

# Application of Computer Resources in Learning Systems of Linear Equations for Students of Engineering of the Alas Peruanas University Puno.

M.Sc. Roger, Ccama Alejo<sup>1</sup>, Lic. Joel, Huaycani Huaycani<sup>2</sup>, Dr. Richar Marlon, Mollinedo Chura<sup>3</sup>, Dr. Leonidas, Vilca Callata<sup>4</sup>, M.Sc. Fredy Gonzalo, Copari Romero<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Universidad Nacional del Altiplano, Perú, [rccama@unap.edu.pe](mailto:rccama@unap.edu.pe), [joelh\\_fm20@gmail.com](mailto:joelh_fm20@gmail.com), [rmollinedo@unap.edu.pe](mailto:rmollinedo@unap.edu.pe), [lvilcam@unap.edu.pe](mailto:lvilcam@unap.edu.pe), [fcopari@unaj.edu.pe](mailto:fcopari@unaj.edu.pe), Universidad Nacional de Juliaca<sup>5</sup>, Perú

**Abstract:** The main purpose of this research work is the careful study of the systems of linear equations using computer resources thus contributing to the improvement of the teaching-learning process, for this purpose conducted experimental-type research and quasi-experimental design. The report provides four chapters: literature review, problem approach, methodological design and result analysis. The problem arises as the need to find appropriate strategies for the progress of the teaching-learning process of linear equation systems in students in the second semester of the University's professional school of civil engineering Wings Peruvian Filial Puno. In order to determine the effectiveness of computer resources in learning systems of linear equations in order to improve learning levels, two groups of students made up of 25 students in Group A were taken as a group group B of 27 students as a control group. The information was collected using the note they obtained in the input and output test. The data were processed, using the Zc Contribution Mean Difference Test to evaluate the mean and standard deviations of both sample groups. The main conclusion obtained indicates that the application of Maple software in the resolution of linear equation systems and their applications is effective, since there is a significant difference between the groups studied.

**Keywords:** Learning, Linear Algebra, Linear equations, Maple

# Aplicación de Recursos Informáticos en el Aprendizaje de Sistemas de Ecuaciones Lineales para los Estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Alas Peruanas Filial Puno.

M.Sc. Roger, Ccama Alejo<sup>1</sup>, Lic. Joel, Huaycani Huaycani<sup>2</sup>, Dr. Richar Marlon, Mollinedo Chura<sup>3</sup>, Dr. Leonidas, Vilca Callata<sup>4</sup>, M.Sc. Fredy Gonzalo, Copari Romero<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Universidad Nacional del Altiplano, Perú, [rccama@unap.edu.pe](mailto:rccama@unap.edu.pe), [joelh\\_fm20@gmail.com](mailto:joelh_fm20@gmail.com), [rmollinedo@unap.edu.pe](mailto:rmollinedo@unap.edu.pe), [lvilcam@unap.edu.pe](mailto:lvilcam@unap.edu.pe), [fcopari@unaj.edu.pe](mailto:fcopari@unaj.edu.pe), Universidad Nacional de Juliaca<sup>5</sup>, Perú

## ABSTRACT

**The main purpose of this research work is the careful study of the systems of linear equations using computer resources thus contributing to the improvement of the teaching-learning process, for this purpose conducted experimental-type research and quasi-experimental design. The report provides four chapters: literature review, problem approach, methodological design and result analysis. The problem arises as the need to find appropriate strategies for the progress of the teaching-learning process of linear equation systems in students in the second semester of the University's professional school of civil engineering Wings Peruvian Filial Puno. In order to determine the effectiveness of computer resources in learning systems of linear equations in order to improve learning levels, two groups of students made up of 25 students in Group A were taken as a group group B of 27 students as a control group. The information was collected using the note they obtained in the input and output test. The data were processed, using the Zc Contribution Mean Difference Test to evaluate the mean and standard deviations of both sample groups. The main conclusion obtained indicates that the application of Maple software in the resolution of linear equation systems and their applications is effective, since there is a significant difference between the groups studied.**

**Keywords:** Learning, Linear Algebra, Linear equations, Maple

## I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se ejecutó con la participación de los estudiantes del segundo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil. El objetivo general es determinar la eficacia de los recursos informáticos en el aprendizaje de sistemas de ecuaciones lineales. Dado que en la actualidad la educación universitaria busca innovar los modelos tradicionales de enseñanza, puesto que estos métodos de enseñanza han mostrado muchas dificultades debido a los cambios constantes a través del tiempo en cuanto a la didáctica de enseñanza y aprendizaje, en consecuencia, se han introducido nuevas teorías y realizado diversas investigaciones en el campo de la educación superior.

Este trabajo busca sugerir algunas estrategias didácticas de enseñanza de las matemáticas, dado que, verificando el

historial de calificaciones obtenidos por los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil en el curso de Álgebra Lineal, se pudo observar que no se han alcanzado los desempeños esperados.

Considerando que es una necesidad imperante, la inclusión de recursos informáticos en el proceso de enseñanza – aprendizaje y la utilidad del software Maple permite contribuir a la mejora de la capacidad resolutoria de los problemas de matemáticas, es decir mejorar el desempeño de los estudiantes, lo cual ha canalizado al planteamiento de la siguiente interrogante ¿De qué manera la aplicación de recursos informáticos influye en el aprendizaje de sistemas de ecuaciones lineales en los estudiantes del segundo semestre de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Alas Peruanas Filial Puno?

