

## Programación con Matlab En La Enseñanza Del Cálculo Diferencial Programming with Matlab in the Teaching of Differential Calculus

MSc. Ricardo Javier Celi Párraga.; MSc. Juan Carlos Sarmiento Saavedra; MSc. Miguel Fabricio Boné Andrade; MSc. Jorge Luis Puyol Cortez

### APRENDIZAJE

Diciembre, V°3-N°2; 2022

- ✓ **Recibido:** 20/10/2022
- ✓ **Aceptado:** 30/11/2022
- ✓ **Publicado:** 05/12/2022

### INSTITUCIÓN

- Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas

País:  Ecuador

### CORREO:

- ✉ [ricardo.celi@utelvt.edu.ec](mailto:ricardo.celi@utelvt.edu.ec)
- ✉ [juan.sarmiento@utelvt.edu.ec](mailto:juan.sarmiento@utelvt.edu.ec)
- ✉ [miguel.bone@utelvt.edu.ec](mailto:miguel.bone@utelvt.edu.ec)
- ✉ [jorge.puyol@utelvt.edu.ec](mailto:jorge.puyol@utelvt.edu.ec)

### ORCID:

-  <https://orcid.org/0000-0002-8525-5744>
-  <http://orcid.org/0000-0001-8114-9410>
-  <https://orcid.org/0000-0002-8635-1869>
-  <https://orcid.org/0000-0002-0734-694X>

### FORMATO DE CITA APA.

Celi, R. Sarmiento, J. Boné, M. Puyol, J. (2022). Programación con Matlab En La Enseñanza Del Cálculo Diferencial. Revista G-ner@ndo, V°3 (N°2), 198 – 209.

### Resumen

En la actualidad las tecnologías de la información y comunicación han venido involucrándose cada vez más en los procesos pedagógicos y con la crisis sanitaria mundial del COVID-19, las TIC se han convertido en herramientas fundamentales para mantener las clases activas. Es por esto que en este trabajo se realizó una revisión bibliográfica sobre el uso del software MATLAB como herramienta didáctica en la enseñanza del cálculo diferencial. Se investigaron las ventajas de utilizar MATLAB en la didáctica de la matemática y el aporte que este brinda al transferir los conceptos teóricos a la práctica experimental. Además, se documentó la utilización de este software en la resolución de problemas de cálculo diferencial, con la finalidad de poder demostrar diferentes métodos que pueden ayudar a calcular fácilmente las derivadas de funciones y confirmar que con la utilización de esta herramienta se puede mejorar la comprensión de los conceptos del cálculo diferencial, logrando un mejor rendimiento académico en los estudiantes.

**Palabras claves:** Programación; Enseñanza; MATLAB; Matemática; Cálculo Diferencial

### Abstract

Today, information and communication technologies have been increasingly involved in pedagogical processes and with the global health crisis of COVID-19, ICTs have become fundamental tools to keep classes active. That is why in this work the importance of the use of ICT in the teaching of mathematics as support tools in pedagogy and andragogy is exposed. The advantages of using MATLAB software in mathematics didactics and the contribution it provides by transferring theoretical concepts to experimental practice were investigated. In addition, the use of this software in solving differential calculus problems was documented, in order to be able to demonstrate different methods that can help to calculate derivatives of functions easily and confirm that with the use of this tool, understanding can be improved. of the concepts of differential calculus, achieving better academic performance in students.

**Keywords:** Programming; Teaching; Matlab; Mathematics; Differential Calculus

## Introducción

La evidencia de los problemas de comprensión de los conceptos fundamentales del cálculo que encuentran los estudiantes al iniciar el estudio del cálculo diferencial en la educación superior es tan recurrente que ha desencadenado en diferentes partes del mundo reformas curriculares, innovaciones didácticas, propuestas con el uso de la tecnología, programas dirigidos a los profesores y a la enseñanza, y hasta se ha cuestionado si se debe seguir enseñando cálculo (Sanabria, 2020).

