía Didáctica propuesta” (Barreno, 2015, pp. 85-108). Existe la necesidad de crear una comunidad académica entre instituciones educativas de nivel medio y superior para impulsar la utilización del software libre matemático como un recurso didáctico que fortalezca el proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática en todo su contexto.

## 5. CONCLUSIONES

- Se demuestra que es necesario articular los estilos de aprendizaje del estudiante con los métodos y técnicas de evaluación más la correcta utilización del software educativo adecuado en función de los temas curriculares a estudiar, para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes.

- La verificación de la hipótesis se lo realiza a partir de analizar los instrumentos de evaluación en términos de su confiabilidad utilizando el coeficiente de Cronbach, para la comparación de grupos se utiliza las pruebas T-test y ANOVA, y el estadístico Chi-cuadrado para la toma de decisión.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anuncibay, R. (2017). ICTs and teenage students. Problematic usage or dependence, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 237, 230 – 236. doi: 10.1016/j.sbspro.2017.02.068

Bärnighausen, T., et al. (2017). Quasi-experimental study designs series – Paper 4: uses and value, *Journal of Clinical Epidemiology*. doi. 10.1016/j.jclinepi.2017.03.012

Barreno, N. (2015). Desarrollo de aplicaciones informáticas con software libre matemático y su incidencia en el aprendizaje del Cálculo Diferencial en

el I semestre de la ESPE-L (Tesis de Maestría). Escuela superior Politécnica de Chimborazo), Riobamba-Ecuador. Recuperado de <http://dspace.espech.edu.ec/handle/123456789/451>

Caligaris, M.G., Schivo, M.E. & Romiti, M.R. (2015). Calculus & GeoGebra, an interesting partnership, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, volumen (174), 1183 – 1188. doi: 10.1016/j.sbspro.2015.01.735

Chao Fernandez, R., Román, S., (2017). Analysis of the use of ICT through music interactive games as educational strategy, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 237, 576 – 580. doi: 10.1016/j.sbspro.2017.02.109

Cheung, A., Slavin, E. (2013). The effectiveness of educational technology applications for enhancing mathematics achievement in K-12 classrooms: A meta-analysis, Vol. 9, *Educational Research Review*, 88-113. doi.org/10.1016/j.edurev.2013.01.001

Marjan, L., & Seyed, M., (2012). Benefits of collaborative learning, Vol. 31. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 31, 486 – 490. doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.12.091

Merve, Y. (2014). The Importance of Technological Resources in The Educational System In Design. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 182, 502 – 506. doi: 10.1016/j.sbspro.2015.04.834

Moya, E. (2017). Using Active Methodologies:

The students' view. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 237, 672 – 677. doi: 10.1016/j.sbspro.2017.02.040

Nazihatulhasanah A., Nurbiha A. (2015). The effects of GeoGebra on students achievement, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, volumen (172), 208 – 214. doi: 10.1016/j.sbspro.2015.01.356

Niss, M., Bruder, R., Planas, N. et al. (2016). Survey team on: conceptualisation of the role of competencies, knowing and knowledge in mathematics education research, Vol. 48. *ZDM Mathematics Education*. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11858-016-0799-3>

Ponce, J. (2016). *Educación Superior en Iberoamérica Informe 2016*. Informe nacional: Ecuador. Recuperado de <http://www.cinda.cl/wp-content/uploads/2016/11/ECUADOR-Informe-Final.pdf>