Para procurar respuesta a esta interrogante, se utilizó una prueba de entrada, aplicando tanto al grupo experimental, como al grupo control basándose en este proceso se ha podido conocer el estado inicial en cuanto a la capacidad de resolución de problemas de sistemas de ecuaciones lineales. La propuesta se desarrolló en 6 sesiones y al culminarla se aplicó una prueba de salida a ambos grupos experimental y control, lo cual ha permitido observar el progreso que tuvieron los estudiantes en cuanto a la capacidad resolutoria de sistemas de ecuaciones lineales del curso de Álgebra Lineal.

El presente trabajo de investigación está constituido por cuatro pasos organizados del siguiente modo.

PASO I. trata de la revisión de literatura que comprende el sustento teórico y los antecedentes respecto del problema de investigación.

PASO II. se refiere al planteamiento del problema, los objetivos formulados y las hipótesis de la investigación.

PASO III. precisa los materiales y métodos empleados en la investigación, la población y muestra.

PASO IV. Al contrastar los resultados obtenidos por los alumnos de los grupos experimental y de control, explica el análisis y la discusión de las conclusiones de la investigación.

## II. MARCO TEÓRICO

Los antiguos egipcios y babilonios fueron los primeros en utilizar el álgebra porque podían resolver ecuaciones lineales ( $ax = b$ ) y cuadráticas ( $ax^2 + bx + c = 0$ ), así como ecuaciones indeterminadas como  $x + y = z$ , con varias incógnitas. Los antiguos babilonios resolvían cualquier

ecuación cuadrática empleando esencialmente los mismos métodos que hoy se enseñan “Ref. [45]”.

El legado de Egipto y Babilonia fue continuado por los matemáticos alejandrinos Herón y Diofanto, aunque el libro *Las aritméticas de Diofanto* (2007), es de un nivel significativamente superior y ofrece numerosas respuestas inesperadas a ecuaciones indeterminadas desafiantes. Estos antiguos conocimientos matemáticos acabaron encontrando un lugar en la cultura islámica, en donde se la llamó “ciencia de reducción y equilibrio”. (La palabra árabe al-abr que significa ‘reducción’, es el origen de la palabra álgebra). En el siglo IX, el matemático al Khwarizmi (1831) escribe uno de los primeros textos de álgebra en árabe, donde realiza una explicación exhaustiva de la teoría básica de las ecuaciones con ejemplos y demostraciones.

Las reglas e identidades algebraicas fundamentales fueron enunciadas y demostradas por el matemático egipcio Abu Kamil hacia finales del siglo IX, y resolvió problemas tan complejos como hallar las  $x$ ,  $y$ ,  $z$  que cumplen  $x + y + z = 10$ ,  $x^2 + y^2 = z^2$  y  $xz = y^2$ . Las expresiones algebraicas en escasas oportunidades se escribían utilizando abreviaturas en las civilizaciones antiguas; sin embargo, en la edad media, Los matemáticos árabes podían describir cualquier potencia desconocida de  $x$ ,  $y$  y desarrollaron el álgebra fundamental de los polinomios, aunque sin emplear los símbolos modernos. Esta álgebra incluía operaciones básicas como multiplicar, dividir y extraer raíces cuadradas de polinomios, así como el conocimiento del teorema del binomio. El matemático, poeta y astrónomo persa Omar Khayyam expuso cómo expresar las raíces de ecuaciones cúbicas utilizando los segmentos obtenidos por intersección de secciones cónicas, sin embargo no fue capaz de hallar una fórmula para las raíces. La traducción al latín del *Álgebra de al-Jwarizmi* fue publicada en el siglo XII. A principios del siglo XIII, el matemático italiano Leonardo Fibonacci consiguió encontrar una aproximación cercana a la solución de la ecuación cúbica  $x^3 + 2x^2 + cx = d$ . Fibonacci había viajado a países árabes, por lo que con seguridad utilizó el método arábigo de aproximaciones sucesivas “Ref. [40]”.

La ecuación cúbica general fue resuelta en términos de las constantes de la ecuación por los matemáticos italianos Scipione del Ferro, Tartaglia y Gerolamo Cardano a principios del siglo XVI. Poco después de que Ludovico Ferrari, alumno de Cardano, descubriera la respuesta precisa al problema del cuarto grado, otros matemáticos de los siglos siguientes intentaron descubrir la fórmula de las raíces de las ecuaciones de quinto grado y superiores. Sin embargo, a principios del siglo XIX el matemático noruego Niels Abel y el francés Evariste Galois explicaron la inexistencia de dicha fórmula “Ref. [40]”.

La invención de los símbolos para las incógnitas, las operaciones algebraicas y las potencias en el siglo XVI supuso un importante avance algebraico. Debido a este avance, el Libro III de la *Geometría* (1637), escrito por el matemático y filósofo francés René Descartes se parece bastante a un texto moderno de álgebra. Sin embargo, El descubrimiento de Descartes de la geometría analítica, que transforma la resolución de problemas geométricos en la resolución de problemas algebraicos, es su contribución más significativa a las matemáticas. También incluyó lo que el propio Descartes denominó la regla de los signos para calcular el número de raíces verdaderas (positivas) y falsas (negativas) de una ecuación en su obra sobre geometría, que abarca los fundamentos de una introducción a la teoría de las ecuaciones. Durante el siglo XVIII se continuó trabajando en la teoría de ecuaciones y en 1799 La afirmación de que toda ecuación polinómica tiene al menos una raíz en el plano complejo fue establecida por el matemático alemán Carl Friedrich Gauss (véase Número (matemáticas): Números complejos) “Ref. [45]”.

