

# Uso de Matlab como Herramienta de Apoyo en la Solución de Problemas de Algebra Lineal en el Nivel Superior

*Using Matlab as a Supporting Tool for Linear Algebra Problem Solving in Higher Level Education*

-  **María del Pilar Ramírez-Gil** es profesora en el Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria (México) (maria.rg1@cdvictoria.tecnm.mx), (<https://orcid.org/0009-0007-9658-5988>), Maestra.
-  **Dante Iván González-Sánchez** es profesor en el Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria (México) (dante.gs@cdvictoria.tecnm.mx), (<https://orcid.org/0009-0001-4533-4798>), Maestra.
-  **Sylvia Isabel Martínez-Guerra** es profesora en el Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria (México) (sylvia.mg@cdvictoria.tecnm.mx), (<https://orcid.org/0009-0007-3581-7925>), Maestra.
-  **Juan Antonio Vargas-Enríquez** es profesor en el Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria (México) (juan.ve@cdvictoria.tecnm.mx), (<https://orcid.org/0000-0002-0514-0411>), Doctor.
-  **Lilia del Carmen García-Mundo** es profesora en el Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria (México) (lilia.gm@cdvictoria.tecnm.mx), (<https://orcid.org/0000-0002-3227-0406>), Doctora.

**Resumen:** En este artículo se presentan los resultados de un estudio sobre el uso del software MATLAB, como una herramienta de apoyo al proceso de enseñanza aprendizaje, en la solución de problemas lineales con estudiantes del Tecnológico Nacional de México, campus Ciudad Victoria. El propósito de este trabajo es determinar si el uso del software MATLAB para realizar operaciones con números complejos, matrices, determinantes y en la solución de sistemas lineales, ayuda a mejorar el porcentaje de aprobación de los estudiantes, de tercer semestre de las carreras de Ingeniería Civil e Ingeniería Industrial, en la asignatura de Álgebra Lineal. Para alcanzar este objetivo se elaboraron prácticas, de diversos temas del curso que debían ser resueltas por los estudiantes usando el software MATLAB 2007b. Se realizó un estudio con 67 estudiantes de los semestres enero – junio 2019 y agosto - diciembre 2020. Los resultados mostraron que en un grupo de 32 estudiantes que no utilizaron el software MATLAB, en el semestre enero – junio 2019, se obtuvo un porcentaje de aprobación del 75%; mientras que en un grupo de 35 estudiantes que utilizaron el software MATLAB, en el semestre agosto - diciembre 2020, el porcentaje de aprobación fue de 88%. Posteriormente, se realizó un análisis estadístico con la prueba F para varianzas de dos muestras y con la prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales. Este análisis mostró que el MATLAB influyó positivamente en el incremento del porcentaje de aprobación de los estudiantes que lo utilizaron.

**Palabras clave:** problemas lineales, proceso de enseñanza aprendizaje, análisis estadístico, prueba F, prueba t.

**Cómo citar:** Ramírez-Gil, M.P., González-Sánchez, D.I., Martínez-Guerra, S.I., Vargas-Enríquez, J.A. y García-Mundo, L.C. (2023). Uso de Matlab como Herramienta de Apoyo en la Solución de Problemas de Algebra Lineal en el Nivel Superior. *Tecnología, Ciencia y Estudios Organizacionales*, 5(9), pp. 5-20. <https://doi.org/10.56913/teceo.5.9.5-20>

Recibido: 03-11-2022 | Revisado: 09-08-2023 | Aprobado: 09-08-2023 | Publicado: 31-12-2023



**Abstract:** This paper presents the results of a study of the use of MATLAB software, as a teaching-learning strategy, in solving linear problems with students from the Tecnológico Nacional de México, Ciudad Victoria campus. The purpose of this work is to determine if the use of MATLAB software to perform operations with complex numbers, array operations, determinants, and in solving linear systems, helps to improve the approval percentage of students in the third semester of Civil Engineering and Industrial Engineering careers, in the subject of Linear Algebra. To achieve this objective, practices were developed on various course topics, which had to be solved by the students using MATLAB 2007b software. A study was performed with 67 students in the January - June 2019 and August - December 2020 semesters. The results of the study showed that in a group of 32 students who did not use MATLAB software, in the January - June 2019 semester, a 75% approval percentage was obtained; while in a group of 35 students who used MATLAB software, in the August - December 2020 semester, the approval percentage was 88%. Later, a statistical analysis was performed with the F-test for variances of two-samples and with the two-sample t-test assuming unequal variances. This analysis showed that MATLAB had a positive influence on the increase in the passing rate of the students who used it.