La dificultad que presenta la asignatura de cálculo diferencial para los estudiantes universitarios tiene como consecuencia que los mismos tienden a reprobado la asignatura, y esto se evidencia en la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Ecuador, en la carrera de tecnologías de la información; en el año 2021, el 34.6% de los estudiantes reprobaron la asignatura de cálculo diferencial (UTLVTE, 2021).

Las tecnologías de la información se vienen involucrando cada vez más en la docencia universitaria y hoy más que nunca esto se puede evidenciar por la problemática sanitaria mundial de la pandemia del COVID-19 que ha forzado a utilizar las TIC en el proceso de enseñanza - aprendizaje convirtiendo las aulas de clase en clases virtuales.

El uso de las herramientas tecnológicas nos brinda un sinnúmero de bondades en el proceso de enseñanza – aprendizaje y esto incluye a la enseñanza de la matemática donde aparecen distintas aplicaciones o software que ayudan a la resolución de problemas matemáticos o a la demostración de conceptos matemáticos donde el estudiante puede asimilar e interpretar de una mejor manera los temas impartidos en clase. Estas herramientas han ayudado en el proceso de enseñanza-aprendizaje, y no solo a los estudiantes, también a profesores y padres de familia (Molinero Bárcenas & Chávez Morales, 2019).

Este trabajo tiene como objetivo proponer la utilización del software MATLAB como herramienta tecnológica en la enseñanza de la matemática en la educación superior universitaria

---

y demostrar su eficacia en el cálculo diferencial para mejorar la comprensión del tema y el rendimiento académico de los estudiantes.

## **Materiales Y Métodos**

El presente trabajo se trata de un estudio de revisión, es decir, se utilizó una metodología cualitativa. Se realizó una búsqueda de documentación en diferentes bases de datos, entre ellas: SciELO, Redalyc y Dialnet. Los documentos buscados corresponden a los últimos cinco años, del 2017 al 2022 donde se obtuvieron XX artículos.

## **Análisis de Resultados**

### **Herramientas tecnológicas en la enseñanza de la matemática**

Los procesos de aprendizaje son más eficientes cuando se incluyen herramientas informáticas que faciliten la comprensión matemática a través de procesos visuales garantizando la vinculación del aprendizaje adquirido con el aporte de las soluciones matemáticas a problemas de la vida real. Este aspecto hace la diferencia entre la forma clásica de enseñar matemáticas, que se basa simplemente en la resolución de ejercicios, regidos a procesos matemáticos repetitivos que no toman en cuenta la demostración y aportación en la solución a los problemas cotidianos que rigen en nuestra sociedad (Avecilla et al., 2015).

Montes et al. (2018) realizaron una investigación en los cursos de matemáticas de primer nivel de la Universidad Tecnológica de Pereira, donde se había presentado una problemática en los resultados académicos de los estudiantes, donde dicha materia registra un porcentaje alto de reprobación que conlleva a la repitencia de la asignatura y en los casos más críticos, a la deserción. Con el objetivo de apoyar los procesos de aprendizaje de los estudiantes, se diseñó y validó una propuesta donde se utilizan recursos tecnológicos con intenciones educativas específicas. Los resultados de la investigación permiten afirmar que las TIC se convierten en una buena herramienta para complementar una estrategia metodológica atinada, pertinente, que

---

cuenta con los elementos necesarios para desarrollar las competencias en cualquier área del conocimiento. A partir del trabajo realizado se reporta mayor interés del estudiante, un aumento en la motivación, mayor autonomía en el aprendizaje, un gran compromiso y responsabilidad en sus producciones y aportes, fortaleciendo el trabajo colaborativo.