En la época de Gauss, el álgebra había entrado en su etapa moderna cuando el centro de atención pasó de las ecuaciones polinómicas al estudio de la estructura de los sistemas matemáticos abstractos, sus axiomas se basaban en cómo se comportaban los objetos matemáticos, como los números complejos, cuando eran estudiados por los matemáticos al investigar ecuaciones polinómicas. Los grupos y los cuaterniones son dos ejemplos de tales sistemas; tienen muchas de las mismas características que los sistemas numéricos, pero también divergen significativamente de ellos. En el siglo XIX, los grupos se convirtieron en una de las ideas unificadoras más significativas de las matemáticas a partir de sus orígenes como sistemas de permutaciones y combinaciones (véase Combinatoria) de las raíces de polinomios. Los matemáticos franceses Galois y Agustín Cauchy, el británico Arthur Cayley y los noruegos Niels Abel y Sophus Lie hicieron importantes contribuciones a su estudio. Los cuaterniones fueron descubiertos por el matemático y astrónomo irlandés William Rowan Hamilton, que desarrolló la aritmética de los números complejos para los cuaterniones; mientras que los números complejos son de la forma  $a + bi$ , las cuaternas son de la forma  $a + bi + cj + dk$  “Ref. [15]”.

Hermann Grassmann, matemático alemán, empezó a estudiar los vectores tras el descubrimiento de Hamilton. El físico estadounidense J. W. Gibbs consideraba que el álgebra vectorial era un sistema muy útil para los físicos a pesar de su carácter abstracto, del mismo modo que Hamilton había hecho con las cuaternas; George Boole escribió *Inquiry into the Laws of Thought* (Investigación sobre las leyes del pensamiento) como resultado del impacto generalizado de esta metodología abstracta (1854), un tratamiento algebraico de la lógica básica. Desde entonces, el álgebra moderna también

llamada álgebra abstracta ha continuado evolucionando; Todas las áreas de las matemáticas, así como muchas otras ciencias, han visto resultados y aplicaciones significativos (Burgos, 2018).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### *Población y Muestra.*

La población y a la vez muestra de la presente investigación son los estudiantes matriculados en el curso de Matemática II del II ciclo de la escuela profesional de Ingeniería civil de la UAP. Existen 52 estudiantes matriculados, distribuidos en 2 Secciones diferentes (A; B).

#### *Delimitación de la Muestra.*

La muestra DE INTERÉS está conformada por 52 estudiantes ingresantes a la E.P. de Ingeniería Civil, que tienen las características comunes siguientes:

- a) Son de extracción económica-social pequeña burguesa, con edades que fluctúan entre 17 y 25 años y de sexo masculino en un 98%, según datos existentes en sus fichas de matrículas.
- b) Mayoritariamente provienen del sector rural de Puno.
- c) Tienen índices académicos bajos, según los resultados de los exámenes de admisión a la UAP.
- d) Nunca han llevado asignaturas, seminarios o talleres de matemática, mediante un software matemático MAPLE como parte de plan de estudios de Educación Secundaria.
- e) Tienen poco hábito de práctica de la matemática y su capacidad de resolución de problemas es baja, conforme se constató con la pre-prueba de matemática administrada.

La muestra de estudio o muestra accesible, está conformada por la totalidad de los estudiantes (52) ingresantes a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de las secciones A y B respectivamente. Como esta muestra de estudio es representativo o típico de la población de interés o población objetivo en lo que respecta a las características arriba mencionadas, los resultados o datos obtenidos se generalizaron a esta población “Ref. [3]”.

Además, es necesario tener en cuenta que “las inferencias estadísticas sobre datos de población sólo revisten sentido práctico si ésta es relativamente pequeña” “Ref. [8]”, como ocurre con nuestra población de estudio.

De otro lado, el diseño cuasi experimental requirió este tipo de estudio, pues en el experimento no interesó tanto una representatividad absoluta o exacta de sujetos de una población, sino una cuidadosa selección de sujetos con las características especificadas previamente en el planteamiento del problema.

#### *Muestra de Estudio*

Semestre y Grupo	Varones	Mujeres	Total de alumnos	%
II “A”	15	12	27	100%
II “B”	17	8	25	100%

Fuente: Nómina de matrículas de la E.P. IC UAP Puno 2017

### IV. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

#### *Tipo de Investigación*

El tipo de investigación que corresponde al estudio es el EXPERIMENTAL, dado que se manipula una de las variables la cual está representada por el nivel de conocimiento y aplicación del Software MAPLE para el aprendizaje de ECUACIONES LINEALES en los estudiantes de ingeniería Civil de la Universidad Alas Peruanas filial Puno.

#### *Diseño de investigación.*

Cuasi - Experimental una prueba de entrada y una prueba de salida, con grupos no aleatorios, se aplica a ambos grupos una prueba de entrada, en el grupo experimental se desarrolló actividades de aprendizaje con el software MAPLE, finalmente se tomó una prueba de salida a ambos grupos, se comparó en nivel de aprendizaje en ambos grupos, al final del experimento.

El diseño presenta el siguiente esquema:

GE: PE..... (X).....PS

GC: PE.....PS

Donde:

GE: Grupo Experimental

GC: Grupo Control

PE: Prueba de Entrada

PS: Prueba de Salida

X: Tratamiento Experimental

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left[ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

Donde:

$\alpha$ : Coeficiente de Alfa de Cronbach

$S_i^2$ : Sumatoria de Varianzas de los Ítems

$ST^2$ : Varianza de la suma de los Ítems

K: El número de Ítems

### V. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

#### *Técnica*

**La evaluación:** Esta técnica se usó para determinar el nivel de aprendizaje de sistemas de ecuaciones lineales que tienen los alumnos del grupo experimental y grupo control antes de aplicado el experimento.