**Keywords:** linear problems, teaching-learning strategy, statistical analysis, F-test, T-test.

### Introducción

MATLAB es la abreviación de las palabras en inglés Matrix Laboratory que significan Laboratorio de Matrices (Holly, 2007). Es un software de cálculo numérico pensado para ayudar a los académicos, investigadores y desarrolladores a analizar y visualizar datos, así como también a desarrollar algoritmos útiles para la industria en general. El sitio web oficial del software MATLAB señala que “Millones de ingenieros y científicos en todo el planeta utilizan MATLAB para analizar y diseñar los sistemas y productos que transforman nuestro mundo. El lenguaje de MATLAB, basado en matrices, es la forma más natural del mundo para expresar las matemáticas computacionales. Las gráficas integradas facilitan la visualización de los datos y la obtención de información a partir de ellos. El entorno de escritorio invita a experimentar, explorar y descubrir. Todas estas herramientas y funciones de MATLAB están probadas rigurosamente y diseñadas para trabajar juntas” (The MathWorks, Inc, 2020).

MATLAB es una de las muchas sofisticadas herramientas de computación disponibles en el comercio para resolver problemas de matemáticas, tales como Maple, Mathematica y MathCad. En un nivel fundamental, se puede pensar que estos programas son sofisticadas calculadoras con base en una computadora. Son capaces de realizar las mismas funciones que una calculadora científica, y muchas más (Holly, 2007). En la actualidad el software MATLAB tiene un sin fin de aplicaciones, además de las académicas con las que se pensó en un principio, entre ellas, se destacan las de ser utilizadas para aprendizaje automático, procesamiento de señales, procesamiento de imágenes, visión artificial, comunicaciones, finanzas computacionales, diseño de control, robótica y muchos otros campos como sistemas de seguridad activa de automóviles, naves espaciales interplanetarias, dispositivos de monitorización de la salud, redes eléctricas inteligentes y redes móviles LTE, entre otros (The MathWorks, Inc, 2020a).

Según un reporte que compara distintas herramientas de computación numérica (Coman et al., 2012), MATLAB es el paquete comercial más popular para cálculos numéricos en matemáticas, estadística, ciencias, ingeniería y otros campos. Esto debido a que tiene alta compatibilidad con otros paquetes y su sintaxis igual a la de Octave, otra herramienta popular en este mundo. Entre las pruebas se realizaron verificaciones de usabilidad, de eficiencia y de rendimiento, en donde MATLAB destaca entre todas las demás en esta misma comparación, ya que es capaz de resolver problemas del mismo tamaño y con una eficiencia equivalente en tiempos absolutos. Los estudios básicos incluyeron operaciones elementales que resuelven sistemas de ecuaciones lineales,

calculan los valores y los vectores propios de una matriz y el trazado bidimensional. En el software MATLAB, el Álgebra Lineal se aprende de igual manera a la forma convencional, ya que su sintaxis es fácil de aprender y permite visualizar los resultados de las operaciones de una manera más dinámica y gráfica para su posterior análisis; lo cual, es muy benéfico en cuanto a cálculo de vectores y matrices, así como también enseñanza en general. Por esa razón, es una herramienta muy utilizada desde hace décadas, además, su amplio uso por todo el mundo nos permite encontrar infinidad de información, sobre funciones, variables o algoritmos, compartida por la comunidad de programadores y analistas en foros al alcance de cualquier usuario.

El uso de herramientas de apoyo que integran el conocimiento de forma sencilla y didáctica es muy importante para garantizar el aprendizaje de los alumnos. Existen evidencias de que el software MATLAB (Vergara et al., 2016; Asís, 2015; Rosales, 2010; Izaguirre et al., 2015) es una opción viable tanto para la impartición de cursos académicos como para actividades que requieran de una herramienta que brinde las facilidades y beneficios que ofrece.

### Trabajos relacionados

Existen instituciones que buscan el uso de herramientas que les permitan mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje en sus cursos de Álgebra Lineal. Algunos ejemplos de estas instituciones son:

- a) En el programa de Licenciatura en Matemáticas de Ciencias Básicas en la Universidad del Atlántico (Vergara et al., 2016) se empleó el software MATLAB para apoyar la enseñanza y aprendizaje de la resolución de sistemas de ecuaciones lineales. Los resultados de su uso mostraron que a los estudiantes se les facilitó significativamente tanto la comprensión como la solución de problemas de sistemas de ecuaciones lineales. Además, pudieron realizar cambios y ejecutar los cálculos con mayor rapidez. Estos factores influyeron en la calidad del aprendizaje motivando a los alumnos a continuar profundizando en el estudio del Álgebra Lineal.
- b) En la Universidad de Ciencias y Humanidades de Lima, Perú (Asís, 2015) se aplicó el software MATLAB como instrumento de enseñanza en el rendimiento académico en Matemática a los alumnos del I Ciclo de Ingeniería de Sistemas del periodo 2013-II. El uso de la herramienta influyó significativamente en el rendimiento académico, ya que se observó que el grupo experimental de estudiantes obtuvo puntajes por encima del grupo de control.
- c) El área de Ingeniería en Sistemas y Alimentos de la Universidad de Caldas (Rosales, 2010) realizó un estudio en la asignatura de Álgebra Lineal, usando la herramienta MATLAB en la enseñanza y aprendizaje de los sistemas de ecuaciones lineales. Los resultados mostraron un incremento en las calificaciones aprobatorias de los alumnos que utilizaron la herramienta con respecto a otro grupo de estudiantes de otro semestre que no la utilizó.
- d) En el Instituto Tecnológico de Ciudad Valles, en la materia de Algoritmos y Lenguajes de Programación de la carrera de Ingeniería Industrial, se aplicó el software MATLAB (Izaguirre et al., 2015), para que los estudiantes aprendieran el uso de técnicas adicionales y herramientas de programación para la solución de problemas cotidianos. Si bien, no es un estudio que se haya aplicado a la asignatura de Álgebra Lineal, este se relaciona porque se utiliza MATLAB en el proceso de enseñanza en una institución. Los resultados

mostraron que el grupo experimental obtuvo un mayor rendimiento académico de los estudiantes.

- e) En la materia de Álgebra Lineal de las carreras de Ingeniería Civil (IC) e Ingeniería Industrial (IIND), del Tecnológico Nacional de México (TecNM) campus Ciudad Victoria (IT- Victoria), los alumnos tienen dificultades para resolver ejercicios de problemas lineales porque, requieren de la realización manual de varios cálculos matemáticos que generan tedio y desmotivación en ellos. Por esta razón, se propuso utilizar una herramienta de apoyo que permitiera realizar de forma automática dichos cálculos. Debido a la aceptación que tiene el software MATLAB, se tomó la decisión de usarlo como una herramienta de apoyo en la asignatura de Álgebra Lineal.

El propósito de este trabajo es determinar si el uso del software MATLAB 2007b como herramienta de apoyo en la solución de problemas lineales ayuda a mejorar el porcentaje de aprobación de los estudiantes, de tercer semestre de las carreras de IC e IIND, en la asignatura de Álgebra Lineal.

El resto de este trabajo está organizado de la siguiente forma. La segunda sección presenta el marco teórico, la tercera sección describe la metodología del estudio realizado, en la cuarta sección se muestran los resultados, por último, las conclusiones y el trabajo futuro se presentan en la quinta sección.

## Marco Teórico

### Software Matlab

MATLAB fue desarrollado por el matemático y programador Cleve Barry Moler (Haigh, 2008), quien además es uno de los especialistas en análisis numérico, cofundador de la corporación estadounidense MathWorks fundada en la década de 1980; la cual, se especializa en software de informática matemática.

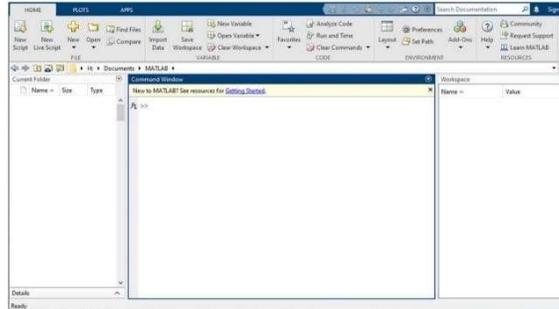
En un principio, MATLAB fue desarrollado principalmente para el alumnado de la Universidad de Nuevo México, donde Cleve Moler era presidente del Departamento de Informática. Esta herramienta era libre para todos los académicos de la institución. Posteriormente, los futuros colegas de Moler, combinaron su experiencia en Matemáticas, Ingeniería e Informática para desarrollar MATLAB; así como, también reescribirla en el lenguaje de programación C y posteriormente comercialarla en el mercado hasta día de hoy siendo un producto de la propiedad de MathWorks (The MathWorks, Inc, 2020b).

El entorno de MATLAB está conformado por algunos paneles principales (Figura 1):

- **Current Folder (directorio actual):** es el explorador de archivos, donde se encuentran, según el directorio, los archivos para acceder a ellos y manipularlos en otro de los paneles.
- **Command Window (ventana de comandos):** es la consola en donde se introducen los comandos para realizar operaciones variadas que nos ofrece el entorno. La línea de comandos se identifica principalmente por el indicador (`>>`).
- **Workspace (espacio de trabajo):** es en donde se muestran los datos que se crean o definen (variables y constantes, por ejemplo) en un archivo.

- **Command History (historial de comandos):** aquí se encuentran las entradas de comandos ingresados en la ventana de comandos. Este panel permite visualizar las entradas anteriores ya sea para revisarlas o recuperarlas para volverlas a ingresar con nuevos valores.