Según un estudio realizado por Avecilla et al. (2015) donde participaron 39 estudiantes a quienes se evaluó en la asignatura de matemáticas II, obteniendo una media del rendimiento académico del curso del 59,96% y luego de programar un curso de 40 horas con estos estudiantes haciendo uso del software GeoGebra y abarcando los temas estudiados, se realizó una segunda evaluación obteniendo una media esta vez del 70,09% por lo que se puede decir que el uso del GeoGebra incrementa el rendimiento académico. Esto demuestra que las tecnologías de la información y en específico el software GeoGebra contribuye al proceso de enseñanza aprendizaje y sobre todo al desempeño académico del estudiante, realzando la importancia de este trabajo.

Ruiz-moreno (2019) realizó una investigación que tuvo la finalidad de describir el impacto de trabajar con la fase didáctica de la teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias y con el uso de un software matemático, al realizar una investigación cuyo objetivo fue evaluar el desarrollo de habilidades operacionales de estudiantes de ingeniería, al resolver eventos contextualizados de la transformada de Laplace en el contexto de los circuitos eléctricos. Los resultados indican que trabajar con una matemática contextualizada y con el uso de software les ayuda a los estudiantes, entre otras cosas, a entender mejor los procedimientos en matemáticas y ser más eficientes y eficaces para resolver problemas. Los resultados indican que el 83% de los participantes se sienten más motivados y eficientes con el uso de las tecnologías.

Pabón-Gómez (2014) utilizó Excel y GeoGebra como herramientas facilitadoras de la labor docente como mediación, dirigida a los estudiantes de los grados 9°, 10° y 11°, la cual se aplica aun en la Institución, cuyo objeto principal de estudio se enfocó en el fortalecimiento de

---

los componentes variacional, geométrico y de sistemas de datos, mediante la aplicación de actividades que permitieran explorar, descubrir, construir y comunicar pensamientos matemáticos que les permitan dar solución a problemas de la vida cotidiana. De acuerdo a los resultados obtenidos durante la implementación de la estrategia; las TICs, como herramientas facilitadoras, responde al problema del bajo rendimiento, bajos niveles de desempeño en las pruebas externas y apatía ante el aprendizaje de esta área del saber.

### **Matlab en el cálculo diferencial**

MATLAB es una plataforma de programación y cálculo numérico utilizada por millones de ingenieros y científicos para analizar datos, desarrollar algoritmos y crear modelos. MATLAB combina un entorno de escritorio perfeccionado para el análisis iterativo y los procesos de diseño con un lenguaje de programación que expresa las matemáticas de matrices y arrays directamente. (MathWorks, 2021)

Entre las características principales que ofrece MATLAB son: Análisis de datos, visualizar gráficos de datos, desarrollo de algoritmos, creación de apps, uso de MATLAB con otros lenguajes de programación, cálculo paralelo a gran escala, despliegue en aplicaciones de escritorio, web y en la nube. (MathWorks, 2021)

MATLAB es usado comúnmente para diseñar sistemas de control, procesamiento de señales, machine learning, deep learning, predicción de datos, automatizar pruebas, procesamiento de imágenes, robótica y diseño de comunicaciones inalámbricas. (MathWorks, 2021)

Durán Pico & Rodríguez Alava (2018) realizaron una investigación con el fin de valorar la percepción que tienen los estudiantes de las carreras de ingeniería, sobre la utilidad de los softwares MatLab, GeoGebra y Maple en el estudio de Cálculo Diferencial. Los participantes estuvieron representados por: el profesor investigador, 30 estudiantes de primer nivel de Ingeniería de la Universidad Técnica de Manabí. La recolección de datos se llevó a cabo

---

mediante la observación participante del profesor en el análisis de casos y el desarrollo de ejercicios y contenidos de la asignatura Análisis Matemático I, y una encuesta estructurada con una escala valorativa basada en cinco indicadores. Los resultados de la investigación muestran que el 80% de los estudiantes comprenden eficientemente el uso de MATLAB, y el 40% de los estudiantes prefiere MATLAB frente a otras aplicaciones.