#### **Instrumento:**

*Prueba entrada y de Salida*

Se aplicó al grupo experimental y de control, después de haber aplicado el experimento y poder determinar el nivel del aprendizaje de sistemas de ecuaciones lineales en los estudiantes de ingenierías de la Universidad Alas Peruanas filial Puno, el mismo que tiene la siguiente escala de medición.

- Deficiente de 00 a 10 pts.
- Regular de 11 a 13 pts.
- Bueno de 14 a 16 pts.
- Excelente de 17 a 20 pts.

## VI. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

El procesamiento de datos se realizó en computadora con ayuda del Software Estadístico SPSS versión 22, y en la hoja electrónica Excel.

Distribución porcentual de los datos en cuadros estadísticos:

Se realizó la distribución de los datos en cuadros de distribución de frecuencias de doble entrada, los que sirven

para determinar los porcentajes en cada una de las categorías establecidas en los Instrumentos de medición.

*Estadística Descriptiva:*

Se usaron las estadísticas, más conocidas para un mejor entendimiento de los resultados los cuales tienen las siguientes formulas:

*Media Aritmética:*

Donde:

$\Sigma$  = Sumatoria de los datos a considerar

$X_i$  = dato considerado

$n$  = número de datos a considerarse

*Desviación estándar:*

Se hizo uso de la desviación estándar para medir la variabilidad promedio de las observaciones alrededor de la media aritmética. Mediante la siguiente formula:

Desviación estándar muestral.

## VII. RESULTADOS

TABLA 1: Comparación de los resultados de la investigación antes del tratamiento en el grupo control y experimental en estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Escala	Notas	Estudiantes del Grupo Control	Estudiantes del Grupo Experimental
En Inicio de aprendizaje	[0-10]	23	22
En proceso de aprendizaje	]10-13]	4	3
Logro de aprendizaje	]13-17]	0	0
Logro destacado de aprendizaje	]17-20]	0	0
Total		27	25

Fuente: Datos obtenidos de la prueba de entrada del Grupo Control y Experimental

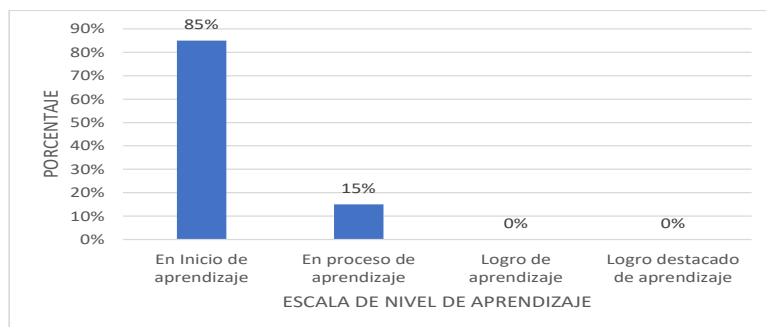


Figura 1. Resultados de la investigación de la prueba de entrada antes del tratamiento en el grupo control de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Figura 1. Resultados de la investigación de la prueba de entrada antes del tratamiento en el grupo control de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil

En la tabla 1: indica que el grupo control y el grupo experimental antes del tratamiento se encuentran en igualdad

de condiciones en el tema de sistemas de ecuaciones lineales, además no existen diferencias relevantes en el promedio

general de ambos grupos, antes de aplicar el software Maple a la resolución de sistemas de ecuaciones lineales. De este modo se está garantizando la validez interna de la investigación.

De acuerdo con los resultados conseguidos en la prueba de entrada existe homogeneidad de conocimientos previos en la resolución de problemas de sistemas de ecuaciones lineales. Lo que significa que los estudiantes en ambos grupos control y experimental inician en igualdad de condiciones, puesto que

así muestran las estadísticas después de la aplicación de prueba de entrada, lo cual tiene mucha similitud con el trabajo realizado por “REf. [16]”.

Se observa que la mayoría de los estudiantes que conforman la población se encuentra en inicio de aprendizaje, sin embargo, existe también un porcentaje representativo en proceso de aprendizaje.

TABLA II: Resultados de la investigación de la **prueba de salida** después del tratamiento del **grupo control** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Escala	Notas	Fi	%
En inicio de aprendizaje	[0-10]	4	15%
En proceso de aprendizaje	]10-13]	17	63%
Logro de aprendizaje	]13-17]	6	22%
Logro destacado de aprendizaje	]17-20]	0	0%
Total		27	100%

Fuente: Datos obtenidos de la **prueba salida del grupo Control**

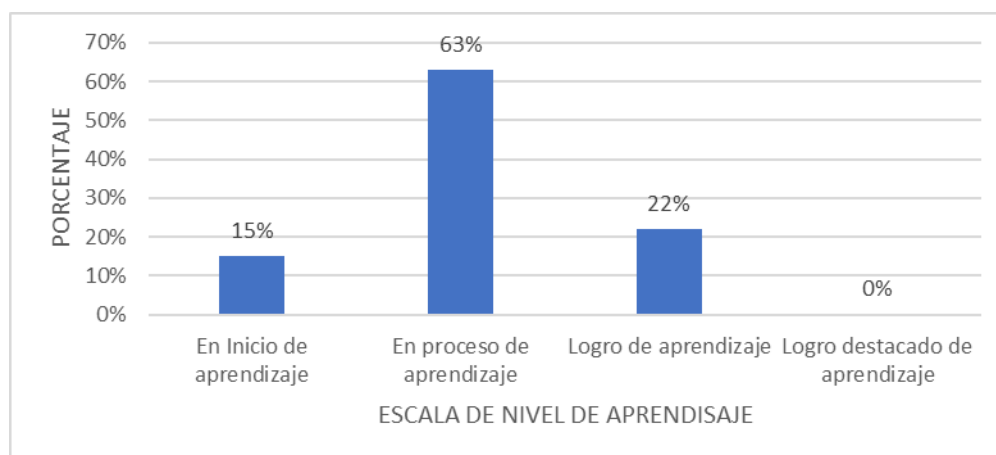


Figura 2. Resultados de la investigación de la prueba de salida después del tratamiento en el grupo control de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