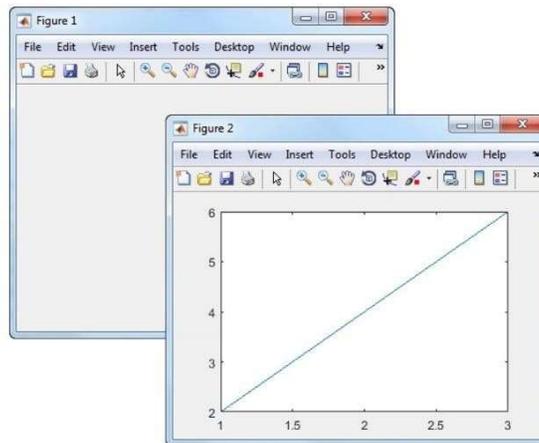
**Figura 1.** Entorno de MATLAB.



**Nota.** Fuente: *The Mathworks, Inc. (2020c)*

MATLAB usa las reglas estándar del Álgebra Lineal para ordenar operaciones, lo que se vuelve muy importante cuando se realizan cadenas de cálculos. En caso de operaciones más elaboradas que necesiten ser visualizadas de diferente manera a la que nos muestra la consola de comandos, se encuentra disponible una ventana de gráficos, en la cual es mucho más fácil crear o ver la información de las operaciones representadas de manera gráfica (Figura 2).

**Figura 2.** Ventana de gráficos de MATLAB.



**Nota.** Fuente: *The Mathworks, Inc. (2020d)*

Entre los aspectos fundamentales de MATLAB encontramos que, de manera general, permite la resolución de problemas con ayuda de la creación de elementos como variables, constantes, arreglos, matrices y funciones. Además de que, permite realizar una amplia variedad de operaciones aritméticas y elementales entre dichos elementos, permitiendo también el uso de funciones y tipos de datos que son muy similares a los de distintos lenguajes de programación, lo cual ayuda a los estudiantes e investigadores a familiarizarse muy fácilmente con el entorno que proporciona MATLAB.

Algo muy importante con lo que se puede contar en MATLAB, es con la disponibilidad de diferentes cajas de herramientas (toolboxes) que amplían sus capacidades en cuanto a funciones y comunicación con otros componentes o herramientas externas (siendo Simulink el más popular).

Algunas de las cajas de herramientas o toolboxes que se pueden encontrar son: de audio, identificación de sistema, cálculo paralelo, control de sistema, optimización, comunicaciones, visión computacional, entre muchas otras más.

El software se puede encontrar en distintas versiones o licencias para el mercado, las dos más importantes son: la versión industrial y la versión para estudiantes.

La licencia industrial de MATLAB está enfocada tanto para organizaciones privadas como para organizaciones gubernamentales. Esta versión y la de estudiantes son muy similares en cuanto a funciones, la diferencia más notable es que la licencia industrial está hecha para uso comercial, esto quiere decir que puede ser usada en cualquier organización que necesite esta herramienta para actividades que generan ingresos monetarios, y otras actividades más. En caso de organizaciones gubernamentales esta licencia permite que el usuario opere, instale y administre el software por sí mismo, por lo que las organizaciones pueden designar a sus propios administradores para que lleven un control de cada licencia individual dentro de la misma organización, esto para mantener una administración centralizada. En esta licencia, se puede optar por un pago vitalicio o uno anual, lo cual queda a consideración del usuario a la hora de adquirir este servicio según sus necesidades.

Por otro lado, la licencia para estudiantes se trata de una versión enfocada a jóvenes que desean cumplir los requisitos del curso, para desarrollar importantes habilidades profesionales, o para investigación académica dentro de una institución pública o privada y no puede ser usada para actividades que involucren remuneración económica. La licencia se encuentra dividida en una licencia normal que sólo incluye MATLAB, o en una licencia de suite que incluye MATLAB y Simulink, además de algunos de los productos complementarios más utilizados para sistemas de control, señal, imagen, etc.

## Método

### Diseño de la investigación

Se diseñó una investigación de tipo experimental con una muestra de dos grupos homogéneos que cursan la asignatura de Álgebra Lineal de tercer semestre con el mismo profesor. Los grupos son de distintas carreras porque, al ser Álgebra Lineal una asignatura de tronco común se incluye en la retícula de varias de las carreras ofertadas en TecNM IT-Victoria.

Uno de los grupos recibe el tratamiento experimental con el software MATLAB 2007b y el otro grupo sin el software.

Los grupos se están comparando para analizar si el tratamiento con el software tuvo efecto positivo sobre la variable dependiente que es el porcentaje de aprobación de los estudiantes.