Mogrovejo (2019) en su tesis doctoral realizó una investigación con 91 estudiantes matriculados en la asignatura de Métodos numéricos de la escuela profesional de ingeniería civil de la Universidad Andina del Cusco en el semestre Académico 2017-I, en los grupos 6B y 6C. Los resultados del estudio muestran que el uso de Matlab influye significativamente en el rendimiento académico de los estudiantes de la escuela profesional de Ingeniería civil de la Universidad Andina del Cusco, obteniendo como conclusión de la prueba t-student al 95% de confianza que el uso de Matlab influye significativamente en el rendimiento académico de los estudiantes en la asignatura de Métodos numéricos. Los estudiantes que no usan el programa Matlab al concluir el semestre presentaron un rendimiento académico promedio 14.8085, con una desviación de 1.035; en cambio el rendimiento de los estudiantes del grupo experimental con el uso de Matlab fue de 17.6905 con una desviación 1.23936.

Rodríguez & Bory (2018) emplearon MatLab como asistente matemático en la resolución de los ejercicios de la clase práctica de cinética enzimática de la asignatura Fundamentos de Biotecnología proponiendo una forma novedosa y diferente de realizar las clases prácticas y se mostró la utilidad del MatLab como herramienta computacional para la realización de los ejercicios de la asignatura demostrando con ello que se pueden de dinamizar las clases.

Taipe (2019) determinó la efectividad del software MATLAB en la aplicación del cálculo diferencial en cinemática lineal de una partícula en estudiantes de ingeniería de la Universidad Nacional de Juliaca, con el fin de optimizar el rendimiento académico de estos estudiantes. Los resultados de este trabajo afirmaron que el uso del software MATLAB tiene efecto positivo en la

---

enseñanza – aprendizaje y las pruebas realizadas antes y después de utilizar MATLAB demuestran que los estudiantes mejoraron notablemente sus notas hasta un 23% en calificaciones buenas correspondientes al puntaje del 14 al 17 y un incremento del 9% hacia las notas muy buenas de 18 a 20.

Cabrera Cruz (2018) Determinó la influencia que produce la aplicación del software Matlab en el aprendizaje de las derivadas de funciones reales de variable real en estudiantes de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano en el año 2016. Se afirmó que después de aplicar el Matlab en el grupo, se aprecia que influye positivamente en el aprendizaje de derivadas de funciones reales. Con un 95% de confianza se probó que la aplicación Matlab mejora significativamente el aprendizaje en el estudio de las derivadas de funciones reales.

### **Programación en Matlab para el cálculo diferencial**

Se investigó el uso y aplicación del software MATLAB en el ámbito del cálculo diferencial y se logró implementar algoritmos que permiten resolver y graficar la derivada de una función.

A continuación, se muestra el proceso llevado a cabo en MATLAB para la resolución de la derivada de una función cúbica.

La función cúbica planteada a derivar fue la siguiente

$$4x^3 - 2x^2 - 5x + 10$$

### **Derivada de una función por definición**

El valor de la derivada en cualquier punto de la curva es igual a la pendiente de la recta tangente en ese punto

---

Por definición, la derivada es:

$$f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$$

La matemática simbólica se usa regularmente para manipular las ecuaciones simbólicamente antes de sustituir valores para las variables. Las herramientas simbólicas de MATLAB permiten manipular expresiones simbólicas para simplificarlas, resolverlas simbólicamente y evaluarlas. También permiten obtener derivadas, integrales, entre otros. Las variables simbólicas se pueden crear utilizando el comando *syms* (Moore, 2007).

En la figura 1 se declaró dos variables simbólicas y la función que se derivó por el método de definición, para lo cual se escribió la fórmula de derivación por definición hallando el límite cuando  $h$  tiende a 0, para lo cual se utilizó la función de MATLAB *limit*.