En la tabla 2, se observa las calificaciones logradas en la prueba de salida del Grupo Control donde 4 estudiantes obtuvieron notas que se encuentran en la escala de calificación [0-10] lo cual indica que el 15% del total, están en inicio de aprendizaje; 17 estudiantes obtuvieron notas que se encuentran en la escala de calificación <10-13] lo que indica que el 63% del total se encuentra en proceso de

aprendizaje; 6 estudiante obtuvo la nota que se encuentra en la escala de calificación <13-17] lo cual implica que el 22% del total se encuentra dentro del logro de aprendizaje; y por último se observa que no existe ningún estudiante con nota que este en la escala de calificación <17-20] el cual indica no existe estudiantes con logros destacados de aprendizaje.

TABLA III: Resultados de la investigación de la **prueba de salida** después del tratamiento del **grupo experimental** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Escala	Notas	Fi	%
En inicio de aprendizaje	[0-10]	2	8%
En proceso de aprendizaje	<10-13]	5	20%



Logro de aprendizaje	<13-17]	16	64%
Logro destacado de aprendizaje	<17-20]	2	8%
Total		25	100%

Fuente: Datos obtenidos de la **prueba de salida del Grupo Experimental**

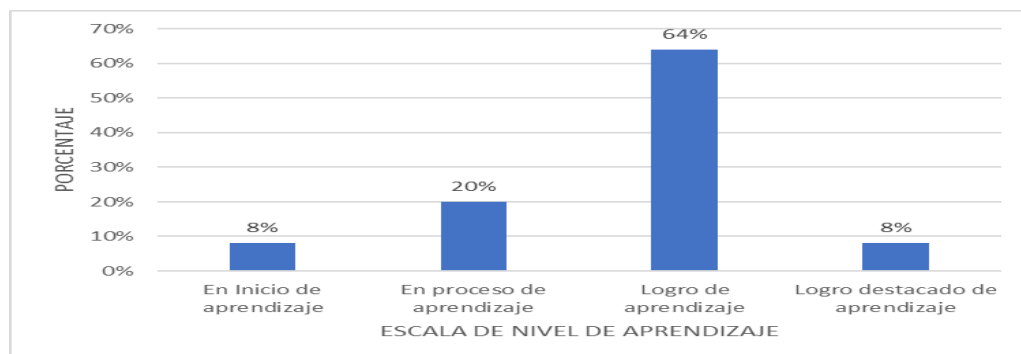


Figura 3. Resultados de la investigación de la prueba de salida después del tratamiento en el grupo experimental

En la tabla 3, se observa que las calificaciones alcanzadas en la prueba de salida del Grupo Experimental donde 2 estudiantes obtuvieron notas que se encuentran en la escala de calificación [0-10] lo cual indica que el 8% del total, están en inicio de aprendizaje; 5 estudiantes obtuvieron notas que se encuentran en la escala de calificación [10-13] lo que indica que el 20% del total se encuentra en proceso de aprendizaje;

16 estudiantes obtuvieron la nota que se encuentra en la escala de calificación [13-17] lo cual implica que el 64% del total se encuentra dentro del logro de aprendizaje; y por último se observa que 2 estudiante que obtuvo nota que este en la escala de calificación [17-20] el cual indica que el 8% del total ubicándose en la escala de logro destacado del aprendizaje.

TABLA IV: Comparación de los resultados de la investigación después del tratamiento en el grupo control y experimental en estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Escala	Notas	Estudiantes del grupo control	Estudiantes Del grupo experimental
En inicio de aprendizaje	[0-10]	4	2
En proceso de aprendizaje	<10-13]	17	5
Logro de aprendizaje	<13-17]	6	16
Logro destacado de aprendizaje	<17-20]	0	2
Total		27	25

Fuente: Datos obtenidos de la prueba de entrada y salida en el Grupo Control y Experimental

En la tabla 4, se observa que los estudiantes en el tema de los sistemas de ecuaciones lineales reales utilizando Maple, la nota media final del Grupo Experimental es mayor que la media final del Grupo Control, Por lo tanto, se confirma que cuando se utiliza Maple en el Grupo Experimental, es evidente que este grupo aprende más eficazmente que el Grupo Control.

De acuerdo con los resultados obtenidos del presente estudio existe una relación directa entre el uso de estrategias

de enseñanza en este caso recursos informáticos para promover la adquisición de los conocimientos. Lo que significa que los estudiantes que utilizan recursos informáticos tienen mejor desempeño al resolver problemas relacionados con los sistemas de ecuaciones lineales, tal como lo menciona "REf. [25]" respecto de las ventajas del uso de recursos informáticos.

Se observa que la mayoría de los estudiantes de la población que conforma el grupo experimental se encuentran

en el nivel de logro de aprendizaje, mientras que los estudiantes del grupo control, la mayoría de ellos se encuentra en proceso de aprendizaje. Lo cual tiene mucha similitud con la mayoría de los trabajos de investigación mencionados en los antecedentes tales como: “Ref. [48]” que en su conclusión afirma que el rendimiento académico de los estudiantes mejora con el uso del software Matlab, asimismo “Ref. [55]” propone el uso del software Maple para resolver sistemas de ecuaciones lineales y cuadráticas, que resulta ser una herramienta didáctica ventajosa y novedosa para potenciar el aprendizaje de los estudiantes con una técnica innovadora e interactiva.