Las variables en el diseño experimental, que se están utilizando en esta investigación son:

1. Independiente: el software MATLAB.
2. Dependiente: el porcentaje de aprobación de los dos grupos.

Este tipo de investigación tiene como propósito medir el grado de relación que existe entre las dos variables definidas previamente, para conocer cómo se comportan.

La correlación entre las variables significa que una varía cuando la otra también varía. Por ejemplo, si usa el software MATLAB, el tiempo de resolución de un ejercicio en el software será menor en comparación con el que no usa. Medir la calificación del grupo A obtenida resolviendo

correctamente el problema de Álgebra Lineal a través del software y medir la calificación obtenida del grupo B que no lo usa.

Grupo A: Grupo experimental 35 alumnos de IIND.

Grupo B: Grupo de control 32 estudiantes de IC.

### Objetivo General:

Determinar si el uso del software MATLAB ayuda a incrementar el porcentaje de aprobación de la materia de Álgebra Lineal, en el IT-Victoria.

### Específicos

1. Diseñar prácticas para que los alumnos resuelvan ejercicios por medio del software MATLAB.
2. Incluir en la instrumentación didáctica de la materia el uso del software MATLAB.

### Preguntas de investigación

- ¿El software MATLAB se asociará positivamente en el porcentaje de aprobación de los estudiantes?
- ¿Existirán diferencias en el promedio general de los grupos que utilizan un software matemático contra los que no los usan?

### Hipótesis

- $H_0$ : El uso del software MATLAB no influye positivamente en el porcentaje de aprobación y promedio general del grupo experimental.
- $H_1$ : El uso del software MATLAB influye positivamente en el porcentaje de aprobación y promedio general del grupo experimental.

### Procedimiento

Para la realización de este estudio, se impartieron los primeros tres temas de la materia en el siguiente orden: números complejos, matrices y determinantes, y sistemas de ecuaciones lineales. Además, se introdujo a los alumnos al entorno del software MATLAB. Posteriormente, los alumnos procedieron a resolver las prácticas diseñadas previamente. Algunos ejemplos de las prácticas realizadas se describen a continuación.

**Práctica 1.** Calcular las raíces cúbicas de un número complejo y su representación gráfica.

Raíces cúbicas del número complejo:

$$z = \sqrt[3]{3 + 4i}$$

utilizado la función nthroot (Figura 3) y representación de la gráfica de las raíces usando la función compás (Figura 4).

**Figura 3.** Raíces cúbicas de un número complejo.

```
>> z=3+4*i;
>> n=3;
>> k=0:n-1;
>> z1=nthroot(abs(z),n)*exp(i*(angle(z)+2*pi*k)/n)

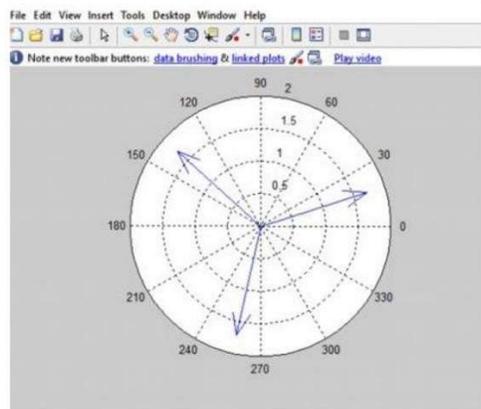
z1 =

Columns 1 through 2
    1.6289 + 0.5202i    -1.2650 + 1.1506i

Column 3
    -0.3640 - 1.6708i

>> compass(z1)
fx >>
```

**Figura 4.** Representación gráfica de las raíces cúbicas de un número complejo.



**Práctica 2.** Resolver ecuaciones polinómicas.

Ecuación polinómica:

$$z^4 + 4z^3 + 10z^2 + 12z + 5 = 0$$

utilizando la función roots, para obtener raíces reales y complejas (ver Figura 5).

**Figura 5.** Raíces reales y complejas.

```
>> p=[1 4 10 12 5];  
>> res=roots(p)  
  
res =  
  
-1.0000 + 2.0000i  
-1.0000 - 2.0000i  
-1.0000  
-1.0000
```

**Práctica 3.** Realizar operaciones con matrices.

Multiplicación de matrices complejas. (Ver Figura 6).

$$A = [4 + 2i \quad i - i \quad 7 - 2i] \text{ y}$$

$$B = [8 - 3i \quad 5 + 4i \quad 2 + i \quad i - i]$$

**Figura 6.** Multiplicación Matrices complejas.

```
>> p=[1 4 10 12 5];  
>> res=roots(p)  
  
res =  
  
-1.0000 + 2.0000i  
-1.0000 - 2.0000i  
-1.0000  
-1.0000
```

**Práctica 4.** Calcular el rango de una matriz.

Rango de una matriz, usando directamente la función rank como en la Figura 7 o usando la forma escalonada reducida por filas, por eliminación de Gauss, con la función rref como en la Figura 8, donde se observa que el rango de A es igual a 3 y nulidad de 2.

**Figura 7.** Rango de la matriz usando la función rank.

```
>> rank(A)  
  
ans =  
  
3
```

**Figura 8.** Rango de la matriz con la función rref.

```
>> A=[1 1 4 1 2;0 1 2 1 1;0 0 1 2;1 -1 0 0 2;2 1 6 0 1]
A =
     1     1     4     1     2
     0     1     2     1     1
     0     0     0     1     2
     1    -1     0     0     2
     2     1     6     0     1

>> rref(A)
ans =
     1     0     2     0     1
     0     1     2     0    -1
     0     0     0     1     2
     0     0     0     0     0
     0     0     0     0     0
```

**Práctica 5.** Calcular la determinante de una matriz y la matriz inversa.

Determinar si una matriz es singular o no, obteniendo la determinante con la función det, así como obtener la matriz inversa usando la función inv, como en la Figura 9.

**Figura 9.** Determinante y matriz inversa usando las funciones det e inv.

```
>> A=[1 -1 0;1 0 -1;-6 2 3]
A =
     1    -1     0
     1     0    -1
    -6     2     3

>> det(A)
ans =
    -1

>> A=[1 -1 0;1 0 -1;-6 2 3]
A =
     1    -1     0
     1     0    -1
    -6     2     3

>> inv(A)
ans =
   -2.0000   -3.0000   -1.0000
   -3.0000   -3.0000   -1.0000
   -2.0000   -4.0000   -1.0000
```

**Práctica 6.** Resolver el sistema de ecuaciones lineales de 2 x 2.

Solución del sistema de ecuaciones lineales de 2 x 2:

$$x - 3y = -7$$

$$2x - 6y = 7$$

Primero, identificar la matriz A de coeficientes, la columna de X con las incógnitas y la columna b con los términos independientes del sistema lineal, como se muestra de la siguiente manera:

$$A = [1 \ -3 \ 2 \ -6] \ X = [x \ y] \ b = [-7 \ 7]$$

Segundo, formar la matriz aumentada:

$$A = (-7 \ 7)$$

Y tercero calcular en MATLAB el rango de la matriz A de coeficientes y el rango de la matriz aumentada para verificar, lo siguiente:

- Si  $\text{rango}(A) < \text{rango}(A|b)$  no tiene solución.

- Si  $\text{rango}(A) = \text{rango}(A|b)$  tiene solución.
- Si  $\text{rango}(A) = \text{número de incógnitas}$  tiene solución única.

En la Figura 10, se muestra un ejemplo de un sistema sin solución

**Figura 10.** Rango de la matriz, cuando el sistema lineal no tiene solución

```
>> A=[1 -3;2 -6];  
>> Matrizaugmentada=[1 -3 -7;2 -6 7];  
>> rank(A)  
  
ans =  
  
1  
  
>> rank(Matrizaugmentada)  
  
ans =  
  
2
```

**Práctica 7.** Resolver el sistema de ecuaciones lineales simultáneas de 3 x 3, mediante la operación  $X = A \setminus B$ .

$$4x - y + z = 7$$

$$4x - 8y + z = -21$$

$$-2x + y + 5z = 15$$

Introducir la matriz A de coeficientes y la matriz B de términos independientes, y obtener la solución, como en la Figura 11.

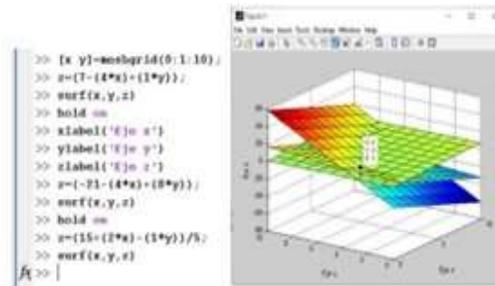
**Figura 11.** Solución de un sistema lineal usando el operador “\”

```
>> A=[4 -1 1;4 -8 1;-2 1 5];  
>> B=[7;-21;15];  
  
B =  
  
7  
-21  
15  
  
>> X=A \ B  
  
X =  
  
2  
4  
3
```

**Práctica 8.** Representar la gráfica del sistema de ecuaciones de 3 x 3.

Representación gráfica del sistema. Visualizar el comportamiento gráfico del sistema, con la instrucción surf, se obtienen los planos donde se interceptan, como se muestra en la Figura 12.

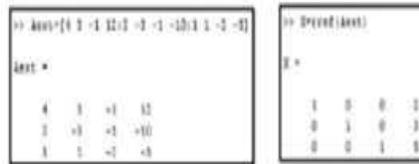
**Figura 12.** Representación gráfica del sistema



**Práctica 9.** Resolver el sistema de ecuaciones lineales con la instrucción rref.

Usando la función rref, resolver el sistema. Crear la matriz aumentada con el nombre Aext o el que se desee asignar. Llamar a la función rref (Aext) con la matriz aumentada. La solución del sistema es solución única  $x = 2$ ,  $y = 3y$ ,  $z = 5$  (Figura 13).

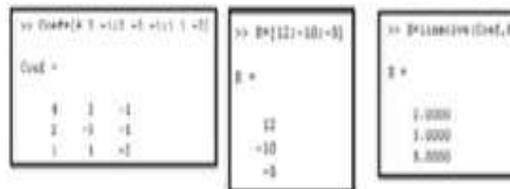
**Figura 13.** Solución de un sistema lineal usando la función rref



**Práctica 10.** Resolver el sistema de ecuaciones lineales con la instrucción linsolve.

Usando la función linsolve (A, B), resolver el sistema. Crear la matriz de coeficientes llamada Coef, crear el vector columna R con el valor al que está igualando cada ecuación. Llamar a la función linsolve (Coef, R) y obtener la solución, como se muestra en la Figura 14.

**Figura 14.** Solución de un sistema lineal usando la función linsolve



## Resultados

Una vez realizadas las prácticas, con el software MATLAB 2007b, en el grupo donde se realizó el experimento, se aplicaron exámenes y se procedió a obtener los resultados finales de los temas 1, 2 y 3 del curso de Álgebra Lineal. Se calcularon los promedios del semestre enero – junio 2019 y agosto – diciembre 2020 de los estudiantes que cursaron la materia, los que no utilizaron el software y quienes utilizaron el MATLAB, el promedio del grupo fue de 66/100 y 71/100 respectivamente, obteniéndose los resultados que se muestran en la Tabla 1. Se observa que hubo un incremento en el promedio del grupo. Por tanto, podemos concluir que el uso de esta herramienta se asocia positivamente a su promedio general.

**Tabla 1.**

*Promedios del grupo de control y experimental*

Promedio general Grupo de control 2019	Promedio general Grupo experimental 2020
66/100	71/100

Los resultados de los porcentajes de aprobación en cada uno los grupos muestran que el grupo experimental obtuvo un porcentaje de 88%, mientras que el porcentaje del grupo de control fue de 75% (Tabla 2).

**Tabla 2.**

*Porcentaje de aprobación del grupo de control y experimental*

Porcentaje de aprobación Grupo de control 2019	Porcentaje de aprobación Grupo experimental 2020
75%	88%

Por lo tanto, se muestra una diferencia incremento favorable en dicho porcentaje.

### **Análisis estadísticos de las evaluaciones finales.**

Con los resultados finales obtenidos, se realizó un análisis estadístico con la prueba F para varianzas de dos muestras (Tabla 3) y con la prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales (Tabla 4).

**Tabla 3.**

*Prueba F para varianzas de dos muestras*

	<b>Grupo Control</b>	<b>Grupo Experimental</b>
<b>Media</b>	65.96875	71.05714286
<b>Varianza</b>	1534.547379	926.5260504
<b>Observaciones</b>	32	35
<b>Grados de libertad</b>	31	34
<b>F</b>	1.656237705	
<b><math>P(F \leq f)</math> una cola</b>	0.076486496	
<b>Valor crítico para F (una cola)</b>	1.789001742	

Con la prueba F se probó que existen varianzas desiguales en los grupos, ya que el valor de P es:

$$P < 0.5$$

Con la prueba t (Tabla 4) se validó la varianza y se obtuvo un valor de P:

$$P > 0.5 [P(T \leq t) \text{ dos colas } 0.5576]$$

Este resultado nos indicó que se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alternativa ( $H_1$ ), comprobando que el uso del software MATLAB influye positivamente en incremento del porcentaje de aprobación y promedio general del grupo experimental.

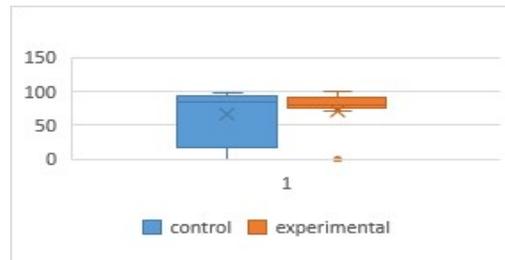
**Tabla 4.**

*Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales*

	<b>Grupo Control</b>	<b>Grupo Experimental</b>
<b>Media</b>	65.96875	71.05714286
<b>Varianza</b>	1534.547379	926.5260504
<b>Observaciones</b>	32	35
<b>Diferencia hipotética de las medias.</b>	0	
<b>Grados de libertad</b>	58	
<b>Estadístico t</b>	0.589815286	
<b><math>P(T \leq t)</math> una cola</b>	0.278802675	
<b>Valor crítico de t (una cola)</b>	1.671552762	
<b><math>P(T \leq t)</math> dos colas</b>	0.55760535	
<b>Valor crítico de t (dos colas)</b>	2.001717484	

Adicionalmente, la gráfica de las varianzas de las evaluaciones finales de los dos grupos muestra que son diferentes (Figura 15).

**Figura 15.** Gráfica de las varianzas de las evaluaciones finales.



### Conclusiones y Recomendaciones

En este trabajo se presenta un estudio que se realizó con 67 estudiantes de las carreras de IC e IIND, del TecNM campus IT-Victoria, durante los semestres agosto - diciembre de 2019 y enero - junio de 2020. El estudio consistió en utilizar el software MATLAB como herramienta de apoyo para la solución de problemas lineales en la asignatura de Álgebra Lineal.

Los resultados obtenidos en el análisis estadístico muestran que se acepta la hipótesis alternativa (H1), el uso del software MATLAB influye positivamente en el incremento del porcentaje de aprobación de los estudiantes que lo utilizaron (88%, 2020), comparado con el de los estudiantes que no lo utilizaron (75%, 2019). Esto se reflejó tanto en los porcentajes de aprobación como en el promedio general de ambos grupos, 69/100 en el grupo de control y 77/100 en el experimental. Los resultados muestran que el uso de software MATLAB motiva a los estudiantes favoreciendo la comprensión de los conceptos y la resolución problemas lineales. Adicionalmente, el aprender a usar un software les permite desarrollar habilidades en el manejo de la tecnología, así como ampliar sus conocimientos. Por el contrario, la resolución manual de estos problemas resulta una tarea tediosa para ellos.

Como trabajo futuro se planea convocar en una reunión de Academia, a los docentes que imparten la asignatura de Álgebra Lineal, con el fin de mostrar los resultados de este estudio y proponer el uso MATLAB como herramienta de apoyo de la asignatura.

## Referencias

- Asís, 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 Grado. 180 pp. Universidad Nacional de Educación, Lima, Perú.
- Coman E., M. Brewster, S. Popuri, A. Raim y M. Gobbert (2012). A Comparative Evaluation of Matlab, Octave, Freeat, Scilab, R, and IDL on Tara. University of Maryland, Department of Mathematics and Statistics. Baltimore County: Technical Report HPCF– 2012–15. Consultado el 19 de noviembre de 2020 en: <https://profs.scienze.univr.it/~caliari/pdf/octave.pdf>
- Haigh, T. (2008). Cleve Moler: Mathematical Software Pioneer and Creator of Matlab. IEEE Annals of the History of Computing, 30(1): 87-91.
- Holly, M. (2007). MATLAB para ingenieros. Editorial México: Pearson Prentice Hall. 604 pp.
- Izaguirre N., Hernández, M. y Zúñiga, A. (2015). MATLAB como herramienta de apoyo para el rendimiento académico en la materia de enseñanza de algoritmos y lenguajes de programación para estudiantes de cuarto semestre de la carrera de Ingeniería Industrial. Consultado el 19 de noviembre de 2020 en: <https://www.eumed.net/rev/tectzaptic/2015/01/matlab.html>
- Rosales, G. (2010). Uso de MATLAB para la enseñanza y aprendizaje de la solución de las ecuaciones lineales con enfoque geométrico para ingeniería. Revista Ingeniería Solidaria, VI (10-11): 59-68.
- The MathWorks, Inc. (2020). Acerca de MathWorks. Consultado el 10 de noviembre de 2020 en: <https://la.mathworks.com/company/aboutus/founders.html>
- The MathWorks, Inc. (2020 a). Centro de ayuda. Consultado el 10 de noviembre de 2020 en: [https://la.mathworks.com/help/matlab/learn\\_matlab/product-description.html](https://la.mathworks.com/help/matlab/learn_matlab/product-description.html)
- The MathWorks, Inc. (2020 b). MATLAB Documentation. Consultado el 10 de noviembre de 2020 en: [https://la.mathworks.com/help/matlab/index.html?s\\_tid=CRUX\\_lftnav](https://la.mathworks.com/help/matlab/index.html?s_tid=CRUX_lftnav)
- The MathWorks, Inc. (2020 c). MATLAB Documentation Matlab Primer. Consultado el 10 de noviembre de 2020 en: [https://la.mathworks.com/help/pdf\\_doc/matlab/learn\\_matlab.pdf](https://la.mathworks.com/help/pdf_doc/matlab/learn_matlab.pdf)
- The MathWorks, Inc. (2020 d). MATLAB Documentation. Consultado el 10 de noviembre de 2020 en: <https://la.mathworks.com/help/matlab/ref/figure.html>