Figura 1. Derivada por definición

```
syms x h
f=@(x) 4*x^3-2*x^2-5*x+10;
limit((f(x+h)-f(x))/h, h, 0)
```

```
ans = 12x2 - 4x - 5
```

Fuente: Elaboración propia

## Derivada de una función en MATLAB

MATLAB proporciona un método para obtener la derivada de una función fácilmente utilizado el comando *diff*. (Figura 2)

Figura 2. Derivada en MATLAB

```
syms x
f = 4*x^3-2*x^2-5*x+10;
derivada = diff(f,x)
```

```
derivada = 12x2 - 4x - 5
```

Fuente: Elaboración propia

En caso de necesitar el valor de la derivada en un punto determinado de  $x$ , MATLAB permite evaluar una función, en este caso se evaluó la función derivada resultante cuando  $x$  vale 5. Para esto se utilizó la función *eval*. (Figura 3)

Figura 3. Evaluación de una derivada

```
x=5;
eval(derivada)
```

```
ans = 275
```

Fuente: Elaboración propia

Se puede evaluar una función para un conjunto de valores. Para esto MATLAB permite crear un vector de valores en un intervalo especificado. En este caso se creó el intervalo de valores de  $x$  desde el  $-5$  hasta el  $5$  con tamaño de paso diferencial de una unidad, dándonos como resultado una tabla de valores de  $x$ ,  $f'(x)$  (Figura 4), la cual se procedió a graficar con el comando *plot* (Figura 5).

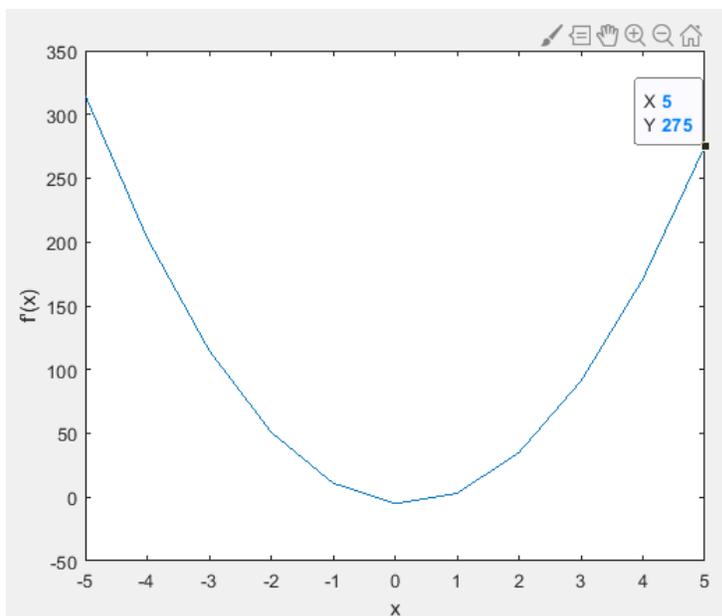
Figura 4. Evaluación con un vector de valores

```
x=-5:1:5;
y=eval(derivada);
table(x,'y','VariableNames', {'x', 'dx'})
plot(x,y)
```

Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Gráfico de una función derivada

x	dx
-5	315
-4	203
-3	115
-2	51
-1	11
0	-5
1	3
2	35
3	91
4	171
5	275



Fuente: Elaboración propia

Se puede calcular la derivada de una función de grado n. Se calculó la segunda y tercera derivada

```
syms x
f = 4*x^3-2*x^2-5*x+10
derivada = diff(f,x)
derivada2 = diff(f,x,2)
derivada3 = diff(f,x,3)
```

$$f = 4x^3 - 2x^2 - 5x + 10$$

$$\text{derivada} = 12x^2 - 4x - 5$$

$$\text{derivada2} = 24x - 4$$

$$\text{derivada3} = 24$$

como se muestra en la Figura 6. Figura 6. Derivada de grado “n”

Fuente: Elaboración propia

## Conclusiones

Los resultados de las investigaciones documentadas en este trabajo permiten afirmar que las TIC son una buena herramienta para complementar una estrategia metodológica. En la enseñanza del cálculo diferencial destacan las aplicaciones GeoGebra y MatLab.