### CONCLUSIONES

- Una vez realizado la evaluación de la hipótesis general a través de Z calculada  $Z_c$  con un 95% de confianza se demostró que la aplicación del software Maple a la resolución de sistemas de ecuaciones lineales, mejora significativamente su aprendizaje y generan efectos estadísticamente significativos sometidos a un tratamiento cuasi-experimental. Esto muestra que el uso de recurso informático adoptado es un factor que permite mejorar la enseñanza de la matemática.

- El aprendizaje sometido a evaluación en los dos grupos control y experimental de la investigación dan cuenta que el grupo experimental superó en las calificaciones del aprendizaje al grupo control. Ello equivale decir que los estudiantes del grupo experimental están en mejor capacidad de resolver un problema de sistemas de ecuaciones lineales lo cual implica su manejo conceptual y procedimental.

- Después de haber evaluado las hipótesis específicas se comprobó la eficacia de la aplicación del Maple en el aprendizaje procedimental y conceptual en la resolución de ejercicios y problemas del curso de Álgebra Lineal, ya que los estudiantes volvieron a repasar los conceptos para realizar la prueba, motivados por el nuevo recurso, produciéndose como consecuencia mejores resultados en la resolución de los problemas propuestos.

- Es visible la eficacia de Maple a la luz de los resultados obtenidos en el aprendizaje de los sistemas de ecuaciones lineales tal como muestran los resultados del grupo experimental sobre el grupo control en el examen de salida, en tiempos y grado de acierto, especialmente en los ejercicios que necesitan de mayor número de operaciones.

### RECOMENDACIONES

-Se recomienda a los docentes, el uso los recursos informáticos como recurso didáctico para incrementar los niveles de aprendizaje de sistemas de ecuaciones lineales en estudiantes del nivel superior universitario y demás niveles, en vista que se ha llegado a comprobar que su carácter interactivo y dinámico permite mejorar la capacidad de resolver problemas matemáticos diversos.

- Se sugiere a los docentes incluir el uso del software Maple para trabajar otros conceptos matemáticos, en vista que

constituye una herramienta eficaz para incrementar el nivel de aprendizaje fortaleciendo a su vez la expresión de comportamientos más autónomos al momento de expresar conjeturas y verificarlas mediante operaciones interactivas.

- Para que la aplicación del software Maple tenga los efectos deseados en el aprendizaje conceptual y procedimental, es decir mejorar su capacidad de resolver problemas con la aplicación del Maple, es necesario que el docente convine su experiencia profesional con su desempeño activo y amplio en el salón de clases.

- Incentivar y crear mecanismos para que los docentes de matemáticas emprendan a fomentar el uso de esta herramienta tecnológica en los estudiantes dentro de su formación profesional en las diversas actividades que realiza dentro y fuera de las instituciones educativas. Además, crear pequeños grupos de discusión en aspectos sencillos y tangibles en la clase de matemáticas, los cuales ayudaran a profundizar su manejo.

### REFERENCIAS

- [1] Aguilar, I., Ayala, J., Lugo, O., & Zarco, H. (2014). Análisis de criterios de evaluación para la calidad de los materiales didácticos digitales. Revista CTS, <http://www.scielo.org.ar/pdf/cts/v9n25/v9n25a05.pdf>
- [2] al Khwarizmi, A. (1831). The Algebra of Mohammed ben Musa. traducción (Friedrich).
- [3] Alcantud, J., López, L., & Rodríguez, C. (2007). Maple herramienta didáctica para la enseñanza de la estadística en economía. Jornadas de Innovación. Educativa <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2923603>
- [4] Alega, L. (2023). Definición de Recurso (informático). ALEGSA.Com.Ar. <https://www.alegsa.com.ar/Dic/recurso.php#gsc.tab=0>
- [5] Arcavi, A., & Andas, N. (2003). El computador como medio de aprendizaje. Colombia: Grupo EM&NT. <https://ciaem-iacme.org/wp-content/uploads/2022/04/Computer-mediated-en-castellano.pdf>
- [6] Area, M. (2009). Introducción a la tecnología educativa. Colombia: Grupo EM&NT.
- [7] Asis, E. H. (2015). Aplicación del software MATLAB como instrumento de enseñanza de matemática I en los estudiantes del I ciclo de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Ciencias y Humanidades 2013-II [Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle]. <http://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/962>
- [8] Ausubel, D. (1999). La Teoría del aprendizaje significativo.
- [9] Ausubel, P. (1960). The journal of educational psychological rewview. 95.
- [10] Barriga, A., & Hernández, R. (2001). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Lima: Editorial Premium. [https://dfa.edomex.gob.mx/sites/dfa.edomex.gob.mx/files/files/2\\_estrategias-docentes-para-un-aprendizaje-significativo.pdf](https://dfa.edomex.gob.mx/sites/dfa.edomex.gob.mx/files/files/2_estrategias-docentes-para-un-aprendizaje-significativo.pdf)
- [11] Bates, A. W. (1999). La tecnología en la enseñanza abierta y la educación a distancia. Mexico: Trillas
- [12] Bermeo, O. (2017). Influencia del Software Geogebra en el aprendizaje de graficar funciones reales en estudiantes del primer ciclo de la Universidad Nacional de Ingeniería – 2016 [Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/5190>
- [13] Boc, H. L. (2013). La aplicación del software en la enseñanza de la matemática y su influencia en el rendimiento académico [Universidad San Carlos de Guatemala]. <https://docplayer.es/55058458-La-aplicacion-del-software-en-la-ensenanza-de-la-matematica-y-su-influencia-en-el-rendimiento-academico.html>
- [14] Brito, R. y Dias, P. (2016). La tecnología digital, aprendizaje y educación; prácticas y percepciones de niños menores de 8 años y sus padres. Revista de La Facultad de Educación de Albacete, 31(2).
- [15] Burgos, E. L. (2018). Historia de los sistemas de ecuaciones lineales [Universidad de la Salle].



- <https://www.studocu.com/co/document/universidad-de-la-salle-colombia/algebra-lineal/historia-de-los-sistemas-de-ecuaciones-lineales/5492368>
- [16] Cabrera, E. (2017). El Matlab en el aprendizaje de las derivadas de funciones reales. UNA: Puno. [https://www.researchgate.net/publication/324022960\\_EL\\_MATLAB\\_EN\\_EL\\_APRENDIZAJE\\_DE\\_DERIVADAS\\_DE\\_FUNCIONES\\_REALES\\_EN\\_ESTUDIANTES\\_DE\\_MEDICINA\\_VETERINARIA\\_Y\\_ZOOTECNIA\\_DE\\_LA\\_UNIVERSIDAD\\_NACIONAL\\_DEL\\_ALTIPLANO](https://www.researchgate.net/publication/324022960_EL_MATLAB_EN_EL_APRENDIZAJE_DE_DERIVADAS_DE_FUNCIONES_REALES_EN_ESTUDIANTES_DE_MEDICINA_VETERINARIA_Y_ZOOTECNIA_DE_LA_UNIVERSIDAD_NACIONAL_DEL_ALTIPLANO)
- [17] Cabrera, 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 [Universidad Nacional del Altiplano]. <https://doi.org/DOI: 10.26788/riepg.2018.1.72>
- [18] Castellanos, I. M. (2010). Visualización y Razonamiento en Las Construcciones Geometricas Utilizando El Software Geogebra Con Alumnos de II Magisterio de la E.N.M.P.N. [Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán]. <https://es.scribd.com/document/305340077/Visualizacion-y-Razonamiento-en-Las-Construcciones-Geometricas-Utilizando-El-Software-Geogebra-Con-Alumnos-de-II-de-Magisterio-de-La-Enmpn#>
- [19] Condor, M. A. (2013). La aplicacion de las tecnologias de informacion y comunicacion en el aprendizaje de la matematica de los estudiantes de quinto grado de secundaria de la institucion educativa Na 1228 Leoncio Prado de Vitarte [Universidad Nacional de Educacion Enrique Guzman y Valle]. <https://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/994>
- [20] Contreras, C. (2017). Aplicación de GeoGebra para mejorar el aprendizaje de transformaciones en el plano de los estudiantes del nivel secundario – Lima, 2017 [Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/14140>
- [21] Diofanto, A. (2007). La Aritmética y el libro Sobre los números poligonales (Editorial Nivola (ed.)).
- [22] Flores, P., Ramírez, R., & Del Río, A. (2015). Sentido espacial. Enseñanza y Aprendizaje de Las Matemáticas En Educación Primaria. [http://funes.uniandes.edu.co/23176/1/2015\\_Sentido\\_espacial\\_preprint.pdf](http://funes.uniandes.edu.co/23176/1/2015_Sentido_espacial_preprint.pdf)
- [23] García, F., Campos, R. A., & Astroza, H. C. (2013). Desarrollo de competencias a través de objetos de aprendizaje. RED. Revista de Educación a Distancia. <https://www.redalyc.org/pdf/547/54725668005.pdf>
- [24] Guachun, F. (2016a). Aplicacion e impacto de las TICs en la enseñanza de las matematicas: una revision sistematica. ecuador: Universidad de Cuenca
- [25] Guachun, F. (2016b). Aplicacion e impacto de las TICs en la enseñanza de las matematicas: una revision sistematica [Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/25234>
- [26] Guerra, A. A. (2017). Propuesta para la enseñanza de sistema de ecuaciones lineales. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/11419/andresanibalguerragonzalez.2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [27] Guillen, J. G., & Briceño, J. L. (2011). Software educativo como apoyo en el proceso enseñanza aprendizaje de las variaciones y permutaciones [Universidad de los Andes]. [http://bdigital.uva.edu/storage/pdftesis/pregrado/tde\\_arquivos/26/TDE-2012-09-19T08:11:41Z-1678/Publico/guillenjose\\_bricenojorge.pdf](http://bdigital.uva.edu/storage/pdftesis/pregrado/tde_arquivos/26/TDE-2012-09-19T08:11:41Z-1678/Publico/guillenjose_bricenojorge.pdf)
- [28] Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). Metodología de investigación (S. A. D. C. . México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES (ed.); sexta edic). <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- [29] Kerlinger, F. N. (1999). Investigación del comportamiento (4ta Edic.). <https://padron.entretemas.com.ve/INICC2018-2/lecturas/u2/kerlinger-investigacion.pdf>
- [30] Laura, J. C. (2014). Aplicación del software DERIVE para el aprendizaje del álgebra lineal en los estudiantes de ingenierías de la Universidad Nacional del Altiplano de la Ciudad de Puno en el Año 2012 [Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/468>
- [31] López, J. y Valdez, A. (2012). Método de Gauss-Jordan. Artículo Expositorio. <http://lya.fciencias.unam.mx/jele/AnaNumI.Pgd2014.2/Lecturas/SELAs/Lpze,Je.EtAl.1996.GaussJordan.AportMatsSerCom18.pdf>
- [32] Lopez, R. C. (2014). Resolucion de problemas de calculo meddiantre nuevas tecnologías. [Universidad de Granada]. <https://digibug.ugr.es/handle/10481/34712>
- [33] Marquez, P. (2000). Competencias básicas en la sociedad de la información.la alfabetización digital. roles de los estudiantes hoy. Departamento de Pedagogía Aplicada, Facultad de Educación, UAB. <https://www.peremarques.net/competen.htm>
- [34] Martínez, J. (2004). El papel del tutor en el aprendizaje virtual. Barcelona: Universidad Oberta de Catalunya.
- [35] Mendez, J. (2004). Impacto del uso de Maple en el proceso de enseñanza y aprendizaje del álgebra lineal. SUMA. <http://funes.uniandes.edu.co/7243/>
- [36] Merino, M., & Valido, F. (2007). Matemática financiera con MATLAB. Revista de Métodos Cuantitativos Para La Economía y La Empresa. <https://www.redalyc.org/pdf/2331/233117223003.pdf>
- [37] MINEDU. (2010). Sistema de evaluación de los aprendizajes. Ministerio de Educación. <http://www.minedu.gob.pe/superiorpedagogica/producto/sistema-de-evaluacion-de-los-aprendizajes/>
- [38] Morales, E. (2015). Desarrollo de competencias a través de objetos de aprendizaje. Revista de Educación a Distancia (RED). <https://revistas.um.es/red/article/view/233721>
- [39] Moreira, M. A. (2007). Mapas conceptuales y aprendizaje significativo. Instituto de Física UFRGS.
- [40] Moreno, R. (2023). Historia de las Matemáticas. DivulgaMat. <https://virtual.uptc.edu.co/ova/estadistica/docs/autores/pag/mat/Kamil.asp.htm>
- [41] Mosterín, J. (2006). La naturaleza humana. Espasa Calpe. file:///C:/Users/epig/Downloads/10750-Texto del artículo-51779-1-10-20180115.pdf
- [42] Pizarro, R. (2009). Las TICs en la enseñanza de las matematicas. Buenos Aires: Universidad Nacional de La Plata.
- [43] Polya, G. (1985). How to solve it. New York: Trillas.
- [44] Porcel, T. (2016). Aprendizaje colaborativo, procesamiento estratégico de la información y rendimiento académico en estudiantes de la Facultad de Educación de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, 2015 [Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. [https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/5696/Porcel\\_mt.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/5696/Porcel_mt.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- [45] Profesor en Línea. (2015). Historia del álgebra. Profesorenlinea@vtr.Net. <https://www.profesorenlinea.cl/matematica/AlgebraHistoria.htm>
- [46] Pumacallahui, E. (2015). El uso de los softwares educativos como estrategia de enseñanza y el aprendizaje de la geometría en los estudiantes de cuarto grado del nivel secundario en las instituciones educativas de la provincia de Tambopata-región de Madre de Dios -2012. [Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle]. <https://scholar.google.com/citations?user=pqODVnMAAAAJ&hl=en>
- [47] Pustilnik, I. y Gómez, F. (2017). Matrices. Algebra y Geometria Analítica UTN.BA. <https://aga.frba.utn.edu.ar/matrices/>
- [48] Quiróz, F. (2018). Efectos del Matlab sobre el rendimiento académico en estudiantes de Matemática de la U.N.M.S.M., 2017 [Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/18802>
- [49] Quispe, E. (2018). El GeoGebra como recurso didáctico para el aprendizaje de ecuaciones cuadráticas en docentes de educación secundaria de la ciudad de Puno, 2018 [Universidad Nacional del Altiplano]. <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/8310>
- [50] Ramírez, E., & Soplin, C. A. (2017). Aplicación del software Matlab como instrumento de enseñanza de matemática en estudiantes del I ciclo de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana 2017. Universidad Nacional De La Amazonía Peruana.
- [51] Rosales, G. R. (2010). Uso de Matlab para la enseñanza y el aprendizaje del álgebra lineal con estudiantes de ingeniería de la Universidad de Caldas. Revista Ingeniería Solidaria. file:///C:/Users/epig/Downloads/manfred,+Art+07+Vol+6-N10-11.pdf
- [52] Saavedra, A. O. (2013). El diseño de un software educativo para el aprendizaje de funciones matemáticas en la institución educativa Rozo-Palmira [Universidad de la Amazonia Peruana]. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/32477/7811019.2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- [53] Sarmiento, M. (2007). La enseñanza de las matemáticas y las NTIC. una estrategia de formación permanente. UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI. [https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8927/D-TEISIS\\_CAPITULO\\_2.pdf](https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8927/D-TEISIS_CAPITULO_2.pdf)
- [54] Serra, J., Lucio, J. H., Cifuentes, V., & Cifuentes, P. (1991). Addlink Software Científico,S.L. Linked In.
- [55] Teran, E. (2016). El uso del software “maple” como herramienta didáctica para la resolución de sistemas de ecuaciones lineales y cuadráticas y su incidencia en el desarrollo de destrezas con criterio de desempeño en el aprendizaje en los estudiantes [Universidad Tecnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/5432>
- [56] Ticona, R. (2010). Eficiencia de métodos aproximados con software matemática en la determinación de raíces de ecuaciones no lineales en estudiantes de Ingeniería-UNA Puno. Universidad Nacional Del Altiplano.
- [57] UNESCO. (2007). Normas UNESCO sobre Competencias en TIC para Docentes Versión final 3.0. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, Place de Fontenoy. [https://www.campuseducacion.com/blog/wp-content/uploads/2017/02/Normas\\_UNESCO\\_sobre\\_Competencias\\_en\\_TIC\\_para\\_Docentes.pdf](https://www.campuseducacion.com/blog/wp-content/uploads/2017/02/Normas_UNESCO_sobre_Competencias_en_TIC_para_Docentes.pdf).