Se revisaron cinco trabajos relacionados a la enseñanza del cálculo diferencial utilizando MatLab donde en todos los trabajos se permite evidenciar que los estudiantes al utilizar esta aplicación mejoran la comprensión de los temas e incluso mejoran el rendimiento académico.

Se documentó la programación de MatLab con los pasos para calcular derivadas por varios métodos como la derivada por definición, la derivada por diferenciación, derivada de grado “n” y la graficación de la derivada.

## Referencias Bibliográfica

- Avecilla, F., Cárdenas, O., Barahona, B., & Ponce, B. (2015). GeoGebra para la enseñanza de la matemática y su incidencia en el rendimiento académico estudiantil. *Revista Tecnológica-ESPOL*, 28(5), 121–132.
- Cabrera Cruz, E. (2018). El MATLAB en el aprendizaje de derivadas de funciones reales en estudiantes de medicina veterinaria y zootecnia de la universidad nacional del altiplano. *Revista de Investigaciones*, 7(1), 473–478. <https://doi.org/10.26788/riepg.2018.1.72>
- Durán Pico, U. C., & Rodríguez Alava, L. A. (2018). Asistencia de softwares matemáticos en cálculo diferencial en estudiantes de ingeniería. *Revista Bases de La Ciencia. e-ISSN 2588-0764*, 3(2), 61. [https://doi.org/10.33936/rev\\_bas\\_de\\_la\\_ciencia.v3i2.1448](https://doi.org/10.33936/rev_bas_de_la_ciencia.v3i2.1448)
- MathWorks. (2021). *MATLAB. Matemáticas. Gráficas. Programación.* <https://la.mathworks.com/products/matlab.html>
- Mogrovejo, S. (2019). *Uso de Matlab y su influencia en el rendimiento académico del curso de métodos numéricos en los estudiantes de la escuela profesional de ingeniería civil de la universidad andina del cusco, 2017* [Universidad Andina del Cusco]. <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/3346>
- Molinero Bárcenas, M. del C., & Chávez Morales, U. (2019). Herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje en estudiantes de educación superior. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación y El Desarrollo Educativo*, 10(19). <https://doi.org/10.23913/ride.v10i19.494>
- Montes, J. W., Escobar, R. M., & Arango, G. C. (2018). Uso de herramientas tecnológicas en el desarrollo de un curso de Matemáticas 1 en la Universidad Tecnológica de Pereira. *Entre*
-

*Ciencia e Ingeniería*, 12(23), 66. <https://doi.org/10.31908/19098367.3704>

Moore, H. (2007). *Matlab para ingenieros*.

<http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:MATLAB+para+ingenieros.#0>

Pabón-Gómez, J. (2014). Las TICS y la lúdica como herramientas facilitadoras en el aprendizaje de la matemática. *Eco.Mat Cúcuta-Colombia*, 5(1).

Rodríguez Heredia, D., & Bory Prevez, H. (2018). Empleo Del Matlab En Las Clases Prácticas Del Tema 2 De Microbiología Para Ingeniería Química. *Tecnología Química*, 38(2), 361–375. <https://doi.org/10.1590/2224-6185.2018.2>.

Ruiz-moreno, L. (2019). *Impacto de la matemática en el contexto de las ciencias con software matemático en ecuaciones diferenciales*. 23, 13–21. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61458265002>

Sanabria, N. (2020). *Di cultades en las prácticas del Cálculo Diferencial: una mirada desde la teoría de los obstáculos y los con ictos semióticos* (1ra ed.). Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Taipe, C. (2019). Aplicación del software MATLAB en el aprendizaje de la cinemática lineal de una partícula en estudiantes universitarios de ingeniería. In *Revista Innova Educación* (Vol. 1, Issue 3, pp. 281–287). <https://doi.org/10.35622/j.rie.2019.03.002>

UTLVTE. (2021). *SIAD*. Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas.