



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

“EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL
PROGRAMA EXCEL EN EL
APRENDIZAJE DEL CÁLCULO
MATRICIAL DEL CURSO DE
MATEMÁTICA I EN LA ESCUELA
SUPERIOR DE TECNOLOGÍA SENATI,
LIMA 2017”

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAESTRO EN DOCENCIA PROFESIONAL
TECNOLÓGICA

JOSE FRANCISCO AVALO CHAVEZ
JULIO ERNESTO NAJARRO BELLIDO

LIMA - PERÚ

2024

ASESOR

Mg. Efraín Ticona Aguilar

JURADO DE TESIS

DRA. ALEJANDRINA GONZALES OCHOA

PRESIDENTE

MG. MARIANELLA ZEÑA SENCIO

VOCAL

MG. ALEJANDRO CHARRE MONTOYA

SECRETARIO

DEDICATORIA

A mi familia por su amor incondicional y su comprensión durante los momentos de estrés y dedicación. Su apoyo emocional ha sido un pilar fundamental en mi vida y en la culminación de este proyecto.

José Avalo Chávez

A mi esposa e hijos por su amor incondicional y su comprensión durante todos los momentos difíciles que enfrente en mi camino académico. Su apoyo ha sido un pilar esencial en mi vida y en la culminación de esta tesis.

Julio Najarro Bellido

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecemos a Dios por permitirnos alcanzar este sueño tan deseado y brindarnos sabiduría para resolver situaciones difíciles, asimismo, a nuestra familia por su apoyo moral e incondicional a lo largo de todo este proceso.

José Avalo Chávez y Julio Najarro Bellido

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

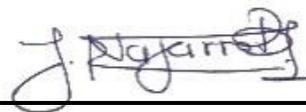
Tesis autofinanciada

Declaración de Autor

DECLARACIÓN DE AUTOR			
FECHA	30	MAYO	2021
APELLIDOS Y NOMBRES DEL EGRESADO	Bach. AVALO CHÁVEZ, José Francisco Bach. NAJARRO BELLIDO, Julio Ernesto		
PROGRAMA DE POSGRADO	MAESTRÍA EN DOCENCIA PROFESIONAL TECNOLÓGICA		
AÑO DE INICIO DE LOS ESTUDIOS	2016		
TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE GRADO	“EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA EXCEL EN EL APRENDIZAJE DEL CÁLCULO MATRICIAL DEL CURSO DE MATEMÁTICA I EN LA ESCUELA SUPERIOR DE TECNOLOGÍA SENATI, LIMA 2017”		
MODALIDAD DE TRABAJO DE GRADO	Tesis		
Declaración del Autor			
El presente Trabajo de Grado es original y no es el resultado de un trabajo en colaboración con otros, excepto cuando así está citado explícitamente en el texto. No ha sido ni enviado ni sometido a evaluación para la obtención de otro grado o diploma que no sea el presente.			
Teléfono de contacto (fijo / móvil)	Avalo Chávez, José Francisco 955 370 275 Najarro Bellido, Julio Ernesto 990 116 144		
E-mail	jose.avaloc@upch.pe julio.najarrob@upch.pe		



Firma
Nombre: Avalo Chávez, José Francisco
DNI:25814842



Firma
Nombre: Najarro Bellido, Julio Ernesto
DNI:08497812

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	
ABSTRACT	
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Planteamiento del problema.....	6
1.3. Justificación del estudio	8
1.4. Pregunta de investigación	10
II. OBJETIVOS	10
2.1. Objetivo general.....	10
2.2. Objetivos específicos	11
III. HIPÓTESIS	11
3.1. Hipótesis general.....	11
3.2. Hipótesis específicas	11
IV. MARCO TEÓRICO	13
4.1 ¿Qué es aprender?	13
4.2 Teorías.....	13
4.3. ¿Qué significa aprender matemática?	14
4.4. Programa Excel	17
4.5. El Cálculo Matricial.	24
V. METODOLOGÍA	39
5.1. Enfoque, Tipo y diseño de investigación	39
5.2. Población y muestra	41
5.3. Procedimientos y Técnicas	47
5.4. Plan de análisis.....	53
5.5. Consideraciones éticas	54
VI. RESULTADOS	56
6.1. Prueba de normalidad	56
6.2. Desarrollo de objetivos e hipótesis	57
VII. DISCUSIÓN	64
VIII. CONCLUSIONES	73
IX. RECOMENDACIONES	75

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
XI. ANEXOS	83
Anexo 1: Instrumentos de investigación.....	83
Anexo 2: Matriz de consistencia.....	110
Anexo 3: Evaluación por criterio de jueces expertos.....	112
Anexo 4: Carta de consentimiento	167
Anexo 5: Matriz de operacionalización.	170
Anexo 6: Base de datos del grupo experimental (1) y control (2) para ser procesado con el SPSS.....	173
Anexo 7. Otras evidencias	175

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Funciones matemáticas en Excel para el cálculo matricial.....	20
Tabla 2 Operaciones creadas con Excel para el cálculo matricial.	20
Tabla 3 Formulización del diseño experimental	40
Tabla 4 Datos de la muestra.	42
Tabla 5 Operacionalización de la variable.....	44
Tabla 6 Promedio de Notas obtenido en el grupo experimental y control.....	49
Tabla 7 Relación de Jurados expertos.....	50
Tabla 8 Validación del instrumento para medir la pertinencia, relevancia y claridad del instrumento.....	52
Tabla 9 Análisis de normalidad (Shapiro Wilk) para la variable aprendizaje del cálculo matricial y sus dimensiones.....	56
Tabla 10 Prueba T-Students para muestras independientes del post-test del GC y GE en relación al aprendizaje del cálculo matricial.....	57
Tabla 11 Resultados de la prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes del post-test del GC y GE en la dimensión 1 operaciones básicas con matrices.	58
Tabla 12 Resultados de la prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes del Post -test del GC y GE en la dimensión 2 aprendizaje de determinantes de matrices.....	60
Tabla 13 Resultados de la prueba U de Mann – Whitney para muestras independientes del Post -test del GC y GE en la dimensión 3 aprendizaje de la matriz inversa.	61
Tabla 14 Resultados de la Prueba T-Students para muestras independientes del post test en la dimension 4 aprendizaje de sistemas cuadrados de ecuaciones lineales.	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Recursos de Excel para el cálculo matricial.	19
Figura 2 Formula del coeficiente de validez “V”	51

RESUMEN

El propósito planteado fue examinar el impacto del programa Excel en la comprensión del cálculo matricial en la asignatura de Matemática I en el establecimiento educativo SENATI de Independencia 2017. La metodología fue de nivel explicativo de diseño cuasiexperimental con enfoque cuantitativo. Se establecieron dos grupos: experimental y control, con 30 estudiantes en total para la muestra, distribuidos equitativamente en dos grupos. Se empleó una evaluación pre test y post test como instrumento para recolectar datos los cuales fueron validados y evaluados por el nivel de confiabilidad de Alpha de Cronbach. Los resultados del pre test en el grupo control, obtuvo en sus calificaciones una media de 2,06 y el experimental de 1,24 sin evidenciar diferencias entre ambos grupos. Sin embargo, en el análisis post-test, el grupo experimental mostró un notable incremento en sus calificaciones relacionadas con el aprendizaje del cálculo matricial, alcanzando una media de 17,00 tras la implementación del programa Excel, a diferencia del grupo control, quien obtuvo una media de 10,53. por lo tanto, se halló diferencias significativas ($\alpha = 0,00$) entre ambos grupos. determinando que el uso del software Excel tiene impacto un significativo en el aprendizaje del cálculo matricial del curso de Matemática I.

Palabras clave: Excel, aprendizaje, cálculo matricial.

ABSTRACT

The proposed purpose was to examine the impact of the Excel program on the understanding of matrix calculation in the subject of Mathematics I at the SENATI educational establishment of Independencia 2017. The methodology was explanatory level of quasi-experimental design with a quantitative approach. Two groups were established: experimental and control, with 30 students in total for the sample, distributed equally into two groups. A pre-test and post-test evaluation was used as an instrument to collect data which were validated and evaluated by the level of reliability of Cronbach's Alpha. The results of the pre-test in the control group, obtained in their grades an average of 2.06 and the experimental group of 1.24 without showing differences between both groups. However, in the post-test analysis, the experimental group showed a notable increase in their grades related to the learning of matrix calculation, reaching an average of 17.00 after the implementation of the Excel program, unlike the control group, who obtained an average of 10.53. Therefore, significant differences were found ($\alpha = 0.00$) between both groups, determining that the use of the Excel software has a significant impact on the learning of matrix calculation in the Mathematics I course.

Keywords: Excel, learning, matrix calculation.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

En antecedentes internacionales, Castro y Orjuela (2022) en su trabajo de maestría *La Lúdica Digital como Estrategia Pedagógica para el Fortalecimiento del Proceso de Aprendizaje de las Funciones Matemáticas del Programa Excel de los estudiantes del grado octavo de la Institución Educativa Ntra. Sra. Del Carmen de Barbosa*, tuvieron el propósito de analizar el impacto de la implementación de las cuatro operaciones básicas de las matemáticas a través de las funciones en el programa Excel, mediado por la lúdica digital. La metodología utilizada fue cualitativa, con un enfoque de investigación-acción pedagógica. Los resultados mostraron que los estudiantes mejoraron sus habilidades en el uso de las funciones de Excel y desarrollaron un pensamiento matemático más sólido, con un incremento del 20% en la comprensión de las operaciones matemáticas. En conclusión, la lúdica digital, junto con el uso de Excel, demostró ser una estrategia efectiva para fortalecer el aprendizaje matemático en los estudiantes, contribuyendo a su formación académica y a la adquisición de competencias tecnológicas importantes para su entorno educativo y social.

Martin y Eka (2019) en su artículo, *Desarrollar la capacidad de comprensión matemática y la confianza en sí mismos de los estudiantes con VBA para Excel*, tuvieron el propósito de mejorar la comprensión matemática y la autoconfianza de los estudiantes de secundaria utilizando juegos basados en VBA para Microsoft Excel. La metodología empleada fue de tipo cuantitativa, con un enfoque cuasiexperimental, donde se compararon dos grupos: uno experimental, que utilizó

los juegos basados en VBA, y uno de control, que recibió una enseñanza convencional. Los resultados mostraron una mejora significativa en la comprensión matemática del grupo experimental *con* un T valor de 0.006 ($p < 0.05$), con un aumento en el puntaje promedio del post test de 17.19 en comparación con 16.03 del grupo de control a través del programa Excel. Además, se observó una asociación moderada entre la comprensión matemática y la autoconfianza de los estudiantes, con un coeficiente de contingencia de 0.525. En conclusión, el uso de juegos basados en VBA para Microsoft Excel contribuyó a mejorar tanto la comprensión matemática como la autoconfianza de los estudiantes, haciendo el aprendizaje más interactivo y efectivo.

Pineda (2018) en su tesis de maestría, *Propuesta de la enseñanza de la estadística a través de la hoja de cálculo de Excel en grado décimo de la IE Santa Elena de El Cerrito, Valle del Cauca*, tuvo el objetivo de analizar el impacto de la mediación de la hoja de cálculo de Excel para la enseñanza de la Estadística en los grados décimos. La metodología fue de tipo cuantitativa, con un enfoque experimental, donde se compararon un grupo control (enseñanza tradicional) y un grupo experimental (enseñanza mediada con Excel), utilizando un diseño de pretest y post test. Los resultados mostraron un incremento significativo en el grupo experimental, con una mejora del 15% en las competencias estadísticas y un promedio superior en las pruebas post test comparado con el grupo control. En conclusión, el uso de Excel como herramienta de apoyo didáctico contribuyó a un mejor desempeño en el aprendizaje de la Estadística, facilitando la interpretación de datos y el desarrollo de habilidades críticas en los estudiantes.

Pérez (2016) en su investigación de maestría *Empleo el cálculo Excel en el desempeño escolar del curso de matemáticas de alumnos del grado noveno, centro educativo juvenil futuro nuevo; Medellín-2014*, se propuso analizar si el empleo del Excel media en el desarrollo educativo, en matemática, del estudiante en noveno grado, en la escuela Juvenil Nuevo futuro. El nivel de la investigación tuvo enfoque experimental con un modelo preexperimental. La muestra tuvo 67 estudiantes que cursan el noveno grado de secundaria. Los resultados indicaron que el porcentaje de aprobación en el curso después de la aplicación de la estrategia educativa, aumento del 20,89% al 97,01%, evidenciando su fuerte impacto en el desempeño estudiantil. Concluyendo, que utilizar el programa Excel incide de manera significativa en el desempeño académico.

Por otro lado, en los antecedentes nacionales, Rodríguez (2021) en su investigación titulada *Programa educativo Excel en la resolución de problemas en la asignatura matemática II en los estudiantes del programa de estudio de educación secundaria con especialidad en idiomas extranjeros de la universidad nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos 2019*, tuvo el propósito de evaluar el efecto del Programa Educativo Excel en la resolución de problemas en la asignatura Matemática II en estudiantes. La metodología fue de tipo evaluativo, con enfoque cuantitativo y diseño cuasiexperimental con pretest y post test. Los resultados mostraron que, tras la aplicación del programa, los estudiantes del grupo experimental mejoraron significativamente en la resolución de problemas, con un promedio de 11,12 en comparación con 7,66 en el grupo control. En las dimensiones de resolución de problemas con matrices y funciones básicas, se observaron mejoras significativas. En conclusión, el Programa Educativo Excel contribuyó a mejorar la

resolución de problemas en Matemática II, con una significancia estadística de $p\text{-valor} = 0.000 < \alpha = 0.05$, lo que permitió aceptar la hipótesis alternativa.

Fernández y Roca (2019) en su investigación *Aplicación del Excel para el aprendizaje del álgebra lineal de los estudiantes de quinto año de nivel secundaria de la I. E. P. San Isidro, de Puerto Maldonado, 2018*, tuvo el propósito de verificar la efectividad del uso de Excel en el aprendizaje del álgebra lineal en estudiantes de quinto año de secundaria. La metodología empleada fue cuasiexperimental con un enfoque cuantitativo, aplicando un pretest y un post test a una muestra de 20 estudiantes. Los resultados mostraron que, tras la intervención, el 90% de los estudiantes alcanzaron el nivel de logro esperado, mientras que un 5% logró un desempeño destacado. En cuanto a los conocimientos de álgebra lineal, el 80% alcanzó el logro esperado tras el uso de Excel. Las conclusiones indican que el uso de Excel tuvo una influencia significativa en el aprendizaje de los estudiantes, mejorando sus habilidades en la resolución de problemas de álgebra lineal, asimismo influyó en sus dimensiones, conocimiento de matriz inversa (65% en proceso en pre test y 80% en logro esperado en el post test), conocimiento de determinantes (60% en inicio en pre test y 85% en logro esperado en el post test), conocimiento de ecuaciones lineales (60% en inicio en pre test y 65% en logro esperado en el post test).

Guillén (2018) en su investigación de maestría, *Aplicación del Programa Excel en la resolución de Ejercicios de Matrices de la Asignatura de Matemática II en los Estudiantes del Instituto Superior Daniel A. Carrión, Lima 2014*, tuvo el propósito principal de establecer en qué medida la aplicación del programa Excel

influyó en la resolución de ejercicios de matrices de la asignatura de Matemática II en estudiantes del Instituto Superior. La metodología utilizada fue de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo y diseño cuasiexperimental. La muestra incluyó a 64 estudiantes, divididos en un grupo experimental y un grupo de control. Los resultados mostraron que, tras la aplicación del programa Excel, el grupo experimental mejoró significativamente su rendimiento en la resolución de matrices con un promedio de 14.33 frente al 11.30 del grupo de control. El análisis estadístico con la prueba t de Student confirmó que el programa Excel influyó significativamente en la resolución de ejercicios de matrices ($p < 0.05$), asimismo, en las dimensiones resolución de operaciones con matrices pasando de un 11.28 a un 16.00 de promedio, resolución de determinantes hubo una mejora en los promedios pasando del 9.28 de promedio a un 13.64, resolución de ecuaciones lineales pasando del 10.09 de promedio a un 13.16. En conclusión, el uso de Excel facilitó la mejora en el rendimiento de los estudiantes, destacándose su impacto en la resolución de matrices, determinantes y sistemas de ecuaciones lineales con determinantes.

Farfán (2017) en su trabajo de licenciatura *Nivel de competencia de Microsoft Excel en el taller de Computación del área de Educación para el trabajo para los estudiantes del quinto año de educación secundaria de la institución educativa N.º 2088 República Federal de Alemania, San Martín de Porres, 2016*. Tuvo como objetivo evaluar el grado de habilidad en el uso de Excel en el curso de Computación para el alumnado del último año de secundaria. La investigación fue descriptiva con un diseño transversal no experimental. La muestra incluyó a 75 alumnos de último año de secundaria. Los datos obtenidos indicaron que en

promedio el 53% de los alumnos está en la fase inicial, el 42% se encontró en el tramo de proceso y el 7% está en la fase de éxito. Se concluye que la amplia mayoría de alumnos no maneja adecuadamente el Excel.

Díaz (2015) en su tesis de maestría, *Influencia del programa Excel 15.0 como Herramienta pedagógica en el aprendizaje en el Área de Matemáticas de los Alumnos del Primer grado de la I.E. San Santiago, Distrito de Huasmín - Celendín, 2014*, tuvo el propósito de determinar la influencia del programa Excel 15.0 como herramienta pedagógica en el aprendizaje del sistema de números racionales en los alumnos. La metodología empleada fue de tipo cuasiexperimental con enfoque cuantitativo, utilizando preprueba y posprueba en un grupo experimental y un grupo control. Los resultados demostraron que el Grupo Experimental mejoró significativamente en comparación con el Grupo Control, alcanzando un incremento en el rendimiento académico con un nivel de significancia del 0.05. El análisis paramétrico reveló que la media aritmética del grupo experimental fue mayor tras la intervención con Excel. Las conclusiones indican que el uso de Excel 15.0 como herramienta pedagógica tuvo una influencia positiva y significativa en el aprendizaje de matemáticas, mejorando el rendimiento de los estudiantes en el sistema de números racionales, así como en sus dimensiones comunicación matemáticas, resolución de problemas ($p=0,000$).

1.2. Planteamiento del problema

En muchos países el aprendizaje de la matemática presenta obstáculos y fracasos. Por ello, los estudiantes que terminan la escuela secundaria presentan dificultades en el aprendizaje y un alto porcentaje de fracaso en matemáticas. Tratar

de comprender a cabalidad estas dificultades es una preocupación constante para los investigadores de la colectividad educativa (Orrantia, 2006).

A nivel nacional, según Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2016) indica en la última evaluación internacional de Estudiantes (PISA. 2015), el Perú registra un 66% de estudiantes desaprobados en matemáticas (Ministerio de Educación del Perú [MINEDU], 2016). Esta cifra representa un grave problema que posteriormente impacta en la educación superior.

El Instituto Superior de Tecnología SENATI (ESTS) es una institución que ofrece educación técnica avanzada en cuatro áreas principales: Ingeniería Mecánica de Mantenimiento, Ingeniería Electrónica, Producción Industrial y Tecnología de la Información y Comunicación. En ciclos académicos recientes, se ha notado que muchos nuevos estudiantes enfrentan dificultades para adaptarse a los requisitos de los cursos teóricos, laboratorios y talleres debido a su nivel académico inicialmente bajo.

En la ESTS, por la modalidad del examen de admisión (respuestas de selección múltiple) ingresan estudiantes de diferentes niveles de aprendizaje. Ya admitidos, específicamente en el curso de Matemática I, en la prueba de matrices, un alto porcentaje (71%, 58% y 71% en los tres últimos semestres) no supera la nota trece (13) que es la menor nota aprobatoria en la ESTS, como lo demuestran los resultados de las primeras pruebas del curso (tabla 2 del anexo). Durante estos tres semestres, en promedio, el 67% está desaprobado.

Según la Asociación Nacional de docentes de Matemáticas (NCTM, por su abreviatura en inglés) la tecnología cumple un papel importante en enseñar las

matemáticas, ayudando en su entendimiento por parte de los estudiantes (López et al., 2006).

Con el propósito de mejorar el rendimiento académico de los ingresantes, se planea introducir una asistencia informática que se fundamenta en el uso del software Excel. Este programa consiste en una herramienta de hoja de cálculo que facilita al estudiante la realización de operaciones matemáticas de manera sencilla. Es de esperar que su uso sea un poderoso mediador (Lewis, 2006), para el mejor aprendizaje del cálculo matricial en operaciones básicas de matrices, cálculo de determinantes, matriz inversa y sistemas cuadrados de ecuaciones lineales, de acuerdo con el programa de estudios para la carrera Profesional en Técnicas de Ingeniería Electrónica.

En el ámbito del aprendizaje de Electrónica en la ESTS, resulta crucial que el estudiante adquiera un dominio completo de estas cuatro áreas. Esto se debe a que son fundamentales para la resolución efectiva de circuitos eléctricos, los cuales, a su vez, implican la formulación de procesos de ecuaciones lineales. Dichos sistemas se resuelven mediante el uso experto de operaciones con matrices, en particular, la inversión de matrices (Bracamonte y Llontop, 2015).

1.3. Justificación del estudio

La investigación es crucial por su enfoque en emplear Excel como herramienta educativa para mejorar la comprensión del Cálculo Matricial. Esta metodología aborda temas clave como operaciones matriciales, determinantes, matrices inversas y desarrollos de sistemas de ecuaciones lineales. Además, al aprovechar la familiaridad de los estudiantes con la tecnología, se espera un aumento en la

motivación y el compromiso. El proyecto busca evaluar el impacto del uso de Excel en la enseñanza del Cálculo Matricial, lo que potencialmente beneficiará tanto a estudiantes como a docentes de la Escuela Superior de Tecnología en Independencia, Lima.

La iniciativa propone una innovadora metodología educativa centrada en el uso de Excel para mejorar la comprensión del Cálculo Matricial. Esta estrategia ofrece a los estudiantes una nueva perspectiva de aprendizaje, aprovechando su afinidad natural con la tecnología. Al evaluar el impacto de esta metodología, se espera que se descubrirán ventajas tanto para los estudiantes como para los docentes. Este estudio podría cambiar la dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje en la Escuela Superior de Tecnología de Independencia, Lima, en el campo de las matemáticas.

1.3.1. Factibilidad técnica

Los dos profesores involucrados en la investigación son docentes del curso de Matemática e Informática, respectivamente. Se realizó un estudio con el alumnado del primer ciclo de la carrera de electrónica. Se escogió como herramienta de aplicación el programa Excel, entre otros programas como Matlab, Mathcad, Derive, etc. (estos programas requieren licencia y no contamos con ella); por ser el de mayor y mejor acceso, además de gratuito, para nuestros estudiantes. En la institución contamos con el laboratorio de cómputo con máquinas de última generación.

1.4. Pregunta de investigación

1.4.1. Pregunta principal

¿Cuál es el efecto de la aplicación del programa Excel en el aprendizaje del Cálculo Matricial en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima?

1.4.2. Preguntas específicas

- ¿Cuál es el efecto de la aplicación del programa Excel en el aprendizaje de las operaciones básicas con matrices en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima?
- ¿Cuál es el efecto de la aplicación del programa Excel en el aprendizaje de determinantes de matrices cuadradas de orden 2 y 3 en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima?
- ¿Cuál es el efecto de la aplicación del programa Excel en el aprendizaje del cálculo de la matriz inversa en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima?
- ¿Cuál es el efecto de la aplicación del programa Excel en el aprendizaje de solución de sistemas cuadrados de ecuaciones lineales en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima?

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Determinar el efecto de la aplicación del programa Excel en el aprendizaje del Cálculo Matricial del curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima.

2.2. Objetivos específicos

– Determinar efecto de la aplicación del programa Excel en el aprendizaje de las operaciones básicas con matrices en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima.

– Determinar el efecto de la aplicación del programa Excel en el aprendizaje de determinantes de matrices en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima.

– Determinar el efecto de la aplicación del programa Excel en el aprendizaje del cálculo de la matriz inversa en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima.

– Determinar el efecto de la aplicación del programa Excel en el aprendizaje de solución de sistemas cuadrados de ecuaciones lineales en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

H1: El uso del programa Excel mejora el aprendizaje del Cálculo Matricial en el curso de Matemática I de la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima.

3.2. Hipótesis específicas

H1: El uso del programa Excel mejora el aprendizaje de las operaciones básicas con matrices en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima.

H2: El uso del programa Excel mejora el aprendizaje de determinantes de

matrices en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima.

H3: El uso del programa Excel mejora el aprendizaje del cálculo de la matriz inversa en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima.

H4: El uso del programa Excel mejora el aprendizaje de solución de sistemas cuadrados de ecuaciones lineales en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1 ¿Qué es aprender?

Según la definición del Diccionario de la Real Academia Española, aprender es "obtener saberes de algo mediante la instrucción educativa o la experiencia". Además, el aprendizaje puede ser resultado de la observación o el razonamiento, y puede implicar cambios en pensamientos, destrezas, comportamientos o valores, ya sea como un resultante directo o con el respaldo de la investigación (Zapata-Ros, 2015).

Zapata-Ros (2015) destaca las siguientes cualidades del proceso de aprendizaje: Reconoce el valor del conocimiento al poder aplicarlo en distintos contextos. Además, resalta que el conocimiento adquirido puede ser representado y compartido con otros individuos y grupos, tanto en el tiempo como en la distancia, mediante sistemas de comunicación complejos y bien organizados, como el lenguaje escrito o los códigos digitales.

4.2 Teorías

4.2.1. Teoría Cognoscitiva de Bruner.

Bruner, citado por Guilar (2009) sustenta que la formación es un desarrollo en el que la información juega un rol activo y que cada individuo lo organiza y construye a su modo. Manifiesta que la mayoría de los aprendizajes se consigue por descubrimiento, originado por curiosidad. Según el desarrollo del intelecto tiene tres etapas:

- Modo representativo (enactivo). Se sitúa en la etapa inicial de la niñez y se caracteriza por la exigencia de la acción (contacto con las cosas).

- Modo icónico. Se da con el uso de la imaginación o representación intelectual. En esta etapa puede pensar en las cosas sin necesidad de manipularlas.
- Modo simbólico. Este es el pensamiento abstracto que se da en la adolescencia. El icono de la fase anterior puede ser reemplazado por un concepto abstracto. Es aquí donde el pensamiento puede llegar a lo general, a lo inimaginable, y establecer relaciones puramente lógicas.

4.2.2. Teoría Cognoscitiva de Ausubel.

Da Silva (2020) enfatiza que Ausubel propone que el conocimiento se puede lograr por descubrimiento o por recepción, en ambos casos el profesor juega un rol esencial, dándole información al estudiante para que se transforme en conocimiento o permitiéndolo lograr que él construya su propio aprendizaje.

Cabe destacar su oposición al aprendizaje por descubrimiento, al cual considera el centro de todo auténtico progreso. Si bien es cierto que aprecia su importancia lo considera secundario en el aprendizaje adulto dando un lugar preferencial al aprendizaje por recepción.

4.3. ¿Qué significa aprender matemática?

Es muy difícil definir lo que esto significa. No siempre los autores concuerdan en qué es aprender matemática. Pero ateniéndonos a los paradigmas de aprendizaje podemos afirmar que hay un aprendizaje que tiene una base conductual (cambio de conducta) y otro cognitiva (alteración de las estructuras mentales). Desde el punto de vista conductual, que considera que aprender es cambiar conductas, podemos decir que el estudiante ha aprendido las operaciones con matrices si es capaz de

realizarlas empleando los algoritmos respectivos o usando la tecnología., las destrezas de cálculo se dividen en otras más simples; y, a través de la adquisición de estas habilidades se logre entender secuencias de otras de mayor complejidad (Flores, 2003).

Por ejemplo, para lograr este aprendizaje en las operaciones del cálculo matricial, el estudiante primero opera con matrices de orden 2 y luego se incrementa el orden progresivamente, efectuando cálculos desde los más sencillos a los más complejos. Así, por ejemplo, efectúa producto de dos o más matrices de segundo orden: A_2B_2 ; $A_2B_2C_2$...etc. para, luego, incrementar el orden: A_3B_3 ; $A_3B_3C_3$...etc. hasta llegar a un orden genérico $A_{n \times m}B_{m \times p}$. Similarmente con el cálculo de determinantes: primero se calculan determinantes de orden 2, luego de orden 3, y así sucesivamente.

Desde un contexto cognitivo podemos decir que el estudiante ha aprendido si ha alterado sus estructuras mentales, aunque no se manifieste en un indicador observable. Se insisten en el aprendizaje de conceptos. Ya que los conceptos son complejos, la formación no se puede dividir en una total de aprendizajes más básicos, pero resulta de resolver dificultades, o realizar tareas complejas. Así, un estudiante puede plantear sistemas de ecuaciones lineales, aunque no sepa resolverlas (ha aprendido el concepto de sistemas de ecuaciones). Los autores han comprobado en su práctica docente que muchos estudiantes aprenden los conceptos y plantean los problemas correctamente, pero son incapaces de resolverlos porque no dominan la parte operativa, de ahí la importancia del cálculo a la cual han dirigido su investigación los autores de la presente tesis.

El aprendizaje en matemáticas esencialmente es un proceso activo donde se construyen comprensiones y se establecen estrategias para resolver problemas. El desarrollo activo del aprendizaje matemático requiere descubrir patrones (como las reglas de formación de una sucesión numérica), hacer y comprobar hipótesis (construir inferencias), y resolver problemas. Según Godino et al. (2003), incentivar la participación activa de los alumnos en el proceso de adquirir conocimientos mediante la resolución de problemas y el descubrimiento es la manera más eficaz de estimular la comprensión y el análisis reflexivo.

- **Concepción idealista-platónica:** Opina que el estudiante debe primeramente adquirir de forma axiomática las bases fundamentales de las matemáticas (por ejemplo, los axiomas de la geometría Euclidiana, o conjunto de axiomas de números reales). Se supone que comprendiendo estos axiomas le será sencillo resolver de manera fácil las aplicaciones y las dificultades que surjan. De acuerdo con esta concepción el maestro no debe preocuparse de enseñar “las aplicaciones”, pues estas no son esenciales para el aprendizaje de la matemática, sino que debe concentrar sus esfuerzos en el aprendizaje en forma pura (Godino et al., 2003).
- **Concepción constructivista:** Esta concepción considera que las matemáticas y su parte aplicativa deben estar estrechamente relacionadas. El estudiante construye su propio conocimiento pues se le plantean situaciones del mundo real y él debe saber utilizar las matemáticas para solucionar estos problemas, el alumno desarrolla su propio aprendizaje (Godino et al., 2003).
- En cualquiera de estas dos concepciones es fundamental la parte operativa

(conductual) ya que como vimos anteriormente esta es básica en la resolución de problemas.

4.4. Programa Excel

4.4.1 ¿Qué es el programa Excel?

El Programa Excel es una herramienta de software de hojas de cálculo ampliamente utilizada en contextos académicos y profesionales, que facilita el análisis y la manipulación de datos. En el contexto del aprendizaje de cálculo matricial, Excel ofrece funciones específicas que permiten a los usuarios trabajar con matrices y realizar operaciones avanzadas, como multiplicación, inversa, determinantes y otras funciones relacionadas con álgebra lineal. El programa Excel, para la resolución de este tipo de problemas, presenta la ventaja de ser una herramienta con la que los estudiantes están familiarizados, ya que se utiliza con frecuencia en múltiples ámbitos académicos y no académicos. Sin embargo, es cierto que la mayor parte de los usuarios no suele emplear toda la potencialidad que ofrece la herramienta para este tipo de análisis (números complejos, cálculo matricial), lo cual se favorece mediante la aplicación aquí propuesta (Alcázar y Álvarez, 2018).

El programa Excel se presenta como un entorno de hoja de cálculo. Estas fueron desarrolladas en la década de los 60. En el año 1982, Microsoft presenta su producto Multiplan, para competir con: SuperCalc y VisiCalc de las empresas Sorcim y VisiCorp respectivamente. En 1983, se presentó al mercado Lotus 1-2-3 que se posesionó rápidamente del mercado. Microsoft dejó de lado

Multiplan y desarrolló la edición inicial de Excel cuyo año de lanzamiento fue en 1985 para la plataforma Macintosh; pero, en 1987 Microsoft presentó Excel 2.0 para Windows. De ese momento hasta la actualidad es el programa más empleado a nivel global (Ortiz, 2011).

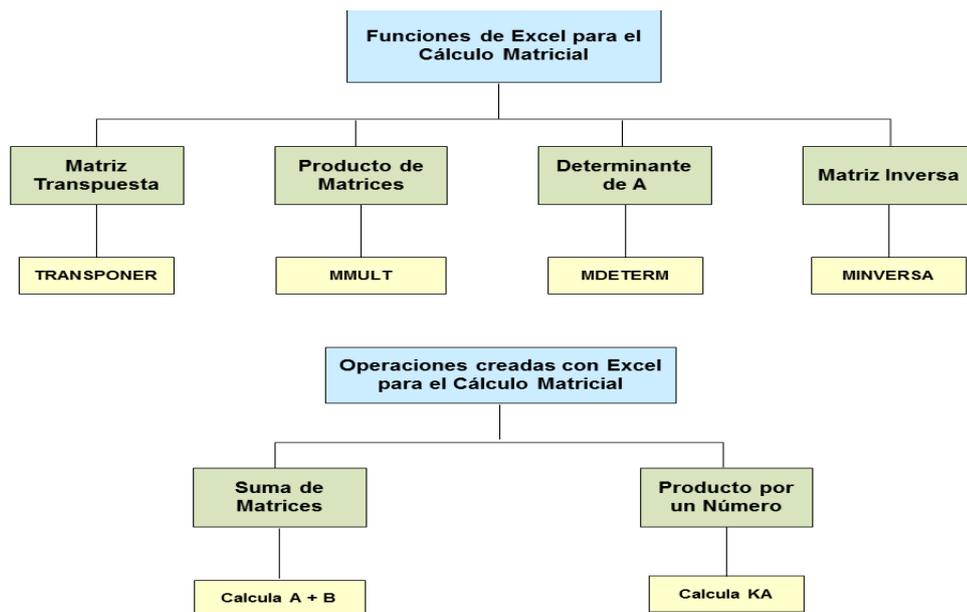
El programa Excel está hecho para calcular con datos numéricos, elaborar tablas o gráficos estadísticos, programar usando las funciones lógicas y matemáticas. En el Excel se trabaja bajo el concepto de celda, en ella se puede implementar fórmulas que están constituidas por funciones y operadores matemáticos. Se usa en contabilidad y administración de empresas, en análisis estadístico (Rojas-Escribano et al., 2017). Sin embargo, como se ha observado en los estudios previos, puede emplearse como un factor para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje, haciendo que sea más interactivo y accesible para los alumnos, especialmente en el mundo de las matemáticas. Se convierte en una herramienta eficaz para la instrucción y un medio poderoso para facilitar la comprensión y el proceso de aprendizaje.

De acuerdo con la documentación de ayuda de Microsoft sobre las funciones básicas de Excel, válidas para varias versiones, incluyendo Excel Office 365, Excel 2016, Excel 2013 y Excel 2010, se destaca que Excel es una herramienta poderosa para analizar y obtener información valiosa de grandes conjuntos de datos. También es excepcional para realizar operaciones simples y hacer monitoreo de diferentes tipos de información. La clave para desarrollar todo su potencial radica en el manejo de sus celdas. En estas casillas, es posible ingresar valores numéricos, texto o fórmulas, lo que posibilita la organización de datos en filas y columnas. Esto simplifica tareas como sumar, ordenar y

filtrar datos, además de crear tablas y gráficos estadísticos. En el contexto de este estudio, se empleará Excel para llevar a cabo operaciones con matrices. Hoy existe acuerdo en que la computadora no debe ser utilizada solo como máquina de escribir o calculadora, sino que debe emplearse para potenciar el aprendizaje de acuerdo con el proyecto educativo de la institución.

Por ello, los sistemas de ecuaciones lineales pueden ser resueltos empleando el programa Excel, empleando la técnica de multiplicación por la matriz inversa y el método de Cramer.

Figura 1
Recursos de Excel para el cálculo matricial.



Nota. Organizador visual sobre funciones y operaciones en Excel.

Tabla 1*Funciones matemáticas en Excel para el cálculo matricial.*

Función	Descripción	Sintaxis
TRANSPONER	Transforma un rango de celdas vertical en uno horizontal o viceversa.	=TRANSPONER (matriz) Ejemplo: =TRANSPONER (A6:B9)
MMULT	Arroja el producto de dos matrices. Este es conforme si sus órdenes son mxn y npx, respectivamente, entonces la resultante de la matriz será mpx.	=MMULT (matriz1, matriz2) Ejemplo: =MMULT (B1:D2, G1:H3) Orden matriz 1: 2x3 Orden matriz 2: 3x2 Matriz resultante: 2x2
MDETERM	Calcula y proporciona el valor del determinante de una matriz.	=MDETERM (matriz) Ejemplo: =MDETERM (A2:B5)
MINVERSA	Calcula y proporciona la matriz invertida.	=MINVERSA (matriz) Ejemplo: =MINVERSA (A2:C4)

Nota. Herramientas de cálculo del programa Excel.

Tabla 2*Operaciones creadas con Excel para el cálculo matricial.*

Operación	Descripción	Procedimiento
Suma de matrices	Devuelve la suma de dos matrices del mismo orden.	Sean dos matrices A y B, la primera matriz definida en el rango B1:D2 y la segunda matriz en el rango G1:I2. Seleccionar el rango B5:D6, escribir =B1:D2 + G1:I2. Presionar las teclas: CTRL + SHIFT + ENTER
Producto por un número	Devuelve una matriz multiplicada por un número real.	Sea la matriz A definida en el rango B1:C2 y el valor del número real en la celda B4. Seleccionar el rango B6:C7, escribir =B4*B1:C2. Presionar las teclas: CTRL+SHIFT+ENTER

Nota. Operaciones desarrolladas en programa Excel.

4.4.2 Programa Excel como ayuda en las tareas educativas.

Farfán (2017) considera que el adecuado trabajo con Excel ayuda al estudiante a resolver problemas, crear gráficos estadísticos, analizar y representar resultados.

Lewis (2006) en su libro “La Magia de la Hoja de Cálculo”, opina que el uso del programa Excel es muy importante como recurso educativo y sugiere que los estudiantes que tienen acceso a un computador deberían aprovecharlo. Alega que aumenta en los estudiantes destrezas, entre otras, como el uso de fórmulas para la manipulación de datos. La autora realizó una presentación en la National Educational Computing Conference en el año 2002 (NECC 2002, en inglés Conferencia Nacional de Informática Educativa), donde mostraba las aportaciones al área de Matemáticas con las funcionalidades de una Hoja de Cálculo (organizar, visualizar, elaboración de gráficos, uso de fórmulas algebraicas y funciones numéricas). De acuerdo con Lewis, López concluye que el estudiante desarrolla mucho mejor sus habilidades matemáticas haciendo uso de una hoja de cálculo que realizándolas con lápiz y papel.

Rojas-Escribano et al. (2017) manifestó que las hojas de cálculo de Excel permiten utilizarlo como medio didáctico sumamente sencillo porque contiene diversos recursos entre fórmulas y funciones matemáticas.

Asimismo, la Informática se considera como una ciencia que trata del procesamiento automático de datos, trata del manejo de hardware y software que permiten almacenar, procesar y transmitir información digitalizada. Su campo de aplicación se da en la medicina, agricultura, negocios, industria,

ciencia, arte, entretenimiento, transporte (Cortada, 2020).

4.4.3. Uso de las TIC en la educación

Según Gómez y Gutiérrez (2015), el uso de diferentes aparatos electrónicos: ordenadores, tabletas, celulares, se incluyen en la denominación Tecnologías de la Comunicación e Información (TIC).

Las TIC establecen el acceso y obtención de data mucho más fácil, con una educación más democrática, permitiendo una enseñanza con calidad y con ampliación de saberes (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, 2013).

En el mundo actual ya no se puede imaginar sin las TIC que conlleva consigo el uso de la web, las plataformas sociales, la tecnología informática y de comunicación o entornos virtuales de enseñanza, mejorando el nivel educativo del estudiante, cambiando el modo en él se adquiere y se comprende a la información (Aguilar, 2012)

La incorporación al aula en el uso de las TIC es un proceso que necesita ser revisado para el uso educativo y el manejo didáctico que se le hace. Las TIC generan acceso a la información, pero no necesariamente producen conocimiento, se deben implementar procesos cognitivos que ayuden al estudiante a reconocer ordenar y priorizar la información como resultado de la consulta (Díaz-Barriga, 2013)

4.4.4. Excel para el aprendizaje matricial

Asimismo, el programa Excel es una hoja de cálculo que a través del cual

se pueden usar datos numéricos y realizar cálculos automáticos de números y operaciones. Permite trabajar con una gran cantidad de números. También es posible automatizar cálculos complejos al utilizar una gran cantidad de parámetros. Incluye el uso de funciones incorporadas en el propio programa, las cuales pueden realizar cálculos matemáticos, técnicos, estadísticos y financieros (Santamarta et al., 2018). Por ello, el programa Excel facilita el aprendizaje de cálculo matricial al ofrecer herramientas integradas que simplifican la manipulación de matrices y la realización de operaciones complejas de manera automática. A través de sus funciones incorporadas, como para: multiplicación de matrices, inversa de una matriz y el determinante, Excel permite ejecutar cálculos que normalmente requieren procedimientos largos y complejos.

4.4.5. Aplicación del programa Excel en el cálculo matricial

En tal sentido, en la investigación se desarrolló un plan de intervención del programa Excel (VER ANEXO 1) basado en mejorar el aprendizaje del cálculo matricial utilizando Excel, el cual se centra en capacitar a los participantes en el manejo de matrices y sus operaciones básicas mediante el uso de herramientas de software. Este programa está organizado en sesiones de aprendizaje donde se abordan conceptos fundamentales y operaciones esenciales con matrices, aprovechando la funcionalidad de Excel para facilitar el entendimiento y la práctica. En primer lugar, se introduce el manejo de matrices en Excel, explicando las características principales de una matriz, como su estructura rectangular de dimensiones que se organiza en filas y columnas y a través de fórmulas automatizadas.

4.5. El Cálculo Matricial.

4.5.1. Concepto de Cálculo Matricial

El cálculo matricial es un área del álgebra lineal que se dedica al estudio y manejo de matrices, que son estructuras de datos organizadas en filas y columnas. Estas matrices permiten representar sistemas de ecuaciones, transformaciones y problemas complejos de diversas disciplinas como física, ingeniería y economía. Algunas de las operaciones fundamentales en el cálculo matricial son la suma y resta de matrices, donde se combinan elementos correspondientes cuando las matrices tienen la misma dimensión (Hernández et al., 2012).

4.5.2. Aprendizajes obtenidos del Cálculo matricial

En tal sentido, en el cálculo matricial se tiene una base sólida para entender y manipular sistemas de ecuaciones lineales y explorar sus aplicaciones en distintas disciplinas, donde los estudiantes aprenden a resolver sistemas de ecuaciones complejos mediante operaciones en matrices, profundizando en las operaciones como la suma, multiplicación y el producto por un escalar. Estas operaciones permiten entender cómo las matrices pueden combinarse y transformarse, una habilidad esencial en el álgebra lineal. También se estudia el concepto de rango, que es clave para determinar la independencia lineal de las filas o columnas de una matriz, y juega un papel crucial en la determinación de la existencia y unicidad de soluciones en sistemas lineales, asimismo el cálculo de determinantes; la inversa de una matriz, que permite resolver ecuaciones matriciales y tiene numerosas aplicaciones prácticas, especialmente en sistemas de ecuaciones donde es necesario "deshacer" una transformación

para encontrar la solución. En conjunto, estos temas no solo proporcionan una comprensión detallada de las matrices, sino que también preparan al lector para aplicar estos conocimientos en áreas como la física, la ingeniería y la informática, donde el álgebra lineal es esencial (Hernández et al., 2012).

4.5.3. Aprendizaje del Cálculo matricial

Desde la Taxonomía de Bloom, se fundamenta en el análisis de los objetivos educativos, donde las operaciones mentales se organizan en seis niveles de complejidad progresiva. El rendimiento en cada nivel está condicionado por el dominio que el estudiante tenga en los niveles anteriores. La habilidad para evaluar, el nivel más alto dentro de la taxonomía cognitiva, asume que el estudiante necesita contar con la información adecuada, comprenderla, aplicarla, analizarla, sintetizarla y, finalmente, evaluarla. En tal sentido, para desarrollar cualquier tarea ya sea en mayor o menor grado, el estudiante debe emplear los tres principales dominios psicológicos: el cognitivo, el afectivo y el psicomotor. El dominio cognitivo se enfoca en nuestra habilidad para procesar y emplear la información de forma significativa. El dominio afectivo se relaciona con las actitudes y emociones que surgen durante el proceso de aprendizaje. Por último, el dominio psicomotor abarca las habilidades motoras o físicas (Gogus, 2012).

Referente a lo mencionado anteriormente, desde el fundamento de la Taxonomía de Bloom, el uso de Excel en el aprendizaje de cálculo matricial puede facilitar que los estudiantes progresen a través de los niveles cognitivos de manera estructurada y significativa. En el nivel inicial, Excel permite a los

estudiantes recordar y comprender conceptos básicos de matrices al visualizar cómo se estructuran y organizan. Conforme avanzan, pueden aplicar este conocimiento mediante el uso de fórmulas y operaciones básicas en Excel, fortaleciendo el nivel de aplicación. A medida que los estudiantes logran manipular las matrices en Excel, entran en el nivel de análisis, donde pueden descomponer operaciones complejas y entender cómo cada paso contribuye al resultado final. Esto también les permite sintetizar la información al experimentar con distintas funciones para resolver problemas, combinando diferentes fórmulas y observando los efectos. Finalmente, el programa Excel facilita el nivel de aprendizaje al permitir identificar a los estudiantes verificar y corregir sus propios procesos y resultados de manera inmediata (Alcázar y Álvarez, 2018).

En tal sentido, el cálculo matricial se aprende a través del estudio y la aplicación de operaciones elementales y propiedades de matrices en la resolución de sistemas de ecuaciones lineales, así como en el cálculo de determinantes. Estos métodos no solo facilitan la comprensión y el manejo de conceptos avanzados, como la inversa de matrices y el cálculo de determinantes, sino que también permiten desarrollar habilidades prácticas para aplicar el cálculo matricial en diversas áreas del álgebra, la geometría y otras disciplinas matemáticas (Hernández et al., 2012).

4.6. Matrices

Una matriz con dimensiones $n \times m$ se caracteriza por ser una organización rectangular de componentes dispuestos en n filas y m columnas. Ejemplo:

$$\begin{bmatrix} 2 & 4 & 1 \\ -1 & 5 & 3 \end{bmatrix}_{2 \times 3}$$

Es un componente de 2 filas por 3 columnas. Sus elementos son números: 2; 4; 1; -1; 5; 3.

Para representar las matrices, se utilizan códigos en letras mayúsculas como A, B, C, entre otras, mientras que para sus elementos se usan letras minúsculas seguidas de subíndices "i" y "j" para indicar la fila y la columna donde se hallan, respectivamente.

Ejemplo:

$$a_{11} = 2; \quad a_{12} = 4; \quad a_{13} = 1; \quad a_{21} = -1; \quad a_{22} = 5; \quad a_{23} = 3$$

En general una matriz se denota por:

$$A = [a_{ij}]_{n \times m}$$

4.6.1 Dimensión Operaciones

$$\text{Si } A = [a_{ij}]_{n \times m} \quad B = [b_{ij}]_{n \times m} \quad r \in R$$

Transpuesta:

$$A^T = [a_{ji}]_{m \times n}$$

En el programa Excel

a. Calcular la transpuesta de la matriz $A = \begin{bmatrix} 2 & 5 \\ 4 & 3 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}_{3 \times 2}$.

b. Seleccione el rango de celdas B6:D7 donde la matriz cambiara al orden 2x3

	A	B	C	D
1				
2		2	5	
3	A =	4	3	
4		1	2	
5				
6	A ^T =			
7				

- c. Escribir la formula =TRANSPONER (B2:C4) y luego presionar la tecla ENTER

	A	B	C	D
1				
2		2	5	
3	A =	4	3	
4		1	2	
5				
6	=TRANSPONER(B2:C4			
7	TRANSPONER(matriz)			

Suma:

$$A + B = [a_{ij} + b_{ij}]_{n \times m}$$

En el programa Excel

- Calcular $A + B$, si $A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \end{bmatrix}$; $B = \begin{bmatrix} 2 & -2 & -3 \\ 4 & -1 & -3 \end{bmatrix}$
- Seleccionar el rango B5:D6 para hallar la suma de $A + B$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	A =	1	2	3		B =	2	-2	-3
2		4	5	6			4	-1	-3
3									
4									
5	A + B =								
6									
7									

c. Escribir =B1:D2+G1:I2 y luego ENTER

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	A =	1	2	3		B =	2	-2	-3
2		4	5	6			4	-1	-3
3									
4									
5	=B1:D2+G1:I2								
6									

Producto por un número real:

$$rA = [ra_{ij}]_{n \times m}$$

En el programa Excel

a. Se desea hallar $2A$; $A = \begin{bmatrix} -2 & 4 \\ -8 & 6 \end{bmatrix}$. Ingresamos el valor de k y A en las

celdas que muestra la figura:

	A	B	C
1	A =	-2	4
2		-8	6
3			
4	k =	2	

- b. Seleccionar el rango B6:C7 y escribir la siguiente formula: =B4*B1:C2 y luego presionar ENTER

	A	B	C
1	A =	-2	4
2		-8	6
3			
4	k =	2	
5			
6	=B4*B1:C2		
7			

Producto de matrices:

Si $A = [a_{ij}]_{n \times m}$ $B = [b_{ij}]_{m \times p}$

$$AB = \left[\sum_{k=1}^m a_{ik} b_{kj} \right]_{n \times p}$$

En el programa Excel

- a. Calcular el producto de las matrices $A = \begin{bmatrix} 15 & -8 & -3 \\ 9 & -5 & -2 \\ -5 & 3 & 1 \end{bmatrix}$ y $B =$

$$\begin{bmatrix} 3 & 4 & 1 \\ 1 & 2 & 0 \\ 2 & 5 & 3 \end{bmatrix}.$$

- b. Seleccionar el rango de celdas C7:E9 para hallar el producto de A*B

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1				A				B	
2			15	-8	-3		3	4	1
3			9	-5	-2		1	2	0
4			-5	3	1		2	5	3
5									
6			A*B						
7									
8									
9									

- c. Escribir la fórmula: =MMULT(C2:E4; G2:I4) y luego presionar la combinación de teclas CTRL + SHIFT + ENTER

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1				A				B	
2			15	-8	-3		3	4	1
3			9	-5	-2		1	2	0
4			-5	3	1		2	5	3
5									
6			A*B						
7			=MMULT(C2:E4;G2:I4)						
8									
9									

Dimensión Determinante

Se establece el valor del determinante de la matriz cuadrada A como:

$$\det(A) = |A| = \sum_{\sigma \in P_n} \text{sgn}(\sigma) \prod_{i=1}^n a_{i,\sigma_i}$$

P_n es el conjunto de todas las permutaciones de $\{1, 2, \dots, n\}$. σ_i denota la ubicación del elemento i después de la permutación σ , la cual es **par** si se obtiene

por un número par de transposiciones e **impar** si se obtiene por un número impar de transposiciones.

$$sgn(\sigma) = \begin{cases} +1 & \text{si } \sigma \text{ es par} \\ -1 & \text{si } \sigma \text{ es impar} \end{cases}$$

$$\prod_{i=1}^n a_{i,\sigma_i} = a_{1,\sigma_1} \cdot a_{2,\sigma_2} \cdots a_{n,\sigma_n}$$

Ejemplo para un caso ilustrativo de una matriz de dimensión 2:

$$|A| = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix} = a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21}$$

En el programa Excel

a. Realizar el cálculo del determinante de la matriz $A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 1 & -1 \\ 2 & 0 & 5 \end{bmatrix}$

b. Ubicarse en la celda F2

	A	B	C	D	E	F
1		A				
2	1	2	3		det A =	
3	1	1	-1			
4	2	0	5			

c. Escribir la formula =MDETERM(A2:C4) y luego presionar la tecla ENTER

	A	B	C	D	E	F
1		A				
2	1	2	3		det A =	=MDETERM(A2:C4)
3	1	1	-1			
4	2	0	5			

Dimensión Matriz Inversa

Si A es una matriz de orden n , su inversa, representada por A^{-1} (en caso de existir) tiene la propiedad de que:

$$A \cdot A^{-1} = A^{-1} \cdot A = I$$

La matriz I es la matriz identidad de igual dimensión que A .

En el programa Excel

a. Determinar la matriz inversa de $A = \begin{bmatrix} 15 & -8 & -3 \\ 9 & -5 & -2 \\ -5 & 3 & 1 \end{bmatrix}$

b. Seleccionar el rango de celdas C7:E9

	A	B	C	D	E
1				A	
2			15	-8	-3
3			9	-5	-2
4			-5	3	1
5					
6				A⁻¹	
7					
8					
9					

c. Escribir =MINVERSA (C2:E4) y luego presionar la secuencia CTRL + SHIFT + ENTER, en el teclado.

	A	B	C	D	E
1				A	
2			15	-8	-3
3			9	-5	-2
4			-5	3	1
5					
6				A⁻¹	
7	=MINVERSA(C2:E4)				
8					
9					

Dimensión Sistemas cuadrados de ecuaciones lineales

Se refieren a sistemas con la siguiente forma:

$$AX = B$$

En el caso de $A = [a_{ij}]_n$ es una matriz de valores constantes

$X = [x_i]_{n \times 1}$ es una matriz de incógnitas.

$B = [b_i]_{n \times 1}$ es una matriz de términos independientes.

Cuya solución es

$$X = A^{-1}B$$

Para $|A| \neq 0$

Los sistemas de ecuaciones se usan en ingeniería electrónica (Bracamonte y Llontop, 2015), administración (Curo y Martínez, 2016) y economía (Monsalve, 2009), robótica (Ramírez, 2012) y para su solución se emplea la matriz inversa la cual se calcula con cofactores y determinantes y, empleando producto de matrices.

Podemos ver aplicaciones a la administración de recursos, flujos, modelo insumo

producto de Leontief, probabilidades de estado estacionario en Álgebra Lineal (Sánchez y Breña, 2011) y en Sistemas de Control Lineal (Ogata, 2010)

En el programa Excel

a. Sean $A = \begin{bmatrix} 4 & 3 & -1 \\ 2 & -3 & -1 \\ 1 & 1 & -2 \end{bmatrix}$ y $B = \begin{bmatrix} 12 \\ -10 \\ 20 \end{bmatrix}$, resolver $AX=B$.

b. Con la finalidad de hallar la matriz inversa de A se selecciona el rango B6:D8.

c. Escribir =MINVERSA (B2:D4) y luego presionar la secuencia CTRL + SHIFT + ENTER, en el teclado.

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2		4	3	-1			12
3	A =	2	-3	-1		B =	-10
4		1	1	-2			20
5							
6		=MINVERSA(B2:D4)					
7	A⁻¹ =						
8							

d. Para hallar la matriz X, se selecciona el rango B10:B12 y luego escribir la siguiente formula =MMULT (B6:D8; G2:G4) y presionar la secuencia CTRL + SHIFT + ENTER, en el teclado para obtener la matriz solución $X = A^{-1} * B$

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2		4	3	-1			12	
3	A =	2	-3	-1		B =	-10	
4		1	1	-2			20	
5								
6		0.219	0.156	-0.19				
7	A⁻¹ =	0.094	-0.22	0.063				
8		0.156	-0.03	-0.56				
9								
10		=MMULT(B6:D8;G2:G4)						
11	X = A⁻¹ * B							
12								

Regla de Cramer

Sea

$$AX = B,$$

un grupo de ecuaciones lineales con solución única ($|A| \neq 0$):

Donde:

$$A = [a_{ij}]_n;$$

$$X = [x_i]_{n \times 1};$$

$$B = [b_i]_{n \times 1};$$

A_i es la matriz resultante al sustituir la columna i por B

$$x_i = \frac{|A_i|}{|A|}$$

En el programa Excel

a. Resolver el siguiente Sistema:

$$\begin{aligned} 4x_1 + 3x_2 - x_3 &= 12 \\ 2x_1 - 3x_2 - x_3 &= -10 \\ x_1 + x_2 - 2x_3 &= 20 \end{aligned}$$

b. Ingresar los datos para la matriz A desde la celda B2 hasta D4

	A	B	C	D
1				
2		4	3	-1
3	A =	2	-3	-1
4		1	1	-2

- c. Seleccionar la celda G3 para hallar la determinante de la matriz, escribir
`=MDETERM (B2:D4)` luego presionar la tecla ENTER

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2		4	3	-1					
3	A =	2	-3	-1		 A =	<code>=MDETERM(B2:D4)</code>		
4		1	1	-2					

- d. Ingresar los datos para las matrices A_1 , A_2 y A_3 . Para A_1 desde la celda B6 hasta D8, para la matriz A_2 desde la celda G6 hasta I8 y para la matriz A_3 desde la celda L6 hasta N8

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1														
2		4	3	-1										
3	A =	2	-3	-1		 A =	32							
4		1	1	-2										
5														
6		12	3	-1			4	12	-1			4	3	12
7	A₁ =	-10	-3	-1		A₂ =	2	-10	-1		A₃ =	2	-3	-10
8		20	1	-2			1	20	-2			1	1	20

- e. Hallar las determinantes de cada matriz y aplicar Cramer para hallar las incógnitas X_1 , X_2 , X_3 .

	A	B	C	D	E
1					
2		4	3	-1	
3	A =	2	-3	-1	
4		1	1	-2	
5					
6		12	3	-1	
7	A₁ =	-10	-3	-1	
8		20	1	-2	
9					
10	 A₁ =	-86			
11					
12	x₁ =	 A₁ = $\frac{-86}{32} = -2.688$			
13		 A 	32		

V. METODOLOGÍA

5.1. Enfoque, Tipo y diseño de investigación

En este estudio se utilizó el enfoque cuantitativo, que involucra la aplicación de pruebas de hipótesis y evaluaciones estadísticas pertinentes, acorde con un enfoque positivista. Según Hernández et al., (2014), el enfoque cuantitativo implica la recolección de datos para confirmar suposiciones a través de mediciones numéricas y análisis estadísticos, con el propósito de detectar regularidades o tendencias. y validar modelos. Sin embargo, para López y Fachelli (2015) el propósito de este enfoque es detallar, establecer vínculos y esclarecer las conexiones entre causas y efectos, así como prever posibles eventos futuros. Es importante destacar que el enfoque cuantitativo se realiza en el contexto externo del investigador. Se persigue que los datos recopilados sean susceptibles de ser analizados estadísticamente con el fin de obtener información basado en hipótesis y deducción. Este consta de lo siguiente: observar el objeto a estudiar, elaborar hipótesis explicativas, deducir las consecuencias y comprobar de la veracidad de estas deducciones comparándolas con teorías.

El tipo de investigación es experimental. Según Creswell (2009, citado por Hernández et al., 2010 p. 121) los experimentos constituyen investigaciones que implican intervención deliberada, pues el investigador propicia un escenario con el fin de analizar la forma en que afecta a los participantes de ella, contrastando con aquellos que no participan. Los experimentos manejan las variables independientes para poder conocer cómo afectan a las variables dependientes, en un entorno controlado (Hernández et al., 2010, p. 121).

Asimismo, fue de diseño Cuasiexperimental, ya que se encuentra una variante denominada modelo de dos grupos no equiparables o con grupo control no equivalente. En este tipo de estudios se utilizan grupos a los cuales se les asigna tratamientos; lo cual no es posible en grupos seleccionados al azar. Además, la variable que depende de otros factores siempre se mide en ambos grupos no alterados. Posteriormente, en la siguiente fase del experimento, el grupo control no es sometido al tratamiento experimental, continuando con sus actividades habituales; mientras que el otro grupo sí recibe el tratamiento (Sánchez y Reyes, 2015).

Tabla 3

Formalización del diseño experimental

Grupo	Pretest	Intervención	Post test
E	X	CI	X'
C	-	SI	Y'

Nota. Diseño metodológico cuasi experimental.

E Población experimental (expuesta a la intervención)

C Población de control (no expuesta a la intervención)

X Situación antes de la intervención

X' Situaciones después en E

Y' Situaciones después en C

CI Con intervención

SI Sin intervención

5.2. Población y muestra

La población es un grupo total de individuos, objetos, elementos o eventos que comparten una característica común dentro de un determinado contexto o área de estudio (Arias y Covinos, 2021).

5.2.1. Determinación del tamaño de la muestra

La muestra es una fracción significativa y cuidadosamente seleccionada de una población más extensa. Esta porción se selecciona con el fin de llevar a cabo una investigación, estudio o análisis estadístico, con el objetivo de inferir conclusiones que sean aplicables a la población original (Arias y Covinos, 2021). De tal modo, la muestra fue elegida por el investigador ya que los grupos ya están conformados o intactos.

5.2.2. Método de muestreo.

La realización del estudio se fundamentó en un método de muestreo no aleatorio, lo que significa que no se utilizaron criterios estadísticos para seleccionar la muestra. En su lugar, se eligió una sección de primer ciclo de la ESTS guiándose por las características particulares de la investigación en lugar de buscar la generalización estadística (Hernández et al., 2010, p. 189). El enfoque de muestreo empleado fue el de conveniencia, dado que se seleccionaron grupos dispuestos por la institución educativa al comienzo del periodo; y, antes del inicio de la investigación. Además, estos grupos consistían en sujetos fácilmente accesibles. Con el fin de realizar el estudio.

Criterios de exclusión

- Repitencia.
- Ingreso por exoneración. Mayor de 20 años.
- Asistencia irregular.
- Que provenga de colegios preuniversitarios.

Criterios de inclusión.

La población estuvo compuesta por una agrupación de alumnos de la rama de Electrónica del primer ciclo que se matricularon en el curso de Matemática I de una Institución Educativa Escuela Superior de Tecnología SENATI en Lima, durante el período 2017.

Tabla 4

Datos de la muestra.

	EDAD						
	N°	17	18	19	20	21	24
Grupo experimental	15	4	3	2	2	4	0
Grupo control	15	4	1	7	1	1	1

Nota. Datos obtenidos del instituto de escuela superior de tecnología SENATI de Lima.

5.2.3 Definición y operacionalización de las variables e indicadores

Variable Independiente: Programa Excel

Definición Conceptual: El programa Excel es una hoja de cálculo que a través del cual se pueden usar datos numéricos y realizar cálculos automáticos de números y operaciones. Permite trabajar con una gran cantidad de números.

También es posible automatizar cálculos complejos al utilizar una gran cantidad de parámetros. Incluye el uso de funciones incorporadas en el propio programa, las cuales pueden realizar cálculos matemáticos, técnicos, estadísticos y financieros (Santamarta et al., 2018).

Definición Operacional: El programa Excel se desarrolló a través de 8 sesiones de aprendizaje, aplicados en los estudiantes del grupo experimental con la finalidad de fortalecer el aprendizaje del cálculo matricial.

Variable Dependiente: Aprendizaje del cálculo matricial

Definición Conceptual: El cálculo matricial es un área del álgebra lineal que se dedica al estudio y manejo de matrices, que son estructuras de datos organizadas en filas y columnas. Estas matrices permiten representar sistemas de ecuaciones, transformaciones y problemas complejos de diversas disciplinas como física, ingeniería y economía. Algunas de las operaciones fundamentales en el cálculo matricial son la suma y resta de matrices, donde se combinan elementos correspondientes cuando las matrices tienen la misma dimensión (Hernández et al., 2012).

Definición Operacional: El aprendizaje del Cálculo Matricial se medirá en cuatro dimensiones: Operaciones básicas con matrices, Determinantes, Matriz inversa y Sistemas cuadrados de Ecuaciones Lineales, las cuales fueron evaluadas a través de una evaluación pre y post test para medir el aprendizaje del cálculo matricial.

Tabla 5*Operacionalización de la variable.*

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	TÉCNICA	INSTRUMENTO	Nº DE ITEM
Programa Excel	El programa Excel es una hoja de cálculo que a través del cual se pueden usar datos numéricos y realizar cálculos automáticos de números y operaciones. Permite trabajar con una gran cantidad de números. También es posible automatizar cálculos complejos al utilizar una gran cantidad de parámetros. Incluye el uso de funciones incorporadas en el propio programa, las cuales pueden realizar cálculos matemáticos, técnicos, estadísticos y	El programa Excel se desarrolló a través de 8 sesiones de aprendizaje, aplicados en los estudiantes del grupo experimental con la finalidad de fortalecer el aprendizaje del cálculo matricial.	Uso del programa Excel	<ul style="list-style-type: none"> Número de veces utilizados. Tiempo de uso Conocimientos básicos del programa. 	Observación	Sesiones de aprendizaje	No Aplica
			Funciones de Excel	<ul style="list-style-type: none"> Uso de Fórmulas en celdas. Uso de función MDETERM. Uso de función MMULT. Uso de función 			

	financieros (Santamarta et al., 2018).										
Aprendizaje del Cálculo Matricial.	El cálculo matricial es un área del álgebra lineal que se dedica al estudio y manejo de matrices, que son estructuras de datos organizadas en filas y columnas. Estas matrices permiten representar sistemas de ecuaciones, transformaciones y problemas complejos de diversas disciplinas como física, ingeniería y economía. Algunas de las operaciones fundamentales en el cálculo matricial son la suma y resta de matrices, donde se combinan	El aprendizaje del Cálculo Matricial se medirá en cuatro dimensiones: Operaciones básicas con matrices, Determinantes, Matriz inversa y Sistemas cuadrados de Ecuaciones Lineales, las cuales fueron evaluadas a través de una evaluación pre y post test para medir el aprendizaje del cálculo matricial.	Operaciones básicas: Suma de matrices, producto por una escala y producto de matrices.	Determinantes de	TRANSPONER. • Uso de función INVERSA. • Efectúa operaciones combinadas de suma y producto por un escalar. • Efectúa producto de matrices. • Resuelve ecuaciones presentadas en una estructura matricial a través de la forma $A + X = B$, empleando operaciones de suma y producto por un escalar, así como • Calcula determinantes	Test (pretest y posttest)	Prueba	1	2	3	4

<p>elementos correspondientes cuando las matrices tienen la misma dimensión (Hernández et al., 2012).</p>	matrices	de orden 2.	5
		<ul style="list-style-type: none"> • Calcula determinantes de orden 3 empleando la definición o la regla de Sarrus. 	
	Cálculo de la Matriz inversa.	<ul style="list-style-type: none"> • Calcula la matriz inversa empleando la adjunta 	6
		<ul style="list-style-type: none"> • Desarrolla sistemas cuadrados de ecuaciones lineales 	7
	Sistema cuadrado de ecuaciones lineales.	<p>forma $AX = B$ usando la matriz inversa.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resuelve sistemas cuadrados aplicando la regla de Cramer en sistemas de ecuaciones lineales. 	8

Nota. Operacionalización para el desarrollo de la variable dependiente.

5.3. Procedimientos y Técnicas

5.3.1. Técnicas de recolección de datos

Hernández y Duana (2020) mencionan que son los métodos, procedimientos o herramientas utilizados para recopilar información relevante y precisa de las variables de investigación, incluyen métodos y acciones que facilitan al investigador obtener los datos requeridos para responder a las interrogantes de investigación. Para este estudio se empleó la técnica de encuesta ya que Baena (2017) menciona que es la aplicación de un cuestionario a un grupo representativo del universo de estudio a fin de recoger de ellos información relevante.

5.3.2. Instrumento

Arias y Covinos (2021) mencionan que es cualquier herramienta, cuestionario, formulario, test o método utilizado para recopilar información durante una investigación. Estos instrumentos pueden variar según el tipo de estudio y los datos que se estén recopilando.

Para la variable independiente referida a la aplicación del Excel se empleó un programa con una duración de 10 semanas, en la primera semana se aplicó el pretest, posteriormente, en 8 semanas se desarrollaron los planes de sesiones de aprendizaje y posterior a ello, en la semana 10 se aplicó el post test, finalmente las sesiones de aprendizaje consistieron en la enseñanza para realizar operaciones en el programa en el cual se desarrolló los siguientes temas:

- Matrices, Tipos, Operaciones
- Producto de matrices

- Matriz inversa
- Determinantes
- Matriz de cofactores
- Ecuaciones matriciales
- Sistemas compatibles de ecuaciones lineales usando la inversa
- Sistemas de ecuaciones lineales usando la regla de Cramer

Asimismo, se contó con un módulo de orientación sobre el uso de Excel para operar con matrices brindado a los estudiantes con la finalidad de que se relacionen y familiaricen con las actividades que se realizaron durante las sesiones de aprendizaje. En tal sentido, cada sesión de aprendizaje se dio a conocer el objetivo de dicha sesión, seguidamente, se desarrolló el tema programado para los estudiantes el cual finaliza en una evaluación para medir el nivel de logro del objetivo planteado a través de intervenciones orales y prueba de control del uso del Excel.

Por otro lado, para evaluar la variable dependiente aprendizaje del cálculo matricial, los datos recolectados provinieron del test en dos etapas siendo el pretest y post test que está conformado por 8 ítems el cual fue calificado a través de una rubrica debido con la finalidad de que las puntuaciones otorgadas al final se pueden convertir en notas vigesimales. Este instrumento fue aplicado en dos tiempos, previo al desarrollo de las sesiones de aprendizaje en un periodo de 10 semanas y posterior de las sesiones de aprendizaje el cual solo fue aplicado al grupo experimental más no al de control.

Ficha Técnica

Nombre: Prueba de Matrices y Determinantes

Autor: Avalo y Najarro (2021)

Aplicación: Estudiantes de primer ciclo.

Tiempo: 60 minutos

Dimensiones: Operaciones básicas: Suma de matrices, producto por un escalar y producto de matrices (1,2,3); Determinantes de matrices (4 y 5); Cálculo de matriz inversa (6); Sistema cuadrado de ecuaciones lineales (7 y 8)

Items: 8 ítems

Escala: Nominal

Baremo: C [0 - 12]; B [12 – 16]; A [17 - 20]

Tabla 6

Promedio de Notas obtenido en el grupo experimental y control.

GRUPO EXPERIMENTAL		GRUPO CONTROL	
PRE TEST	POSTTEST	PRE TEST	POSTTEST
02	17	02	11

Nota. Datos obtenidos de la aplicación del pre y post test en ambos grupos de estudio.

5.3.3. Validez y confiabilidad

Se llevó cabo la validación del instrumento a través de juicio de expertos, quienes se centraron en analizar las preguntas en términos de su pertinencia, relevancia y claridad, como también se sometió a un proceso a través del Alfa de Cronbach para determinar la confiabilidad.

Tabla 7*Relación de Jurados expertos.*

No.	Nombre del Experto	Vinculación laboral	País
1	Dra. Kriss Calla Vásquez	Universidad San Ignacio de Loyola (Renacyt)	Perú
2	Dr. Pumacayo Palomino Ilich	Universidad Enrique Guzmán y Valle (Renacyt)	Perú
3	Dra. Eliana Castañeda	Universidad César Vallejo (Renacyt)	Perú
4	Dr. Daniel Taca	Universidad San Ignacio de Loyola (Renacyt)	Perú
5	Dra. Julia Torres Rivera	Universidad Autónoma del Perú	Perú

Nota. Instrumento evaluado según el criterio profesional de los validadores.

Juicio de expertos

En cuanto a la validación de los instrumentos, fueron puestos a una evaluación por parte de expertos. Según Hernández et al. (2010), la validez se refiere al nivel en que el instrumento puede evaluar el aspecto u objeto que se está midiendo, en función de la claridad de las interrogantes y su relación con los objetivos de la investigación y las variables analizadas.

El juicio de expertos se empleó para verificar que tan preciso se puede medir las variables antes de aplicar los instrumentos. Los evaluadores analizaron siete aspectos esenciales: la congruencia del instrumento con las preguntas de investigación, los objetivos de la investigación y la definición operativa de las variables; el diseño o elaboración de los instrumentos; y la

secuencia y claridad de los elementos, así como la adecuación del número de elementos.

Para llevar a cabo la validación, los instrumentos fueron enviados a cinco expertos, quienes primero evaluaron el instrumento en su totalidad y luego procedieron a revisar cada uno de los ítems individualmente (anexo 2).

La adquisición de los datos se obtuvo mediante la prueba de rendimiento y la rúbrica.

Comprobación de la validez del instrumento utilizando el coeficiente “V” de AIKEN

Figura 2

Formula del coeficiente de validez “V”.

$$V = \frac{S}{(n (C - 1))}$$

V = Coeficiente de Validación (**V de Aiken**)

S = Sumatoria

C = Número de valores = 2 (niveles de escala 1: Afirmativo; 0: Negativo)

n = Número de jueces = 5 jueces

El V. de Aiken = 0.93 > 0.8

Esto nos quiere decir que el instrumento es aceptable y los jueces determinaron la validez de contenido.

Tabla 8

Validación del instrumento para medir la pertinencia, relevancia y claridad del instrumento.

Ítem	S	n	C	Pertinencia	Relevancia	Claridad
				V	V	V
1	5	5	2	1	1	1
2	5	5	2	1	1	1
3	5	5	2	1	1	1
4	5	5	2	1	1	1
5	5	5	2	1	1	1
6	4	5	2	1	0.8	0.8
7	4	5	2	0.8	0.8	0.8
8	4	5	2	0.8	0.8	0.8

Nota. Datos obtenidos de las fichas de validación de los jueces.

Confiabilidad de instrumentos

La confiabilidad del instrumento se evaluó, utilizando el Coeficiente Alpha de Cronbach. Oviedo Y Campo-Arias (2005) explican que este índice, que oscila entre 0 y 1, se utiliza para determinar la fiabilidad del instrumento y si este proporciona mediciones estables y consistentes. Una recopilación inadecuada de datos podría conducir a conclusiones erróneas.

Evaluación del instrumento mediante el coeficiente ALFA de CRONBACH

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum V_i}{V_t} \right]$$

α = Alfa de Cronbach

K= Número de ítems

V_i = Varianza de ítem

V_t = Varianza total

Asimismo, Oviedo y Campo-Arias (2005), mencionan que la confiabilidad está relacionada con el nivel en que un instrumento que consta de múltiples preguntas o ítems proporciona coeficientes de correlación adecuados y mide consistentemente una muestra. Para evaluar la consistencia interna entre los elementos y las relaciones entre ellos, se utiliza el Alpha de Cronbach, una prueba que proporciona un valor que indica la confiabilidad del instrumento. El coeficiente mínimo aceptable para esta prueba es de 0.70, y el valor máximo esperado es de 0.90, ya que un resultado muy alto podría indicar que los elementos del instrumento están repitiendo o duplicando conceptos. El valor alfa de Cronbach obtenido fue de $\alpha = 0.7898134 > 0.7$ es aceptable.

5.4. Plan de análisis

5.4.1. Procedimiento de análisis de datos

La gestión de los datos se desarrolló de la siguiente manera: inicialmente se corrigieron las pruebas escritas (Pretest) del grupo experimental y del grupo de control. Posteriormente, se procedió con la corrección utilizando una rúbrica de evaluación en ambas instancias.

5.4.2. Análisis estadístico de los datos

Luego de organizar la data de ambos grupos a analizar, se realizó una evaluación descriptiva de la variable dependiente, presentando un resumen de los puntajes Pretest del Aprendizaje del Cálculo Matricial y sus dimensiones, lo que permitió realizar el análisis estadístico. Se calcularon las variaciones porcentuales de aprobados entre el Pretest y el Post - test, y se realizó una

prueba de normalidad de Shapiro-Wilk debido al tamaño de la población de estudio, que es inferior a 50 participantes (Pedrosa et al., 2014).

Los resultados mostraron distribuciones tanto normales como no normales, de tal modo que los resultados con datos con normalidad, se aplicó la prueba estadística t-Student, mientras que para los de distribución de no normalidad se utilizó la prueba U de Mann-Whitney en la evaluación de hipótesis, empleando un enfoque no paramétrico (Bautista-Díaz et al., 2020). Finalmente, para el desarrollo de los datos recopilados, se utilizó el software SPSS versión 27.

5.5. Consideraciones éticas

Aprobación del involucrado: El participante consintió libremente en ser participe en el estudio.

- Confidencialidad y privacidad: La información adquirida fue de carácter confidencial.
- Principios: El estudio fue conducido bajo los principios de honestidad, responsabilidad, prudencia y respeto.

El estudio fue documentado en el Sistema Descentralizado de Información y Seguimiento de Investigación (SIDISI) de la Dirección Universitaria de Investigación, Ciencia y Tecnología (DUICT), y sometido a evaluación por el Comité de Ética de la UPCH (CIE-UPCH) antes de su elaboración. Se siguieron procedimientos éticos para preservar la autonomía de los participantes y garantizar el anonimato de sus opiniones, utilizando códigos en lugar de nombres. Para ello, se obtuvo la aprobación y acuerdo de los estudiantes participantes de tal manera que las informaciones obtenidas fueron canalizadas estrictamente a este estudio de

investigación. De la misma manera se solicitó un decreto de autorización de la Dirección de la Institución, así como el asentimiento del Comité Institucional de Ética del asentimiento de estudiantes y padres, así como el uso del software Turnitin para medir el nivel de similitud.

VI. RESULTADOS

6.1. Prueba de normalidad

Para examinar la comparación de la data y confirmar su distribución de normalidad, se aplicó el estadígrafo de Shapiro-Wilk, ya que la muestra era reducida, inferior a 50 participantes (Pedrosa et al., 2015, p. 16-17).

Tabla 9

Análisis de normalidad (Shapiro-Wilk) para la variable aprendizaje del cálculo matricial y sus dimensiones.

	Grupo de estudio	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Puntaje post test total	Grupo control	,958	15	,666
	Grupo experimental	,934	15	,316
Puntaje Post test Dimensión 1 Operaciones con matrices	Grupo control	,805	15	,004
	Grupo experimental	,850	15	,018
Puntaje Post test Dimensión 2 Determinantes	Grupo control	,761	15	,001
	Grupo experimental	,888	15	,063
Puntaje Post test Dimensión 3 Matriz Inversa	Grupo experimental	,819	15	,006
	Grupo control	,744	15	,001
Puntaje Post test Dimensión 4 Ecuaciones lineales	Grupo control	,924	15	,218
	Grupo experimental	,896	15	,082

Nota. Datos obtenidos del instrumento aplicado en 2021y procesados en el software SPSS v.27.

Se observa que, para la puntuación global en el post test al obtener un valor $p > 0,05$ en el grupo control (GC) y en el grupo experimental (GE), lo que significa los datos tienen un distribución normal, al igual que la dimensión 4, de tal manera,

se empleó la estadística paramétrica t- Student de valores independientes, Por otro lado, las dimensión 1,2 y 3, sus datos reflejaron un valor $p < 0,05$ en ambos grupos por lo cual se determinó una distribución no normal, empleando la estadística no paramétrica U de Mann-Whitney para la contrastación de las hipótesis de estudio.

6.2. Desarrollo de objetivos e hipótesis

Objetivo General: Determinar el efecto de la aplicación del programa Excel en el aprendizaje del Cálculo Matricial del curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima.

Tabla 10

Prueba t-Student para muestras independientes del post test del GC y GE en relación al aprendizaje del cálculo matricial.

		Prueba de Levene		Prueba t para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	≠ de medias	≠ de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia
								Inferior	Superior
Post Test – GC Y GE	Se asumen								
	varianzas iguales	,791	,381	-14,867	28	,000	-6,467	,435	-7,358

Nota. Nivel de significancia (Sig) calculado sea menor de 0.05, obtenido a través del software SPSS v27.

En la tabla 10, se puede apreciar que el valor de “sig” es 0.00, asumiendo igualdad de varianzas ($p < 0.05$). Esto evidencia que los puntajes globales del grupo experimental son mayores al grupo control.

Hipótesis

H1: El uso del programa Excel mejora el aprendizaje del Cálculo Matricial en el curso de Matemática I de la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima.

H0: El uso del programa Excel no mejora el aprendizaje del Cálculo Matricial en el curso de Matemática I de la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima.

Conclusión estadística

Con un valor de significancia $\text{sig} = 0.000$, el cual presenta una magnitud menor a 0.05, se acepta la hipótesis alterna y se establece que la utilización de un programa en Excel tiene un impacto positivo y relevante en la adquisición de conocimientos sobre cálculo matricial en el curso de Matemática I.

Objetivos específico 1: Determinar efecto de la aplicación del programa Excel en el aprendizaje de las operaciones básicas con matrices en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima.

Tabla 11

Resultados de la prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes del post test del GC y GE en la dimensión 1 operaciones básicas con matrices.

	U de Mann Whitney	W de Wilcoxon	Z	Significancia asintótica
Dimensión 1	2,500	122,500	-4,667	0.000

Nota. Nivel de significancia (sig) calculado sea menor de 0.05, obtenido a través del software SPSS v27.

Hipótesis

H1: El uso del programa Excel mejora el aprendizaje de las operaciones básicas con matrices en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima.

H0: El uso del programa Excel no mejora el aprendizaje de las operaciones básicas con matrices en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima.

Conclusión estadística

La información proporcionada en la tabla previa revela la presencia de diferencia sustancial entre el GC y GE en la evaluación global del aprendizaje de operaciones con matrices. Esto se confirma con valores asintóticos de significancia de 0.000, los cuales son inferiores a 0.05. De manera concluyente se acepta la hipótesis alterna evidenciando que la implementación de un programa en Excel mejora significativamente el aprendizaje de operaciones con matrices en el curso de Matemática I, en los estudiantes de un instituto.

Objetivo específico 2: El uso del programa Excel mejora el aprendizaje de determinantes de matrices en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima.

Tabla 12

Resultados de la prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes del Post -test del GC y GE en la dimensión 2 aprendizaje de determinantes de matrices.

	U de Mann Whitney	W de Wilcoxon	Z	Significancia asintótica
Dimensión 1	7,000	127,00	-4,484	0.000

Nota. Nivel de significancia (sig) calculado sea menor de 0.05, obtenido a través del software SPSS v27

Hipótesis

H1: El uso del programa Excel mejora el aprendizaje de determinantes de matrices en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima.

H0: El uso del programa Excel no uso del programa Excel mejora el aprendizaje de determinantes de matrices en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima.

Conclusión estadística

En la tabla 12, la información proporcionada, revela la presencia de diferencia sustancial entre el GC y GE en los puntajes globales del post test en relación al proceso de aprendizaje de determinantes de matrices cuadradas. Esto se confirma con valores asintóticos de significancia de 0.000, los cuales son inferiores a 0.05. De manera concluyente se acepta la hipótesis alterna, evidenciando que la implementación de un programa en Excel mejora significativamente en el aprendizaje de determinantes de matrices en el curso de Matemática I en los estudiantes de un instituto.

Objetivo específico 3: Determinar el efecto de la aplicación del programa Excel en el aprendizaje del cálculo de la matriz inversa en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima.

Tabla 13

Resultados de la prueba U de Mann – Whitney para muestras independientes del Post -test del GC y GE en la dimensión 3 aprendizaje de la matriz inversa.

	U de Mann Whitney	W de Wilcoxon	Z	Significancia asintótica
Dimensión 3	16,500	136,500	-4,157	0,000

Nota. Nivel de significancia (sig) calculado sea menor de 0.05, obtenido a través del software SPSS v27.

Hipótesis

H1: El uso del programa Excel mejora el aprendizaje del cálculo de la matriz inversa en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima.

H0: El uso del programa Excel no mejora el aprendizaje del cálculo de la matriz inversa en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima.

Conclusión estadística

Los datos obtenidos de la tabla anterior muestran marcadas diferencias entre el GE y GC en la evaluación posterior de la Matriz Inversa, con valores asintóticos de significancia de 0.000, los cuales son inferiores a 0.05. Esto indica de manera definitiva la presencia de una diferencia significativa entre los dos grupos. De manera concluyente se acepta la hipótesis alterna evidenciando que la

implementación del programa en Excel mejora significativamente el aprendizaje de matrices inversas en la materia de Matemática I en estudiantes de un instituto.

Objetivo específico 4: Determinar el efecto de la aplicación del programa Excel en el aprendizaje de solución de sistemas cuadrados de ecuaciones lineales en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima.

Tabla 14

Resultados de la Prueba t-Student para muestras independientes del post test en la dimensión 4 aprendizaje de sistemas cuadrados de ecuaciones lineales.

		Prueba de Levene		Prueba t para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	≠ de medias	≠ de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia
								Inferior	Superior
Post Test – GC Y GE – D4	Se asumen								
	varianzas iguales	,069	,795	-9,266	28	,000	-3,533	,381	-4,314

Nota. Nivel de significancia (sig) calculado sea menor de 0.05, obtenido a través del software SPSS v27.

Hipótesis

H1: El uso del programa Excel mejora el aprendizaje de solución de sistemas cuadrados de ecuaciones lineales en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima.

H0: El uso del programa Excel no mejora el aprendizaje de solución de sistemas cuadrados de ecuaciones lineales en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima.

Conclusión estadística

En la tabla 14, se puede apreciar que el valor de “sig” es 0.00, asumiendo igualdad de varianzas ($p < 0.05$). Esto evidencia que los puntajes globales del grupo experimental son mayores al grupo control con respecto al aprendizaje de sistemas cuadrados de ecuaciones lineales. De manera concluyente se acepta la hipótesis alterna evidenciando que la implementación de un programa en Excel mejora significativamente el aprendizaje de sistemas cuadrados de ecuaciones lineales en el curso de Matemática I en estudiantes de un instituto.

VII. DISCUSIÓN

Con respecto al objetivo general, los hallazgos del estudio confirman la eficacia de utilizar Excel para el aprendizaje del Cálculo Matricial en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima. Se puede notar que en el post test la mediana del grupo experimental es superior que la del grupo control, lo que evidencia un progreso sustancial en la adquisición de conocimientos. Por ello, al aplicar la t-Student, se pudo evidenciar un valor de significancia $p=0.000$, lo que indicó aceptar la hipótesis alterna que postula que la utilización del software Excel contribuye a la mejora en el aprendizaje del cálculo matricial por parte de estudiantes en el contexto del curso de Matemática I en la ESTS.

Este hallazgo se alinea con investigaciones previas como las de Guillén (2018), quien también encontró que la aplicación de Excel mejora el rendimiento en la resolución de ejercicios de matrices, evidenciado por un incremento en los puntajes del grupo experimental frente al grupo de control (promedio de 14.33 frente a 11.30, $p<0.05$). De forma similar, Pérez (2016) observó un notable aumento en el porcentaje de aprobación en el curso de matemáticas, incrementando del 20.89% al 97.01%, tras implementar el uso de Excel, lo cual subraya su eficacia en el rendimiento académico. Asimismo, Marín y Eka (2019), mostraron una mejora significativa en la comprensión matemática del grupo experimental con un T valor de 0.006 ($p < 0.05$) a través del programa Excel.

La literatura teórica también respalda la efectividad de Excel como herramienta educativa en el contexto matemático. Alcázar y Álvarez (2018) destacan que Excel, debido a su familiaridad y su capacidad para realizar cálculos complejos, facilita a los estudiantes la manipulación y comprensión de operaciones avanzadas en álgebra

lineal, como el cálculo de determinantes y multiplicación de matrices. En términos de la teoría de Ausubel, quien valora el aprendizaje por recepción como mecanismo de adquisición de conocimiento, Excel proporciona un medio directo para que los estudiantes reciban información estructurada y procesen el conocimiento a través de ejemplos prácticos y visuales (Silva, 2020). En conclusión, el uso del programa Excel no solo refuerza el aprendizaje del cálculo matricial, sino que también se muestra como una herramienta pedagógica valiosa que promueve un aprendizaje más significativo y accesible para los estudiantes, tal como lo sugieren los antecedentes y las teorías revisadas.

En el objetivo específico 1, los resultados obtenidos indicaron que se presenta una diferencia importante entre el grupo de experimento y de control en la evaluación general del aprendizaje de las operaciones básicas con matrices, al obtener significancias asintóticas de 0.000, los cuales son menores a 0.05. Por consiguiente, nos encontramos en la posición de respaldar la hipótesis alterna establecida indicando que el programa Excel mejora el aprendizaje de operaciones básicas con matrices en el curso de matemáticas.

Al comparar estos resultados con los antecedentes, encontramos similitudes con el estudio de Rodríguez (2021), quien reportó mejoras significativas en la resolución de funciones básicas con Excel en estudiantes de educación secundaria en la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Este antecedente resalta cómo Excel facilita la comprensión de problemas matemáticos complejos, especialmente en áreas que implican operaciones repetitivas y algoritmos específicos. Por otro lado, Castro y Orjuela (2022) en su investigación observaron que los estudiantes incrementaron en un 20% su comprensión de operaciones matemáticas básicas al usar Excel, complementado con estrategias de lúdica digital, lo cual también apunta

a la efectividad de esta herramienta para mejorar la competencia matemática y el pensamiento lógico en los estudiantes.

Desde una perspectiva teórica, este estudio confirma los postulados de Flores (2003) y Godino et al. (2003) sobre el aprendizaje matemático. En línea con Flores, la mejora observada en los estudiantes de SENATI evidencia que la tecnología puede facilitar el cambio conductual esperado en el aprendizaje de las operaciones con matrices. Según el enfoque conductual, los estudiantes adquieren habilidades específicas que les permiten manipular matrices, mientras que, desde el enfoque cognitivo, se observa una transformación en sus estructuras mentales al comprender y aplicar las operaciones en distintos contextos. Además, siguiendo la teoría de Godino et al., el uso de Excel permite que los estudiantes participen activamente en la construcción de su conocimiento mediante la resolución práctica de problemas. Esta participación activa y la resolución de problemas matemáticos utilizando Excel se alinean con el modelo de aprendizaje constructivista, donde el descubrimiento y la reflexión juegan roles cruciales en el desarrollo de la comprensión.

En conclusión, el uso del programa Excel no solo mejora el aprendizaje de las operaciones básicas con matrices en el curso de Matemática I, sino que también se presenta como un recurso valioso en la enseñanza de conceptos complejos, apoyado tanto por evidencia empírica como por los fundamentos teóricos del aprendizaje matemático activo y reflexivo.

En el segundo objetivo específico, los resultados obtenidos señalan que el valor de significancia “sig” es de $0.00 < a 0.05$, bajo la suposición de medianas diferentes. Esto respalda la conclusión del resultado obtenido por parte del grupo experimental en la evaluación completa del aprendizaje de determinantes de matrices cuadradas

de segundo y tercer orden son mayores en relación con el grupo control. Por lo tanto, se aceptó la hipótesis alterna que el programa Excel mejora el aprendizaje de determinantes de matrices en el curso de matemáticas I.

Al comparar estos hallazgos con los antecedentes, se observa una coherencia en los resultados. Fernández y Roca (2019), por ejemplo, también reportaron una mejora significativa en el aprendizaje de álgebra lineal, específicamente en el tema de determinantes, en estudiantes de secundaria, logrando que el 85% de los estudiantes pasaran del nivel básico al nivel de logro esperado después de utilizar Excel. Asimismo, Guillén (2018) encontró que la aplicación de Excel permitió una mejora notable en la resolución de ejercicios de determinantes en estudiantes del Instituto Superior Daniel A. Carrió, con un incremento en el promedio de calificaciones de 9.28 a 13.6. Estos estudios subrayan la utilidad de Excel para facilitar la comprensión de temas complejos en álgebra lineal y matrices, siendo un recurso pedagógico que potencia el aprendizaje de operaciones específicas como el cálculo de determinantes.

En cuanto a la fundamentación teórica, esta investigación respalda la teoría constructivista de Bruner, que enfatiza el aprendizaje por descubrimiento como un proceso que surge de la curiosidad y la exploración activa. La implementación de Excel permite que los estudiantes manipulen datos y fórmulas para obtener resultados en tiempo real, lo cual estimula su capacidad para organizar y construir su propio conocimiento, como sugiere el enfoque de Bruner. Además, la teoría de Godino et al. (2003) respalda que el aprendizaje matemático desde la percepción constructivista debe estar vinculado a aplicaciones prácticas, permitiendo que los estudiantes desarrollen su propio conocimiento mediante la resolución de problemas de la vida real. La posibilidad de trabajar con Excel fomenta este tipo de

aprendizaje constructivo, ya que los estudiantes pueden aplicar y ver los resultados de sus operaciones de forma inmediata.

Por otro lado, Farfán (2017) y Lewis (2006) también destacan las ventajas educativas de Excel, argumentando que su uso no solo facilita la resolución de problemas, sino que también mejora las habilidades de los estudiantes en el manejo de datos y fórmulas, habilidades clave en el ámbito matemático y profesional. En particular, Lewis considera Excel como un recurso valioso que aumenta la destreza de los estudiantes al emplear herramientas para manipular y analizar información de manera eficiente. Por ello, Sánchez y Breña (2011) podemos ver que los determinantes permiten definir la matriz inversa y establecer un criterio para su existencia (Si $|A| = 0$, A^{-1} no existe).

En conclusión, el uso de Excel en la enseñanza de determinantes de matrices en el curso de Matemática I ha demostrado ser una herramienta eficaz para mejorar el aprendizaje de los estudiantes, y estos resultados son consistentes tanto con estudios previos como con teorías constructivistas y de aprendizaje por descubrimiento. Este enfoque no solo permite la comprensión de conceptos matemáticos complejos, sino que también motiva a los estudiantes a explorar y construir su propio conocimiento a través de aplicaciones prácticas en un entorno digital.

En el objetivo específico 3 del resultado obtenido se nos señala que se presenta un contraste significativo entre el grupo de experimento y control en la evaluación global del aprendizaje de las matrices inversas, como se evidencia mediante significancias asintóticas de 0.000, las cuales son inferiores a 0.05. Por lo tanto, nos encontramos en la posición de respaldar la hipótesis indicando que el programa

Excel mejora el aprendizaje del cálculo de la matriz inversa en el área de matemáticas I.

Los resultados obtenidos son consistentes con los estudios de Fernández y Roca (2019) y Guillén (2018), quienes también observaron mejoras significativas en el aprendizaje de temas de álgebra lineal mediante el uso de Excel. Fernández y Roca destacaron que el 80% de los estudiantes lograron el nivel esperado en el cálculo de la matriz inversa tras el uso de Excel, en comparación con un 65% que inicialmente se encontraba en un nivel básico. Por su parte, Guillén encontró que el promedio de calificaciones en operaciones con matrices aumentó de 11.28 a 16.0 en el grupo experimental, lo que evidencia la capacidad de Excel para mejorar el rendimiento académico al proporcionar un enfoque práctico y visual en el aprendizaje de operaciones complejas.

Desde una perspectiva teórica, estos resultados son apoyados por la Taxonomía de Bloom, la cual establece que el aprendizaje se estructura en niveles de complejidad cognitiva. Según Alcázar y Álvarez (2018), Excel facilita la progresión de los estudiantes a través de estos niveles: desde el recuerdo y comprensión de conceptos básicos hasta la aplicación y análisis de operaciones con matrices. En el contexto de esta investigación, Excel permite a los estudiantes experimentar en el nivel de síntesis, combinando fórmulas y métodos de cálculo para resolver problemas de matrices y verificar los resultados, lo cual fortalece su capacidad de evaluación. En tal sentido en los trabajos de Sánchez y Breña (2011), Bracamonte y Llontop (2015), se puede observar cómo se emplea la matriz inversa para la solución de sistemas de ecuaciones lineales cuadradas que tienen una gama amplia aplicación en el campo de la ingeniería.

Además, el uso de Excel en el aprendizaje de la matriz inversa no solo proporciona una comprensión práctica, sino que también prepara a los estudiantes para utilizar estos conocimientos en áreas como la ingeniería, donde el álgebra lineal y las operaciones con matrices son fundamentales. Hernández et al. (2012) resaltan que el cálculo matricial, y en especial la matriz inversa, es crucial para resolver sistemas de ecuaciones complejos y comprender transformaciones en múltiples campos.

En conclusión, los resultados de esta investigación reflejan que el uso de Excel mejora significativamente el aprendizaje del cálculo de la matriz inversa, lo cual está respaldado por antecedentes y teorías de aprendizaje que enfatizan la utilidad de herramientas prácticas y visuales para el desarrollo de habilidades matemáticas. Este enfoque permite a los estudiantes comprender y aplicar los conceptos de manera autónoma y efectiva, consolidando su conocimiento y preparándolos para desafíos matemáticos avanzados en su formación académica y profesional.

Finalmente, en el cuarto objetivo específico, los resultados obtenidos, nos señala que se encuentra un contraste significativo entre el grupo de experimento y control en la evaluación global del aprendizaje de sistemas de ecuaciones lineales. Esto refleja con una significancia asintótica de 0.000, la cual es menor al valor de 0.05. Por lo tanto, nos encontramos en una posición que implica la aceptación de la hipótesis alterna, indicando que el programa Excel mejora el aprendizaje de sistemas cuadrados de ecuaciones lineales en el curso de matemáticas I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima.

Al comparar estos hallazgos con los antecedentes, encontramos que Fernández y Roca (2019) llevaron a cabo una investigación similar en la I.E.P. San Isidro,

donde la implementación de Excel en el aprendizaje del álgebra lineal en estudiantes de secundaria también mostró una mejora significativa. En su estudio, tras la intervención, el porcentaje de estudiantes que alcanzó el “nivel logro esperado” aumentó del 60% al 65%. Esto confirma la efectividad de Excel en facilitar el aprendizaje de conceptos matemáticos complejos y alinear su uso con el objetivo de mejorar la comprensión de los estudiantes en temas de álgebra lineal.

De manera similar, Guillén (2018) realizó una investigación con estudiantes de un instituto superior en Lima, aplicando el programa Excel en la resolución de ejercicios de matrices en Matemática II. Este estudio reveló una mejora en el promedio de calificaciones de los estudiantes, de 10.09 a 13.16, lo cual confirma el impacto positivo de Excel en el aprendizaje y en la resolución de ejercicios de sistemas de ecuaciones. Ambos antecedentes refuerzan la idea de que la integración de herramientas tecnológicas, como Excel, no solo facilita los cálculos sino también mejora el desempeño académico al permitir que los estudiantes se enfoquen en la comprensión de los procedimientos, en lugar de en los cálculos manuales.

En cuanto a la fundamentación teórica, Santamarta et al. (2018) destacan que Excel facilita el aprendizaje de cálculo matricial mediante sus herramientas integradas que automatizan y simplifican los cálculos complejos, como la multiplicación de matrices o la determinación del determinante. Este aspecto es fundamental en la enseñanza de sistemas de ecuaciones lineales, ya que permite a los estudiantes enfocarse en la lógica detrás de los procedimientos sin verse abrumados por el cálculo manual. Esto también se opone a la concepción idealista-platónica expuesta por Godino et al. (2003), que sugiere que el aprendizaje debería centrarse en los axiomas y fundamentos puros de las matemáticas sin aplicar herramientas prácticas. La evidencia empírica, sin embargo, sugiere que el enfoque

práctico y aplicado, como el uso de Excel, aporta un valor significativo al proceso educativo, ya que permite al estudiante adquirir un dominio operativo y comprensivo que beneficia el desarrollo de habilidades en matemáticas aplicadas.

En conclusión, el uso de Excel en la enseñanza de sistemas de ecuaciones lineales no solo se respalda por datos estadísticos sólidos, sino que también encuentra una base teórica en la automatización y simplificación de cálculos que este software facilita. Estos resultados sugieren que la inclusión de herramientas tecnológicas en la enseñanza de matemáticas puede incrementar notablemente el aprendizaje y desempeño de los estudiantes, proporcionando un enfoque educativo más aplicable y menos abstracto.

VIII. CONCLUSIONES

En el objetivo general, se halló en la prueba t-Student que hubo diferencias significativas en las medias halladas de las calificaciones luego de la aplicación del programa Excel, evidenciando que el grupo control obtuvo una media de 10.53 a diferencia del grupo experimental que obtuvo una media de 17, demostrando que el grupo experimental desarrollo un avance mayor en el aprendizaje del cálculo matricial a diferencia del grupo control quien no recibió las sesiones de aprendizaje del programa Excel. Por lo tanto, la prueba estadística determino la aceptación de la hipótesis alterna, indicando que el uso del programa Excel mejora de manera significativa el aprendizaje del Calculo Matricial en el curso de Matemáticas por parte de los alumnos ($T = -14,867$ y $\text{sig.} = 0,000$).

En el objetivo específico 1, se halló en la prueba U de Mann Whitney que los estudiantes del grupo experimental mostraron un desempeño más efectivo al resolver problemas relacionados con las operaciones elementales en matrices. Por lo tanto, la prueba estadística determino la aceptación de la hipótesis alterna indicando que el programa Excel aporta en la mejora significativa en el aprendizaje de la dimensión operaciones básicas de matrices en el contexto del curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima ($U=2,500$; $\text{sig}=0,000$).

En el objetivo específico 2, se halló en la prueba U de Mann Whitney que los estudiantes pertenecientes al conjunto experimental lograron resolver problemas de cálculo de determinantes de manera satisfactoria a comparación del grupo control. Por lo tanto, la prueba estadística estableció la negación de la hipótesis nula aceptando la alterna, indicando que el programa Excel mejora el aprendizaje en la

dimensión determinantes de matrices cuadradas en el contexto del curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima, (Mann-Whitney=7,000; sig=0,000).

En el objetivo específico 3. se halló en la prueba U de Mann Whitney que los alumnos del grupo de experimento realizaron el cálculo de la matriz inversa de manera satisfactoria y en un período de tiempo menor al del grupo control. En tal sentido, se aceptó la hipótesis alterna que establece que el uso del programa Excel mejora significativamente el aprendizaje de la dimensión cálculo de la matriz inversa en el curso de Matemáticas I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI en Lima (Mann-Whitney=16,500; sig.=0,000).

Finalmente, en el cuarto objetivo específico, se halló en la prueba t-Student que los integrantes del grupo experimental lograron resolver satisfactoriamente sistemas de ecuaciones cuadradas lineales en comparación al grupo control. En tal sentido se aceptó la hipótesis alterna lo que sugiere que el uso del programa Excel mejora el aprendizaje de solución de sistemas cuadrados de ecuaciones lineales en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima (T= -9,266; sig.=0,000).

IX. RECOMENDACIONES

1. A la directiva capacitar a sus docentes en el uso del programa Excel en la formación de matemáticas, ya que, trae consigo la posibilidad de brindar una formación constante a los maestrandos en emplear Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), permitiéndoles posteriormente transmitir este conocimiento a sus alumnos, fomentando así la responsabilidad en la utilización adecuada de la tecnología.
2. A los docentes de matemáticas, promover el manejo de la aplicación Excel en la instrucción de materias del ámbito científico, especialmente en matemáticas, debido a los exitosos resultados obtenidos en el experimento actual. Por ejemplo, esto puede ser aplicado en la carrera de Técnicos en Ingeniería Electrónica, en el Módulo Formativo de Matemáticas, que abarca temas como Tipos y Operaciones de Matrices, Determinantes y Matriz Inversa, Técnicas de Solución para Sistemas de Ecuaciones Lineales.
3. Proporcionar formación a los profesores de matemáticas en todas las sedes de SENATI en el manejo de Tecnologías de la Información y la tecnología de la Comunicación (TIC), con el propósito de que puedan llevar a cabo una labor educativa efectiva que facilite a los estudiantes la realización de los objetivos fijados. Algunos ejemplos de herramientas incluyen el uso de dispositivos como PC, tabletas u otros, así como especializarse en el software educativo Excel.
4. Incluir en los planes de estudio de cursos impartidos en SENATI la incorporación de actividades prácticas con software educativo en entornos de laboratorio. Esto enriquece la experiencia de aprendizaje del estudiante al hacer uso de herramientas digitales para su aprendizaje, lo que resulta en un proceso más estimulante y atractivo.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, M. (2012). Aprendizaje y Tecnologías de Información y Comunicación: Hacia nuevos escenarios educativos. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 10(2), 801–811. <http://scielo.org.co/pdf/rlcs/v10n2/v10n2a02.pdf>
- Alcázar, M., & Álvarez, C. (2018, July 31). *Utilización de Microsoft EXCEL en la enseñanza de sistemas eléctricos de potencia: desarrollo de un método matricial para la resolución del problema de despacho económico*. <https://doi.org/10.4995/inred2018.2018.8562>
- Arias, J., & Covinos, M. (2021). Diseño y metodología de la investigación. In *Enfoques Consulting EIRL* (1era edición). <https://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2260>
- Baena, G. (2017). *Metodología de la investigación* (Grupo Editorial Patria, Ed.; 3era Edición). <https://www.calameo.com/books/0060714041cef948e6094>
- Bautista-Díaz, M., Victoria-Rodríguez, E., Vargas-Estrella, L., & Hernández-Chamosa, C. (2020). Pruebas estadísticas paramétricas y no paramétricas: su clasificación, objetivos y características. *Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de La Salud Universidad Autónoma Del Estado de Hidalgo*, 9(17), 78–81. <https://doi.org/10.29057/icsa.v9i17.6293>
- Bracamonte, W., & Llontop, A. (2015). *Sistema de Ecuaciones Lineales de dos a más Variables para Solución de Problemas de Redes Eléctricas* [Tesis Licenciatura, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/441>

- Castro, B., & Orjuela, J. (2022). *La Lúdica Digital como Estrategia Pedagógica para el Fortalecimiento del Proceso de Aprendizaje de las Funciones Matemáticas del Programa Excel de los estudiantes del grado octavo de la Institución Educativa Ntra. Sra. Del Carmen de Barbosa*. [Tesis de Maestría, Universidad de Cartagena]. <https://hdl.handle.net/11227/15084>
- Cortada, James. (2020). Living with Computers. *Springer*, 1–115. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-34362-0_1
- Curo, A., & Martínez, M. (2016). Matemática básica para administradores. In *Matemática básica para administradores* (3ra Ed.). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas S.A.C. <https://doi.org/10.19083/978-612-318-056-0>
- Da Silva, J. (2020). A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel: uma análise das condições necessárias. *Research, Society and Development*, 9(4), e09932803. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i4.2803>
- Díaz, S. (2015). *Influencia del programa Excel 15.0 como Herramienta pedagógica en el aprendizaje en el Área de Matemáticas de los Alumnos del Primer grado de la I.E. San Santiago, Distrito de Huasmín - Celendín, 2014* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1579>
- Díaz-Barriga, Á. (2013). TIC en el trabajo del aula. Impacto en la planeación didáctica. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, IV (10), 3–21. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=299128588003>
- Farfán, M. (2017). *Nivel de competencia de Microsoft Excel en el taller de Computación del área de Educación para el trabajo para los estudiantes del quinto año de educación secundaria de la institución educativa n.º 2088*

- República Federal de Alemania, San Martín de Porres, 2016* [Tesis Licenciatura, Universidad César Vallejo].
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/7667>
- Fernández, C., & Roca, I. (2019). *Aplicación del Excel para el aprendizaje del Algebra lineal de los estudiantes de quinto año de nivel secundaria de la I.E.P. San Isidro, de Puerto Maldonado, 2018* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios].
<http://hdl.handle.net/20.500.14070/530>
- Flores, P. (2003). Aprendizaje en matemáticas. *Universidad de Granada*, 1–9.
<http://www.ugr.es/~pflores/textos/cLASES/CAP/APRENDI.pdf>
- Godino, J., Banatero, C., & Font, V. (2003). Fundamentos de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas para maestros. *Universidad de Granada - Departamento de Didáctica de La Matemática*, 1–155.
https://www.ugr.es/~jgodino/edumat-maestros/manual/1_Fundamentos.pdf
- Gogus, A. (2012). Encyclopedia of the Sciences of Learning. *Encyclopedia of the Sciences of Learning*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6>
- Gómez, M., & Gutiérrez, J. J. (2015). Competencia digital en la formación inicial del profesorado. *Revista Ibero Americana de Educación*, 68(2), 141–156.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5875601>
- Guilar, M. (2009). Las ideas de Bruner: “de la revolución cognitiva” a la “revolución cultural.” *Revista Educere*, 13(44), 235–241.
<https://www.redalyc.org/pdf/356/35614571028.pdf>
- Guillén, P. (2018). *Aplicación del Programa Excel en la resolución de Ejercicios de Matrices de la Asignatura de Matemática II en los Estudiantes del Instituto*

- Superior Daniel A. Carrió, Lima 2014* [Tesis de Maestría, Universidad San Martín de Porres]. <https://hdl.handle.net/20.500.12727/3923>
- Hernández, E., Jesús, M., Gallo, V., Ángeles, M., & Moro, Z. (2012). *Álgebra lineal y Geometría 3.^a edición* (3ra Ed.). Pearson. [https://repositorio.uci.cu/bitstream/123456789/9427/1/%C3%81lgebra%20lineal%20y%20geometr%C3%ADa%20\(%20PDFDrive%20\).pdf](https://repositorio.uci.cu/bitstream/123456789/9427/1/%C3%81lgebra%20lineal%20y%20geometr%C3%ADa%20(%20PDFDrive%20).pdf)
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación* (5ta ed.). The McGraw-Hill. https://drive.google.com/file/d/1OzAyRwb_hGWHFOuhs6iWpFv8bstIXLfs/view
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta edición).
- Hernández, S., & Duana, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Revista UAEH*, 9(17), 51–53. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/issue/archive>
- Lewis, P. (2006). *Spreadsheet Magic* (2da Ed.). International Society for Technology in Education. https://books.google.com.pe/books?id=gJ7FE0VWPpsC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- López, M., Lagunes, C., & Herrera, S. (2006). Excel como una Herramienta asequible en la enseñanza de la estadística. *Revista Teoría de La Educación: Educación y Cultura En La Sociedad de La Información*, 7(1). https://campus.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_07/n7_art_lopez_lagunes_herrera.htm

- López, P., & Fachelli, S. (2015). Metodología de la investigación social cuantitativa. En *Universidad Autónoma de Barcelona* (1st ed.).
<https://doi.org/10.1344/reyd2018.17.13>
- Martin, B., & Eka, S. (2019). Developing the Students' Ability in Understanding Mathematics and Self-confidence with VBA for Excel. *Journal of Research and Advances in Mathematics Education*, 4(1), 45–56.
<http://journals.ums.ac.id/index.php/jramathedu>
- Monsalve, S. (2009). *Álgebra Lineal con notas Históricas y contextos económicos* (1ra Ed.). Universidad Nacional de Colombia.
<https://sacaba.gob.bo/images/wsacaba/pdf/libros/matematicas/MatemáticasBásicasparaEconomistasVol1-SergioMonsalve.pdf>
- Ogata, K. (2010). *Ingeniería de control moderna* (5ta Ed.). Pearson Education.
https://www.academia.edu/22360801/Ingenier%C3%ADa_de_control_moderna
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la C. y la C. (2013). *Enfoques Estratégicos sobre las TIC en Educación en América Latina y el Caribe* (1ra Ed.). UNESCO.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000223251>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2016). *PISA 2015*.
<https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus-ESP.pdf>
- Orrantía, J. (2006). El aprendizaje de las Matemáticas: una perspectiva evolutiva. *Revista de Psicología*, 158(80), 1–23.
http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862006000200010

- Ortiz, M. (2011). *ExcelTotal*. ExcelTotal. <https://exceltotal.com/que-es-excel/#more-17244>
- Oviedo, H., & Campo-Arias, A. (2005). Metodología de investigación y lectura crítica de estudios Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, XXXIV(4), 572–580. <https://www.redalyc.org/pdf/806/80634409.pdf>
- Pedrosa, I., Juarros-Basterretxica, J., Robles-Fernández, A., Basteiro, J., & García-Cueto, E. (2014). Pruebas de bondad de ajuste en distribuciones simétricas, ¿qué estadístico utilizar? *Universitas Psychologica*, 14(1), 245–254. <https://doi.org/10.11144/JAVERIANA.UPSY14-1.PBAD>
- Pérez, F. (2016). *Utilización de la hoja de cálculo excel en el rendimiento académico del área de matemáticas en estudiantes del grado noveno, Institución educativa juvenil Nuevo Futuro; Medellín-2014* [Tesis Maestría, Universidad Wiener]. <https://hdl.handle.net/20.500.13053/734>
- Pineda, D. (2018). *Propuesta de la enseñanza de la estadística a través de la hoja de cálculo de Excel en grado décimo de la I.E Santa Elena de El Cerrito, Valle del Cauca* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/76558>
- Ramírez, H. (2012). *Robótica: Modelado Cinemática de Robots*. <https://www.utm.mx/~hugo/robot/Robot2.pdf>
- Rodríguez, S. (2021). *Programa educativo Excel en la resolución de problemas en la asignatura matemática II en los estudiantes del programa de estudio de educación secundaria con especialidad en idiomas extranjeros de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos 2019* [Tesis de

Maestría, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana].
<https://hdl.handle.net/20.500.12737/7531>

Rojas-Escribano, L., Báez-Rojas, J., & Corona-Galindo, M. (2017). Propuesta didáctica para la enseñanza del tema de optimización, apoyado con Excel y GeoGebra, para estudiantes de bachillerato. *Cinvestav-IPN*, 9, 53–64.
<http://astro.inaoep.mx/archivos/nathalie/Corona/Tareas.pdf>

Sánchez, H., & Reyes, C. (2015). *Metodología y diseños en la investigación científica* (5ta ed.). Business Support Aneth.
https://www.academia.edu/78002369/METODOLOG%3%8DA_Y_DISE%3%91OS_EN_LA_INVESTIGACI%3%93N_CIENT%3%8DFICA

Sánchez, I., & Breña, V. (2011). *Álgebra lineal $Ax=b$* (1ra Ed.). Universidad Autónoma Metropolitana.
<http://dcsh.xoc.uam.mx/repdig/index.php/colecciones/materiales-didacticos/item/120-algebra-lineal>

Santamarta, J., Tomás, R., Rodríguez, J., Hernández, L., Cano, M., & Riquelme, A. (2018). Optimización y eficiencia en los cálculos de ingeniería mediante hojas de cálculo. *RUA*, 456–470. <http://hdl.handle.net/10045/77948>

Zapata-Ros, M. (2015). Teorías y modelos sobre el aprendizaje en entornos conectados y ubicuos. Bases para un nuevo modelo teórico a partir de una visión crítica del “conectivismo.” *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 16(1), 69–102. <https://doi.org/10.14201/eks201516169102>

XI. ANEXOS

Anexo 1: Instrumentos de investigación

TEMARIO DEL PROGRAMA DE INTERVENCIÓN DEL PROGRAMA EXCEL PARA EL DESARROLLO DE CLASES

Manejo de Matrices en Excel

Matrices

Se denomina de dimensiones $m \times n$ en un conjunto de números reales a una estructura rectangular que alberga $m \times n$ valores numéricos reales, organizados en un arreglo de m filas y n columnas.

Una matriz es una estructura organizada de valores a_{ij} de la manera:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \cdots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & \cdots & a_{3n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & a_{m3} & \cdots & a_{mn} \end{pmatrix} = (a_{ij})$$

A los valores numéricos a_{ij} se les designa como los componentes de la matriz. Las divisiones horizontales se conocen como filas de la matriz, mientras que las verticales representan sus columnas. El primer índice (i) identifica la fila, mientras que el segundo (j) corresponde a la columna. Por ejemplo, a_{32} se refiere al elemento ubicado en la tercera fila y la segunda columna. La matriz tiene un tamaño de $m \times n$. Generalmente, las estructuras matriciales se representan mediante letras en mayúsculas como A, B, C, ... y sus componentes se denotan con letras en minúsculas como a, b, c, ...

OPERACIONES CON MATRICES

Suma y Resta

Para efectuar operaciones de suma o resta entre matrices, es necesario que estas compartan la misma dimensión, con igual cantidad de filas y columnas. En el proceso de suma o resta, se efectúa la adición o sustracción de los elementos correspondientes en las posiciones correspondientes de las matrices

Ejemplos ilustrativos

Sean las matrices $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \end{pmatrix}$ $B = \begin{pmatrix} 2 & -2 & -3 \\ 4 & -1 & -3 \end{pmatrix}$ hallar:

1) $A + B$ 2) $A - B$ 3) $B - A$

$$1) A + B = \begin{pmatrix} 1+2 & 2+(-2) & 3+(-3) \\ 4+4 & 5+(-1) & 6+(-3) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 & 0 & 0 \\ 8 & 4 & 3 \end{pmatrix}$$

$$2) A - B = \begin{pmatrix} 1-2 & 2-(-2) & 3-(-3) \\ 4-4 & 5-(-1) & 6-(-3) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 4 & 6 \\ 0 & 6 & 9 \end{pmatrix}$$

$$3) B - A = \begin{pmatrix} 2-1 & -2-2 & -3-3 \\ 4-4 & -1-5 & -3-6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & -4 & -6 \\ 0 & -6 & -9 \end{pmatrix}$$

Multiplicación de un escalar por una matriz

El resultado de multiplicar la matriz A por el escalar K, indicado como $K * A$ o solamente KA, esto se logra al multiplicar cada componente de la matriz A por K

Ejemplos ilustrativos

Sea $A = \begin{pmatrix} -2 & 4 \\ -8 & 6 \end{pmatrix}$, calcular

1) $2A$

2) $\frac{1}{2}A$

Solución:

$$1) 2A = 2 \begin{pmatrix} -2 & 4 \\ -8 & 6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \cdot (-2) & 2 \cdot 4 \\ 2 \cdot (-8) & 2 \cdot 6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -4 & 8 \\ -16 & 12 \end{pmatrix}$$

$$1) \frac{1}{2}A = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} -2 & 4 \\ -8 & 6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{1}{2} \cdot (-2) & \frac{1}{2} \cdot 4 \\ \frac{1}{2} \cdot (-8) & \frac{1}{2} \cdot 6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 2 \\ -4 & 3 \end{pmatrix}$$

Multiplicación entre matrices

Para llevar a cabo la multiplicación de un par de matrices, es fundamental que el número de columnas de la primera matriz sea igual al número de filas de la segunda matriz. La matriz obtenida de este producto será igual al número de filas de la primera matriz e igual al número de columnas de la segunda matriz. En otras palabras, considerando una matriz A de orden 2x3 y una matriz B de orden 3x2 como ejemplo, la multiplicación A x B es posible porque hay concordancia entre el número de columnas de la matriz A y el número de filas de la matriz B. Como resultado de esta multiplicación, se obtendrá una matriz de dimensiones 2x2.

Propiedades del producto de matrices:

- 1) $A \times B \neq B \times A$
- 2) $A \times (B + C) = A \times B + A \times C$
- 3) $k(A \times B) = A \times (kB)$, siendo k un escalar
- 4) $(A \times B) \times C = A \times (B \times C)$
- 5) $(B + C) \times A = B \times A + C \times A$

Ejemplos ilustrativos

Dado $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 3 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}$, $C = \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ -3 & 2 \\ -2 & 3 \end{pmatrix}$ y $k = 2$ calcular:

- 1) AxB
- 2) BxA
- 3) *Comprobar* $Ax(B + C) = AxB + AxC$

Solución:

$$1) AxB = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 3 \\ 1 & 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \cdot 1 + 2 \cdot 2 + 3 \cdot 1 & 1 \cdot 2 + 2 \cdot 3 + 3 \cdot 2 \\ 4 \cdot 1 + 5 \cdot 2 + 6 \cdot 1 & 4 \cdot 2 + 5 \cdot 3 + 6 \cdot 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 8 & 14 \\ 20 & 35 \end{pmatrix}$$

Potencia de matrices

La potencia equivale a una forma resumida de multiplicar

Ejemplo ilustrativo

Dada la matriz $A = \begin{pmatrix} 2 & 2 \\ 0 & 2 \end{pmatrix}$, calcular $A + A^2 + A^3 + A^4$

Determinantes

El Determinante de la Matriz $A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix}$ es el número real denotado por $|A|$, en el cual:

a_{11} y a_{22} = Elementos de la diagonal principal

a_{12} y a_{21} = Elementos de la diagonal secundaria

El determinante de la Matriz $A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix}$ es definido por el producto de los elementos de la diagonal principal menos el producto de los elementos de la diagonal secundaria, es decir,

$$|A| = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}$$

$$|A| = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}$$

$$|A| = a_{11} \cdot a_{22} - a_{12} \cdot a_{21}$$

El Determinante de la matriz $A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix}$ es definido de algunos modos, siendo uno el

siguiente:

$$|A| = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{21} & a_{22} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{31} & a_{32} \end{vmatrix}$$

Propiedades de los determinantes

1) Si se realiza un intercambio entre las filas y las columnas de un determinante, su resultado permanece inalterado.

Ejemplo:

$$\begin{vmatrix} 2 & 4 \\ 3 & 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 2 & 3 \\ 4 & 1 \end{vmatrix}$$

Resolviendo los determinantes se obtiene la igualdad:

$$2 - 12 = 2 - 12$$

$$-10 = -10$$

2) Si todos los elementos de una fila o columna son ceros, el valor del determinante es cero

Ejemplo:

$$\begin{vmatrix} 0 & 4 \\ 0 & 1 \end{vmatrix} = 0 - 0 = 0$$

3) Si se lleva a cabo el intercambio de dos filas o dos columnas adyacentes en un determinante, su resultado experimenta una alteración en su signo.

Ejemplo:

$$\begin{vmatrix} 2 & 4 \\ 3 & 1 \end{vmatrix} = - \begin{vmatrix} 3 & 1 \\ 2 & 4 \end{vmatrix}$$

Resolviendo los determinantes se obtiene la igualdad:

$$2 - 12 = -(12 - 2)$$

$$-10 = -(10)$$

$$-10 = -10$$

4) Si un determinante tiene dos filas o dos columnas igual o proporcionales, su valor es cero.

Ejemplos:

$$\begin{vmatrix} 1 & 4 \\ 1 & 4 \end{vmatrix} = 4 - 4 = 0$$

$$\begin{vmatrix} 1 & 4 \\ 3 & 12 \end{vmatrix} = 12 - 12 = 0$$

5) Si los componentes de una fila o columna en una determinante se multiplican por un valor constante k, luego el valor del determinante se verá multiplicado por k.

Ejemplo:

$$\begin{vmatrix} 2 \cdot 3 & 4 \\ 3 \cdot 3 & 1 \end{vmatrix} = 3 \begin{vmatrix} 2 & 4 \\ 3 & 1 \end{vmatrix}$$

Resolviendo se obtiene la igualdad:

$$6 - 36 = 3(2 - 12)$$

$$-30 = 3(-10)$$

$$-30 = -30$$

6) Cuando los componentes de una fila o columna se descomponen en la adición de dos o más valores, la determinante puede ser representado como la adición de dos o más determinantes.

Ejemplo:

$$\begin{vmatrix} 2 + 5 & 4 \\ 3 + 5 & 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 2 & 4 \\ 3 & 1 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 5 & 4 \\ 5 & 1 \end{vmatrix}$$

$$7 - 32 = (2 - 12) + (5 - 20)$$

$$-25 = -10 - 15$$

$$-25 = -25$$

7) Si a todos los componentes de una fila o columna se les multiplica por una constante k y luego se suma a otra fila o columna, el valor de la determinante permanece sin cambios. Este principio se emplea en el método del Pivote para la evaluación de determinantes.

Ejemplo:

$$\begin{vmatrix} 2 & 3 \\ 8 & 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 2 & 3 \\ 8 + 2 \cdot (-4) & 1 + 3 \cdot (-4) \end{vmatrix}$$

Realizando las operaciones se obtiene la igualdad

$$\begin{vmatrix} 2 & 3 \\ 8 & 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 2 & 3 \\ 8 - 8 & 1 - 12 \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} 2 & 3 \\ 8 & 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 2 & 3 \\ 0 & -11 \end{vmatrix}$$

$$2 - 24 = -22 - 0$$

$$-22 = -22$$

GUÍA DEL USO DEL PROGRAMA EXCEL PARA OPERAR CON MATRICES

1. SUMA DE MATRICES 1:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	A =	1	2	3		B =	2	-2	-3		
2		4	5	6			4	-1	-3		
3											
4											
5	A + B =	3	0	0							
6		8	4	3							
7											
8											
9	A - B =	-1	4	6							
10		0	6	9							
11											
12											
13	B - A =	1	-4	-6							
14		0	-6	-9							
15											
16											
17											

1. Seleccionar el rango B5:D6
2. Escribir =B1:D2 + G1:I2
3. Presionar las teclas <CTRL> + <SHIFT> + <ENTER>

1. Seleccionar el rango B9:D10
2. Escribir =B1:D2 - G1:I2
3. Presionar las teclas <CTRL> + <SHIFT> + <ENTER>

1. Seleccionar el rango B13:D14
2. Escribir =G1:I2 - B1:D2
3. Presionar las teclas <CTRL> + <SHIFT> + <ENTER>

2. SUMA DE MATRICES 2:

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	A =	-2	4					
2		-8	6					
3								
4	K ₁ =	2						
5								
6	2A =	-4	8					
7		-16	12					
8								
9	K ₂ =	1/2						
10								
11	½ A =	-1	2					
12		-4	3					
13								
14								
15								

MULTIPLICAR UN ESCALAR CON UNA MATRIZ
1. Seleccionar el rango B6:C7
2. Escribir =B4*B1:C2
3. Presionar las teclas <CTRL> + <SHIFT> + <ENTER>

1. Seleccionar el rango B11:C12
2. Escribir =B9*B1:C2
3. Presionar las teclas <CTRL> + <SHIFT> + <ENTER>

3. PRODUCTO DE MATRICES:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1		A				B					
2	15	-8	-3		3	4	1				
3	9	-5	-2		1	2	0				
4	-5	3	1		2	5	3				
5		A*B				A⁻¹					
6	31	29	6		1	-1	1				
7	18	16	3		1	0	3				
8	-10	-9	-2		2	-5	-3				
9											
10											
11	PRODUCTO DE MATRICES 1. Seleccionar A6:C8 2. En la primera celda de la seleccion A6, escribir =MMULT(A2:C4, E2:G4) 3. Presionar las teclas <CTRL> + <SHIFT> + <ENTER>			INVERSA DE MATRICES 1. Seleccionar E6:G8 2. En la primera celda de la seleccion E6, escribir =MINVERSA(A2:C4) 3. Presionar las teclas <CTRL> + <SHIFT> + <ENTER>							
17											
18	A =	$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \end{pmatrix}$				B =	$\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 3 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}$				
22											
23	A x B =	$\begin{pmatrix} 8 & 14 \\ 20 & 35 \end{pmatrix}$									
24											
25											
26											
27											
28											
29	B x A =	$\begin{pmatrix} 9 & 12 & 15 \\ 14 & 19 & 24 \\ 9 & 12 & 15 \end{pmatrix}$									
30											
31											
32											
33											

PRODUCTO DE MATRICES
 1. Seleccionar B23:C24
 2. En la primera celda de la seleccion B23, escribir =MMULT(B18:D19, G18:H20)
 3. Presionar las teclas <CTRL> + <SHIFT> + <ENTER>

PRODUCTO DE MATRICES
 1. Seleccionar B29:D31
 2. En la primera celda de la seleccion B29, escribir =MMULT(G18:H20, B18:C19)
 3. Presionar las teclas <CTRL> + <SHIFT> + <ENTER>

5. ASOCIATIVIDAD CON MATRICES

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1		A				A*(B*C)									
2	1	3	2		-25	-83	55	PRODUCTO DE MATRICES (ASOCIATIVIDAD) 1. Seleccionar E2:G4 2. En la primera celda de la selección E2, escribir =MMULT(A2:C4, MMULT(A6:C8, A10:C12)) 3. Presionar las teclas <CTRL> + <SHIFT> + <ENTER>							
3	3	-2	4		-4	-125	70								
4	1	1	5		-76	-158	68								
5		B				(A*B)*C									
6	3	3	2		-25	-83	55	PRODUCTO DE MATRICES (ASOCIATIVIDAD) 1. Seleccionar E6:G8 2. En la primera celda de la selección E6, escribir =MMULT(MMULT(A2:C4, A6:C8), A10:C12) 3. Presionar las teclas <CTRL> + <SHIFT> + <ENTER>							
7	-2	1	3		-4	-125	70								
8	-5	4	1		-76	-158	68								
9		C													
10	5	2	1												
11	1	-5	3												
12	2	1	2												
13															

6. COMMUTATIVIDAD CON MATRICES

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
1		A				A*B									
2	1	3	2		-13	14	13	PRODUCTO DE MATRICES (COMMUTATIVIDAD) 1. Seleccionar E2:G4 2. En la primera celda de la selección E2, escribir =MMULT(A2:C4, A6:C8) 3. Presionar las teclas <CTRL> + <SHIFT> + <ENTER>							
3	3	-2	4		-7	23	4								
4	1	1	5		-24	24	10								
5		B				B*A									
6	3	3	2		14	5	28	PRODUCTO DE MATRICES (COMMUTATIVIDAD) 1. Seleccionar E6:G8 2. En la primera celda de la selección E6, escribir =MMULT(A6:C8, A2:C4) 3. Presionar las teclas <CTRL> + <SHIFT> + <ENTER>							
7	-2	1	3		4	-5	15								
8	-5	4	1		8	-22	11								
9															
10															
11															

7. INVERSA DE LA MATRIZ

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1		A				A ⁻¹								
2	15	-8	-3		1	-1	1							
3	9	-5	-2		1	0	3							
4	-5	3	1		2	-5	-3							
5		A*A ⁻¹				A ⁻¹ *A								
6	1	0	0		1	0	0							
7	0	1	0		0	1	0							
8	0	0	1		0	0	1							
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														

INVERSA DE MATRICES
 1. Seleccionar E2:G4
 2. En la primera celda de la seleccion E6, escribir =MINVERSA(A2:C4)
 3. Presionar las teclas <CTRL> + <SHIFT> + <ENTER>

PRODUCTO DE MATRICES
 1. Seleccionar E6:G8
 2. En la primera celda de la seleccion E6, escribir =MMULT(E2:G4, A2:C4)
 3. Presionar las teclas <CTRL> + <SHIFT> + <ENTER>

Colocar a 0
 decimales desde
 A6:C8

Colocar a 0
 decimales desde
 E6:G8

PRODUCTO DE MATRICES
 1. Seleccionar A6:C8
 2. En la primera celda de la seleccion A6, escribir =MMULT(A2:C4, E2:G4)
 3. Presionar las teclas <CTRL> + <SHIFT> + <ENTER>

10. SISTEMA DE ECUACIONES LINEALES

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J						
1		$A = \begin{pmatrix} 4 & 3 & -1 \\ 2 & -3 & -1 \\ 1 & 1 & -2 \end{pmatrix}$	3	-1		$C = \begin{pmatrix} 12 \\ -10 \\ 20 \end{pmatrix}$	12	$X = \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{pmatrix}$	X_1							
2					2					-3	-1		-10		X_2	
3					1					1	-2		20		X_3	
4																
5																
6		$A^{-1} = \begin{pmatrix} 0.219 & 0.156 & -0.19 \\ 0.094 & -0.22 & 0.063 \\ 0.156 & -0.03 & -0.56 \end{pmatrix}$	0.219	0.156	-0.19											
7						0.094	-0.22	0.063								
8						0.156	-0.03	-0.56								
9																
10																
11																
12		SISTEMA DE ECUACIONES LINEALES														
13		$4x_1 + 3x_2 - x_3 = 12$														
14		$2x_1 - 3x_2 - x_3 = -10$														
15		$x_1 + x_2 - 2x_3 = 20$														
16																
17		$A * X = C$														
18																
19																
20																

$A * X = C \quad \rightarrow \quad X = A^{-1} * C \quad \rightarrow \quad X = \begin{pmatrix} -2.688 \\ 4.563 \\ -9.063 \end{pmatrix}$

PLAN DE SESIONES DE APRENDIZAJE



DIRECCIÓN ZONAL: LIMA- CALLAO

PLAN DE SESIÓN (CONOCIMIENTOS TECNOLÓGICOS) SEMANA N° 1

CFP: ESCUELA SUPERIOR

INSTRUCTOR / FACILITADOR: JOSÉ ÁVALO CHAVEZ

CARRERA: <u>Téc. Ing. Electrónica</u>	SEMESTRE / CICLO / MÓDULO:
MATERIA: _____	TEMA: <u>Matrices. Tipos. Operaciones.</u>
CURSO: <u>Matemática I</u>	_____
OBJETIVOS: <u>El estudiante calculará correctamente la transpuesta así como la suma de matrices y la multiplicación por un escalar.</u>	

TIEMPO EN MIN	ACTIVIDADES	PREVENCIÓN DE AYUDAS
10	1) MOTIVACION (DAR A CONOCER OBJETIVOS) <i>Se pregunta al estudiante si considera más sencillo llevar varias cosas sueltas o en un recipiente. De manera similar, es más fácil manejar un "paquete" de números que una gran cantidad de ellos dispersos. Ese "paquete" de números se denomina matriz. El objetivo es aprender a operar con las matrices.</i>	ESTRATEGIAS Experiencia directa () Experiencia figurada (x) Demostraciones (x) Visitas educacionales () Otros ()
80	2) DESARROLLO DEL TEMA <i>Se procede a dar ejemplos de matrices y luego se define el concepto de matriz. Se determinan su orden y elementos. Se clasifican las matrices por su orden. Se explica el concepto de matriz Transpuesta y se calcula usando excel. Se definen los conceptos de suma y multiplicación por un escalar. Se procede a desarrollar ejemplos usando Excel. El estudiante realiza operaciones combinadas con el uso de excel.</i>	MEDIOS DIDACTICOS Pizarra (x) Franelógrafo () Material real demostrativo () Hoja de proceso operacional () Modelos () PC / Proyector / PPT (x) Manual del fabricante () Modelos () Material didáctico escrito () Papelógrafos () Máquinas / Equipos () Otros (x)
30	3) EVALUACION - ACCIONES DE REFORZAMIENTO CONCLUSIONES <i>Para medir el logro del objetivo se realizarán: Intervenciones orales Prueba de control usando Excel. Preguntas y respuestas</i>	METODOLOGIA Por proyectos () Dinámica de grupos (x) Demostrativa (x) Participativa (x) Otras ()

REVISADO POR EL JEFE DE UO/CFP _____

FECHA DE ELABORACIÓN: / /

FIRMA Y SELLO



PLAN DE SESIÓN (CONOCIMIENTOS TECNOLÓGICOS)
SEMANA N° 2

DIRECCIÓN ZONAL: LIMA- CALLAO

CFP: ESCUELA SUPERIOR

INSTRUCTOR / FACILITADOR: JOSÉ ÁVALO CHÁVEZ

CARRERA: Téc. Ing. Electrónica	SEMESTRE / CICLO / MÓDULO:
MATERIA:	TEMA: Producto de matrices
CURSO: Matemática I	
OBJETIVOS: <i>El estudiante calculará correctamente productos de matrices</i>	

TIEMPO EN MIN	ACTIVIDADES	PREVENCION DE AYUDAS
10	1) MOTIVACION (DAR A CONOCER OBJETIVOS) <i>Al modelar matemáticamente un brazo robótico, aparecen las matrices para determinar el movimiento de una articulación.</i> <i>El movimiento de varias articulaciones se modela con un producto matricial.</i> <i>En esta sesión se aprenderá a multiplicar dos o más matrices</i>	ESTRATEGIAS Experiencia directa () Experiencia figurada (x) Demostraciones (x) Visitas educacionales () Otros ()
80	2) DESARROLLO DEL TEMA <i>Se procede a definir el producto de matrices de acuerdo a la conformidad para el producto. Se determina el orden de la matriz producto: $A_{nm} B_{mp} = C_{np}$.</i> <i>Se desarrollan diversos ejemplos usando Excel.</i> <i>Se enuncian las propiedades del producto matricial y se verifica mediante el Excel. El estudiante procede a verificar las propiedades usando Excel.</i> <i>El estudiante realiza diversas operaciones combinadas involucrando el producto de matrices, con el uso de Excel.</i>	MEDIOS DIDACTICOS Pizarra (x) Fanelógrafo () Material real demostrativo () Hoja de proceso operacional () Modelos () PC / Proyector / PPT (x) Manual del fabricante () Modelos () Material didáctico escrito () Papelógrafos () Máquinas / Equipos () Otros (x)
30	3) EVALUACION - ACCIONES DE REFORZAMIENTO CONCLUSIONES <i>Para medir el logro del objetivo se realizarán:</i> <i>Intervenciones orales</i> <i>Prueba de control usando Excel.</i> <i>Preguntas y respuestas</i>	METODOLOGIA Por proyectos () Dinámica de grupos (x) Demostrativa () Participativa (x) Otras ()

REVISADO POR EL JEFE DE UOI/CFP _____

FECHA DE ELABORACIÓN: / /

FIRMA Y SELLO



PLAN DE SESIÓN (CONOCIMIENTOS TECNOLÓGICOS)
SEMANA Nº 3

DIRECCIÓN ZONAL: LIMA - CALLAO

CFP: ESCUELA SUPERIOR

INSTRUCTOR / FACILITADOR: JOSÉ ÁVALO CHÁVEZ		
CARRERA: <u>Téc. Ing. Electrónica</u>		SEMESTRE / CICLO / MÓDULO:
MATERIA: _____		TEMA: <u>Matriz inversa.</u>
CURSO: <u>Matemática I</u>		
OBJETIVOS: <u>El estudiante calculará correctamente la inversa de una matriz de órdenes 2 y 3.</u>		
TIEMPO EN MIN	ACTIVIDADES	PREVENCIÓN DE AYUDAS
10	1) MOTIVACION (DAR A CONOCER OBJETIVOS) <i>Se interroga al estudiante si cree que las matrices se pueden dividir. Se escucha las intervenciones y se explica que no existe la división de matrices, pero algo similar a un cociente A/B es el producto por una matriz especial denominada matriz inversa denotada por A^{-1}, esto es AB^{-1}</i> <i>El objetivo es calcular la matriz inversa</i>	ESTRATEGIAS Experiencia directa () Experiencia figurada (x) Demostraciones (x) Visitas educativas () Otros ()
80	2) DESARROLLO DEL TEMA <i>Se define el concepto de matriz inversa.</i> <i>Cálculo de la inversa de una matriz de orden 2 primero resolviendo manualmente la ecuación $AX = I$, obteniendo $X = A^{-1}$, luego el estudiante procede a calcular la inversa de matrices de segundo y tercer orden usando Excel.</i> <i>Se realizan operaciones combinadas que incluyen la inversa. El estudiante verifica las propiedades del producto matricial con el uso de excel</i> <i>Se explica que no todas matrices tienen inversa</i> <i>Se da ejemplos de matrices que no tienen inversa</i>	MEDIOS DIDÁCTICOS Pizarra (x) Fanelógrafo () Material real demostrativo () Hoja de proceso operacional () Modelos () PC / Proyector / PPT (x) Manual del fabricante () Modelos () Material didáctico escrito () Papelógrafos () Máquinas / Equipos () Otros (x)
30	3) EVALUACION - ACCIONES DE REFORZAMIENTO CONCLUSIONES <i>Para medir el logro del objetivo se realizarán:</i> <i>Intervenciones orales</i> <i>Prueba de control usando Excel.</i> <i>Preguntas y respuestas</i>	METODOLOGÍA Por proyectos () Dinámica de grupos (x) Demostrativa () Participativa (x) Otras ()

REVISADO POR EL JEFE DE UO/CFP _____

FECHA DE ELABORACIÓN: / /

FIRMA Y SELLO

F18 - SEN DIRG - 02 - 00



PLAN DE SESIÓN (CONOCIMIENTOS TECNOLÓGICOS)
SEMANA N° 4

DIRECCIÓN ZONAL: LIMA- CALLAO

CFP: ESCUELA SUPERIOR

INSTRUCTOR / FACILITADOR: JOSÉ AVALO CHÁVEZ

CARRERA: Téc. Ing. Electrónica	SEMESTRE / CICLO / MÓDULO:
MATERIA:	TEMA: Determinantes.
CURSO: Matemática I	
OBJETIVOS: <i>El alumno calculará correctamente determinantes de órdenes 2 y 3</i>	

TIEMPO EN MIN	ACTIVIDADES	PREVENCIÓN DE AYUDAS
10	1) MOTIVACION (DAR A CONOCER OBJETIVOS) <i>Se pide al estudiante una matriz de orden 2 que no tenga inversa. Para determinar si una matriz tiene inversa se utiliza el concepto de determinante. Si este es cero la matriz no tiene inversa y se denomina matriz singular</i>	ESTRATEGIAS Experiencia directa () Experiencia figurada (x) Demostraciones (x) Visitas educacionales () Otros ()
80	2) DESARROLLO DEL TEMA <i>Se expone el concepto de determinante de orden 2 y se dan los ejemplos respectivos.</i> <i>Se define el determinante de orden 3. Se dan los ejemplos respectivos y se pide que los estudiantes calculen determinante de diversos órdenes empleando Excel.</i> <i>Se resuelven diversos ejercicios empleando Excel.</i>	MEDIOS DIDACTICOS Pizarra (x) Franelógrafo () Material real demostrativo () Hoja de proceso operacional () Modelos () PC / Proyector / PPT (x) Manual del fabricante () Modelos () Material didáctico escrito () Papelógrafos () Máquinas / Equipos () Otros (x)
30	3) EVALUACION - ACCIONES DE REFORZAMIENTO CONCLUSIONES <i>Para medir el logro del objetivo se realizarán:</i> <i>Intervenciones orales</i> <i>Prueba de control usando Excel.</i> <i>Preguntas y respuestas</i>	METODOLOGIA Por proyectos () Dinámica de grupos (x) Demostrativa () Participativa (x) Otras ()

REVISADO POR EL JEFE DE UOI/CFP _____

FECHA DE ELABORACIÓN: / /

FIRMA Y SELLO



PLAN DE SESIÓN (CONOCIMIENTOS TECNOLÓGICOS)
SEMANA N° 5

DIRECCIÓN ZONAL: LIMA- CALLAO

CFP: ESCUELA SUPERIOR

INSTRUCTOR / FACILITADOR: JOSE AVALO CHAVEZ

CARRERA: Téc. Ing. Electrónica	SEMESTRE / CICLO / MÓDULO:
MATERIA:	TEMA: Cofactor. Matriz de cofactores
CURSO: Matemática I	<i>Matriz inversa usando la matriz de cofactores</i>
OBJETIVOS: <i>El estudiante calculará correctamente cofactores y la matriz de cofactores así como la inversa con la fórmula</i>	
$A^{-1} = COF^T / A $	

TIEMPO EN MIN	ACTIVIDADES	PREVENCIÓN DE AYUDAS
10	1) MOTIVACION (DAR A CONOCER OBJETIVOS) <i>Se explica al estudiante que los cofactores son una herramienta para el cálculo de determinantes y de la matriz inversa. La función MINVERSA se puede programar en base a cofactores.</i>	ESTRATEGIAS Experiencia directa () Experiencia figurada (x) Demostraciones (x) Visitas educacionales () Otros ()
80	2) DESARROLLO DEL TEMA <i>Se expone la definición de cofactor ; y, se dan los ejemplos respectivos. El estudiante calcula cofactores en Excel.</i> <i>Se da la definición de matriz de cofactores. El estudiante calcula la matriz de cofactores de una matriz dada con la ayuda del Excel.</i> <i>El estudiante calcula el determinante usando filas o columnas de la matriz de cofactores.</i> <i>El estudiante usa la fórmula $A^{-1} = COF^T / A$ para calcular la matriz inversa.</i>	MEDIOS DIDACTICOS Pizarra (x) Franelógrafo () Material real demostrativo () Hoja de proceso operacional () Modelos () PC / Proyector / PPT (x) Manual del fabricante () Modelos () Material didáctico escrito () Papelógrafos () Máquinas / Equipos () Otros (x)
30	3) EVALUACION - ACCIONES DE REFORZAMIENTO CONCLUSIONES <i>Para medir el logro del objetivo se realizarán:</i> <i>Intervenciones orales</i> <i>Prueba de control usando Excel.</i> <i>Preguntas y respuestas</i>	METODOLOGIA Por proyectos () Dinámica de grupos (x) Demostrativa () Participativa (x) Otras ()

REVISADO POR EL JEFE DE UO/CFP _____

FECHA DE ELABORACIÓN: ___/___/___

FIRMA Y SELLO



PLAN DE SESIÓN (CONOCIMIENTOS TECNOLÓGICOS)
SEMANA N° 6

DIRECCIÓN ZONAL: LIMA - CALLAO

CFP: ESCUELA SUPERIOR

INSTRUCTOR / FACILITADOR: JOSÉ AVALO CHAVEZ

CARRERA: Téc. Ing. Electrónica	SEMESTRE / CICLO / MÓDULO:
MATERIA:	TEMA: Ecuaciones matriciales
CURSO: Matemática I	
OBJETIVOS: <u>El estudiante resolverá ecuaciones de la forma $A+X=B$, y de la forma $AX=B$</u>	

TIEMPO EN MIN	ACTIVIDADES	PREVENCIÓN DE AYUDAS
10	1) MOTIVACION (DAR A CONOCER OBJETIVOS) <u>Se le recuerda al estudiante cómo se resuelven las ecuaciones de la forma $a+x=b$ y $ax=b$ y se le pide que haga una analogía con ecuaciones de este tipo, pero matriciales. Se recogen sus respuestas y se explica que la segunda ecuación no se puede resolver idénticamente cuando se trata de matrices, pero se puede resolver mediante la matriz inversa.</u>	ESTRATEGIAS Experiencia directa () Experiencia figurada (x) Demostraciones (x) Visitas educacionales () Otros ()
80	2) DESARROLLO DEL TEMA <u>Se plantea la ecuación $A+X = B$ y se proporciona ejemplos, luego se pide que resuelvan ejercicios aplicando Excel.</u> <u>Se plantea la ecuación $AX = B$ y se proporciona ejemplos, luego se pide que resuelvan ejercicios aplicando Excel.</u>	MEDIOS DIDACTICOS Pizarra (x) Franelógrafo () Material real demostrativo () Hoja de proceso operacional () Modelos () PC / Proyector / PPT (x) Manual del fabricante () Modelos () Material didáctico escrito () Papelógrafos () Máquinas / Equipos () Otros (x)
30	3) EVALUACION - ACCIONES DE REFORZAMIENTO CONCLUSIONES <u>Para medir el logro del objetivo se realizarán:</u> <u>Intervenciones orales</u> <u>Prueba de control usando Excel.</u> <u>Preguntas y respuestas</u>	METODOLOGIA Por proyectos () Dinámica de grupos (x) Demostrativa () Participativa (x) Otras ()

REVISADO POR EL JEFE DE UO/CFP _____

FECHA DE ELABORACIÓN: ___/___/___

FIRMA Y SELLO



PLAN DE SESIÓN (CONOCIMIENTOS TECNOLÓGICOS)
SEMANA N° 7

DIRECCIÓN ZONAL: LIMA- CALLAO

CFP: ESCUELA SUPERIOR

INSTRUCTOR / FACILITADOR: JOSE AVALO CHAVEZ

CARRERA: Téc. Ing. Electrónica	SEMESTRE / CICLO / MÓDULO:
MATERIA:	TEMA: <i>Sistemas compatibles de ecuaciones</i>
CURSO: Matemática I	<i>lineales</i>
OBJETIVOS: <i>El estudiante resolverá sistemas de ecuaciones lineales cuadradas usando la inversa</i>	

TIEMPO EN MIN	ACTIVIDADES	PREVENCIÓN DE AYUDAS
10	1) MOTIVACION (DAR A CONOCER OBJETIVOS) <i>Se presenta el ejemplo del cálculo de corrientes en una malla eléctrica que conlleva a un sistema cuadrado de ecuaciones lineales.</i> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	ESTRATEGIAS Experiencia directa () Experiencia figurada (x) Demostraciones (x) Visitas educativas () Otros ()
80	2) DESARROLLO DEL TEMA <i>El ejemplo planteado se lleva a una ecuación matricial de la forma $AX=B$, y se resuelve empleando el método de la matriz inversa.</i> <i>Se dan ejemplos adicionales y se pide a los estudiantes que los resuelvan aplicando Excel</i> <i>Se explica que cuando el determinante de A es cero, este método no es aplicable. Se proporciona una lista de problemas y el estudiante determina, con ayuda de Excel, en cuáles no es aplicable el método de la inversa.</i> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	MEDIOS DIDACTICOS Pizarra (x) Franelógrafo () Material real demostrativo () Hoja de proceso operacional () Modelos () PC / Proyector / PPT (x) Manual del fabricante () Modelos () Material didáctico escrito () Papelógrafos () Máquinas / Equipos () Otros (x)
30	3) EVALUACION - ACCIONES DE REFORZAMIENTO CONCLUSIONES <i>Para medir el logro del objetivo se realizarán:</i> <i>Intervenciones orales</i> <i>Prueba de control usando Excel.</i> <i>Preguntas y respuestas</i> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	METODOLOGIA Por proyectos () Dinámica de grupos (x) Demostrativa () Participativa (x) Otras ()

REVISADO POR EL JEFE DE UO/CFP _____

FECHA DE ELABORACIÓN: ___/___/___

FIRMA Y SELLO



PLAN DE SESIÓN (CONOCIMIENTOS TECNOLÓGICOS)
SEMANA N° 8

DIRECCIÓN ZONAL: LIMA - GALLAO

CFP: ESCUELA SUPERIOR

INSTRUCTOR / FACILITADOR: JOSÉ AVALO CHAVEZ

CARRERA: Téc. Ing. Electrónica	SEMESTRE / CICLO / MÓDULO:
MATERIA:	TEMA: <i>Sistemas compatibles de ecuaciones lineales</i>
CURSO: Matemática I	
OBJETIVOS: <i>El estudiante resolverá sistemas de ecuaciones lineales cuadradas usando la regla de cramer</i>	

TIEMPO EN MIN	ACTIVIDADES	PREVENCIÓN DE AYUDAS
10	1) MOTIVACION (DAR A CONOCER OBJETIVOS) <i>El cálculo de las corrientes en un circuito conlleva a un sistema de ecuaciones cuadradas</i> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	ESTRATEGIAS Experiencia directa () Experiencia figurada (x) Demostraciones (x) Visitas educacionales () Otros ()
80	2) DESARROLLO DEL TEMA <hr/> <i>Solución por el método de Cramer</i> <hr/> <i>Determinación de casos incompatibles</i> <hr/> <i>Ejercicios</i> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	MEDIOS DIDACTICOS Pizarra (x) Franelógrafo () Material real demostrativo () Hoja de proceso operacional () Modelos () PC / Proyector / PPT (x) Manual del fabricante () Modelos () Material didáctico escrito () Papelógrafos () Máquinas / Equipos () Otros (x)
30	3) EVALUACION - ACCIONES DE REFORZAMIENTO CONCLUSIONES <hr/> <i>Intervenciones orales</i> <hr/> <i>Control escrito</i> <hr/> <i>Preguntas y respuestas</i> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	METODOLOGIA Por proyectos () Dinámica de grupos (x) Demostrativa () Participativa (x) Otras ()

REVISADO POR EL JEFE DE UOI/CFP _____

FECHA DE ELABORACIÓN: / /

FIRMA Y SELLO

**PRUEBA PRE Y POST TEST DE RENDIMIENTO PARA MEDIR EL
APRENDIZAJE DE CALCULO MATRICIAL**

ESCUELA SUPERIOR DE TECNOLOGÍA

PRUEBA DE MATEMÁTICA I

PRUEBA DE MATEMÁTICA I

Tema: Matrices y Determinantes

Semestre: Especialidad:

INSTRUCCIONES

1. Esta prueba es un estudio de investigación y la participación del estudiante es voluntaria. El no aprobar la prueba no implicará multa o pérdida de beneficios.
2. En esta prueba no se manejan datos de identidades, el manejo de datos es anónimo y confidencial.
3. La prueba consta de 08 preguntas, su calificación será de acuerdo a una rúbrica cuya puntuación será de conocimiento por parte del estudiante.
4. El tiempo de duración de la prueba es de 60 minutos.
5. Cualquier duda que usted tenga con la prueba, absuélvala con el investigador o docente encargado de la evaluación.

1. Si $A = \begin{bmatrix} 3 & 5 \\ -4 & 1 \end{bmatrix}$, $B = \begin{bmatrix} 2 & -1 \\ -3 & 0 \end{bmatrix}$ y $C = \begin{bmatrix} -2 & 2 \\ 3 & -1 \end{bmatrix}$, efectuar $2A - 3B + C$.

Sol.

- a) Reemplaza correctamente cada matriz en su respectivo lugar
- b) Efectúa las operaciones correspondientes

2. Efectuar: $\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 3 & 0 & 1 \\ 1 & -2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3 & -1 & 1 \\ 0 & -1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

Sol.

- a) Multiplica filas por columnas respetando la regla de los signos
- b) Dispone los resultados en el orden correspondiente

3. Resolver: $2X+3\begin{bmatrix} 3 & 5 \\ -4 & 1 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} 2 & -1 \\ -3 & 0 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} 2 & 0 \\ -4 & 5 \end{bmatrix}$

Sol.

- a) Multiplica las matrices correspondientes y transpone de sitio

- b) Despeja la incógnita

4. Resolver $\begin{vmatrix} -1 & x \\ 4 & 1 \end{vmatrix} = -9$

Sol.

- a) Aplica la definición
- b) Despeja la incógnita.

5. Resolver $\begin{vmatrix} 2 & x & -2 \\ 0 & 1 & 1 \\ 3 & 2 & 0 \end{vmatrix} = 14$

Sol.

- a) Aplica la definición o la regla de Sarrus
- b) Despeja la incógnita.

6. Calcular la inversa de A, empleando la adjunta, si $A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & -1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix}$

Sol.

a) Calcula el determinante de la matriz y la matriz de cofactores.

b) Determina la matriz inversa

7. Resolver utilizando la matriz inversa

$$\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 3 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ -1 \\ 3 \end{bmatrix}$$

Sol.

a) Calcula la inversa de la matriz de coeficientes

b) Multiplica la inversa por la matriz de términos independientes

8. Resolver por el método de Cramer.

$$\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 3 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ -1 \\ 3 \end{bmatrix}$$

Sol.

a) Calcula los determinantes: Δ , Δ_x ; Δ_y ; Δ_z

b) Determina cada incógnita

RÚBRICA DE RESULTADOS

Ítems	PUNTUACIÓN				
	0	1	2	3	4
1	No realiza ninguna operación requerida	Reemplaza cada matriz en su correspondiente lugar y coloca todos los números correctamente. No realiza las operaciones combinadas	Reemplaza cada matriz en su correspondiente lugar y coloca los números correctamente, pero se equivoca a lo más un dos de ellos. Realiza las operaciones combinadas	Reemplaza cada matriz en su correspondiente lugar y todos los números correctamente. Realiza las operaciones combinadas. El resultado tiene a lo más un número errado	Reemplaza cada matriz en su correspondiente lugar y coloca todos los números correctamente. Realiza las operaciones combinadas. Da la respuesta correcta.
2	No realiza ninguna operación requerida	Multiplica filas por columnas, pero se equivoca a lo más en dos resultados. Ubica los resultados en el orden correspondiente, pero se equivoca a lo más en dos ubicaciones	Multiplica filas por columnas, pero se equivoca a lo más en dos resultados. Ubica los resultados en el lugar correspondiente.	Multiplica correctamente cada fila por cada columna. Ubica los resultados en su lugar correspondiente, pero se equivoca a lo más en dos ubicaciones	Multiplica correctamente cada fila por cada columna. Ubica los resultados en su lugar correspondiente.

3	No realiza ninguna operación	Multiplica las matrices correspondientes y se equivoca a lo más en un resultado. No despeja la incógnita	Multiplica las matrices correspondientes y se equivoca a lo más en un resultado. Despeja la incógnita	Multiplica correctamente las matrices correspondientes. Despeja la incógnita y se equivoca a lo más en un resultado	Multiplica correctamente las matrices correspondientes. Despeja la incógnita. Obtiene el resultado correcto.
4	No realiza ninguna operación	Aplica la definición de determinante incorrectamente	Aplica la definición de determinante correctamente	Aplica la definición de determinante de modo correcto. Despeja la incógnita de manera incorrecta	Aplica la definición de determinante de modo correcto. Despeja la incógnita de manera correcta
5	No realiza ninguna operación	Aplica la definición de determinante, o la regla de Sarrus de modo incorrecto	Aplica la definición de determinante, o la regla de Sarrus correctamente	Aplica la definición de determinante o la regla de Sarrus, correctamente. Despeja la incógnita de manera incorrecta	Aplica la definición de determinante o la regla de Sarrus, correctamente. Despeja la incógnita de manera correcta
6	No realiza ninguna operación	Calcula el determinante de la matriz de modo incorrecto	Calcula el determinante de la matriz de modo correcto	Calcula el determinante de la matriz de modo correcto. Determina la matriz inversa de manera incorrecta	Calcula el determinante de la matriz de modo correcto. Determina la matriz inversa de manera correcta

7	No realiza ninguna operación	Calcula la inversa de la matriz de modo incorrecto	Calcula la inversa de la matriz de modo correcto	Calcula la inversa de la matriz de modo correcto. Multiplica la inversa por la matriz de términos independientes de manera incorrecta	Calcula la inversa de la matriz de modo correcto. Multiplica la inversa por la matriz de términos independientes de manera correcta
8	No realiza ninguna operación	Calcula los determinantes: Δ , Δx ; Δy ; Δz de modo incorrecto	Calcula los determinantes: Δ , Δx ; Δy ; Δz de modo correcto	Calcula los determinantes: Δ , Δx ; Δy ; Δz de modo correcto. Determina cada incógnita de manera incorrecta	Calcula los determinantes: Δ , Δx ; Δy ; Δz de modo correcto. Determina cada incógnita de manera correcta

Anexo 2: Matriz de consistencia

Título de la investigación: EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA EXCEL EN EL APRENDIZAJE DEL CÁLCULO MATRICIAL DEL CURSO DE MATEMÁTICA I EN LA ESCUELA SUPERIOR DE TECNOLOGÍA SENATI, LIMA 2017

<u>Pregunta de investigación</u> Pregunta principal	<u>Objetivos de la investigación</u> Objetivo principal	<u>Hipótesis</u> Hipótesis principal
¿Cuál es el efecto de la aplicación del programa Excel en el aprendizaje del Cálculo Matricial en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima?	Determinar el efecto de la aplicación del programa Excel en el aprendizaje del Cálculo Matricial del curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima.	HG: El uso del programa Excel mejora el aprendizaje del Cálculo Matricial en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima.
<p align="center">Preguntas específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es el efecto de la aplicación del programa Excel en el aprendizaje de las operaciones básicas con matrices en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima? • ¿Cuál es el efecto de la aplicación del programa Excel en el aprendizaje de determinantes de matrices cuadradas de orden 2 y 3 en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima? • ¿Cuál es el efecto de la aplicación del programa Excel en el aprendizaje del cálculo de la matriz inversa en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima? • ¿Cuál es el efecto de la aplicación del programa Excel en el aprendizaje de solución de sistemas cuadrados de ecuaciones lineales en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima? 	<p align="center">Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar efecto de la aplicación del programa Excel en el aprendizaje de las operaciones básicas con matrices en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima. • Determinar el efecto de la aplicación del programa Excel en el aprendizaje de determinantes de matrices cuadradas de orden 2 y 3 en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima. • Determinar el efecto de la aplicación del programa Excel en el aprendizaje del cálculo de la matriz inversa en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima. • Determinar el efecto de la aplicación del programa Excel en el aprendizaje de solución de sistemas cuadrados de ecuaciones lineales en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima. 	<p align="center">Hipótesis específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • H1: El uso del programa Excel mejora el aprendizaje de las operaciones básicas con matrices en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima. • H2: El uso del programa Excel mejora el aprendizaje de determinantes de matrices cuadradas de orden 2 y 3 en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima. • H3: El uso del programa Excel mejora el aprendizaje del cálculo de la matriz inversa en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima. • H4: El uso del programa Excel mejora el aprendizaje de solución de sistemas cuadrados de ecuaciones lineales en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima.

<u>Diseño metodológico</u>				
<u>Enfoque</u>	<u>Tipo</u>	<u>Nivel</u>	<u>Método</u>	<u>Informantes/fuentes</u>
Cuantitativo	Experimental-Cuasi experimental	Explicativo	Hipotético deductivo	Estudiantes del primer semestre
<u>TÉCNICA</u>		<u>INSTRUMENTO</u>		
Test (Pretest – Posttest)		Prueba		
<u>Variables</u>	<u>Dimensiones</u>	<u>Indicadores</u>		
Programa Excel	Uso del programa Excel	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Número de veces utilizados ▪ Tiempo de uso ▪ Conocimientos básicos del programa 		
	Funciones de Excel	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso de fórmulas en celdas ▪ Uso de función MDETERM ▪ Uso de función MMULT ▪ Uso de función TRANSPONER ▪ Uso de función INVERSA 		
Aprendizaje del Cálculo Matricial	Operaciones básicas: Suma de matrices, producto por una escala y productos de matrices	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Efectúa operaciones combinadas de suma y producto por un escalar ▪ Efectúa producto de matrices ▪ Resuelve ecuaciones presentadas en una estructura matricial a través de la forma $A + X = B$, empleando operaciones de suma y producto por un escalar, así como producto de matrices. 		
	Determinantes de matrices	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Calcula determinantes de orden 2 ▪ Calcula determinantes de orden 3 empleando la definición o la regla de Sarrus 		
	Cálculo de la Matriz inversa	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Calcula la matriz inversa empleando la adjunta 		
	Sistemas cuadrados de ecuaciones lineales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarrolla sistemas cuadrados de ecuaciones lineales forma $AX=B$ usando la matriz inversa ▪ Resuelve sistemas cuadrados aplicando la regla de Cramer en sistemas de ecuaciones lineales. 		

Anexo 3: Evaluación por criterio de jueces expertos

Validación del Instrumento de Investigación (Experto 1)

Lima, 06 de Setiembre del 2018

Estimado docente:

Yo, José Francisco Avalo Chávez y Julio Ernesto Najarro Bellido, estudiantes de la Maestría en Educación con Mención en Docencia Profesional Tecnológica de la Facultad de Educación de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, le presento un saludo y le comunico que estoy realizando la investigación titulada: “**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA EXCEL EN EL APRENDIZAJE DEL CÁLCULO MATRICIAL DEL CURSO DE MATEMÁTICA I EN LA ESCUELA SUPERIOR DE TECNOLOGÍA SENATI, LIMA 2017**”. El objetivo es determinar el efecto de la aplicación del programa Excel en el aprendizaje del Cálculo Matricial del curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima 2017.

En el marco de esta investigación se han creado dos instrumentos: Una prueba de rendimiento sobre Matrices y Determinantes basado en 08 preguntas, que constituye el pre test, cuya calificación será de acuerdo a una rúbrica cuya puntuación será de conocimiento por parte del alumno. Un programa en Excel, aplicado al Cálculo Matricial que constituye el post test basado en ocho sesiones. Se pretende determinar si el uso del programa Excel mejora el aprendizaje de las operaciones con matrices por parte del estudiante en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima 2017.

Por lo tanto, agradezco su apoyo y experiencia profesional en la evaluación de los instrumentos de investigación diseñados.

Datos del experto (a):

Nombres y apellidos: Kriss Melody Calla Vásquez

DNI: 41599709

Grado académico: Doctor en Educación

Tiempo de experiencia en docencia: 15 años

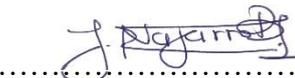
Especialidad: Licenciada en Educación

Institución donde labora: Universidad San Ignacio De Loyola

Cualquier observación, sugerencia o recomendación serán tenidos en cuenta.

Atentamente


.....
José Francisco Avalo


.....
Julio Ernesto Najarro

VARIABLES

Variable independiente: El programa Excel

Variable dependiente: Aprendizaje del Cálculo Matricial

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	N° DE ITEM	OBS./SUG.
Aprendizaje del Cálculo Matricial.	El cálculo matricial es un área del álgebra lineal que se dedica al estudio y manejo de matrices, que son estructuras de datos organizadas en filas y columnas. Estas matrices permiten representar sistemas de ecuaciones, transformaciones y problemas complejos de diversas disciplinas como física, ingeniería y economía. Algunas de las operaciones fundamentales en el cálculo matricial son la suma y resta de	El aprendizaje del Cálculo Matricial se medirá en cuatro dimensiones: Operaciones básicas con matrices, Determinantes, Matriz inversa y Sistemas cuadrados de Ecuaciones Lineales, las cuales fueron evaluadas a través de una evaluación pre y post test para medir el aprendizaje del cálculo matricial.	Operaciones: Suma de matrices, producto por un escalar y producto de matrices.	Efectúa operaciones combinadas de suma y producto por un escalar.	1	
				Efectúa producto de matrices.	2	
				Resuelve ecuaciones presentadas en una estructura matricial a través de la forma $A + X = B$, empleando operaciones de suma y producto por un escalar, así como producto de matrices.	3	
			Determinantes de matrices	Calcula determinantes de orden 2.	4	
				Calcula determinantes de orden 3 empleando la definición o la regla de Sarrus.	5	
			Cálculo de la matriz inversa.	Calcula la matriz inversa empleando la adjunta	6	
			Sistema cuadrado de ecuaciones lineales.	Resuelve sistemas cuadrados de ecuaciones lineales forma $AX = B$ usando la matriz inversa.	7	
				Resuelve sistemas cuadrados aplicando la regla de Cramer en sistemas de ecuaciones lineales.	8	

	matrices, donde se combinan elementos correspondientes cuando las matrices tienen la misma dimensión (Hernández et al., 2012).					
Apellidos y Nombres del experto Calla Vásquez Kriss Melody		Firma 			Fecha: Lima, 06 de Setiembre del 2018	
DNI: 41599709		Especialidad: Licenciada en Educación Docente Investigador Grupo: Carlos Monge Medrano - Nivel: III ORCID ID https://orcid.org/0000-0003-4976-2332			Correo: kriss.calla@usil.pe	

INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN: PLAN DE APLICACIÓN DEL PROGRAMA EXCEL EN EL APRENDIZAJE

Objetivos	Indicadores	Pertinencia		Relevancia		Claridad		Observaciones y/o sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
El estudiante calculará correctamente la transpuesta, así como la suma de matrices y la multiplicación por un escalar.	Efectúa operaciones combinadas de suma y producto por un escalar, incluyendo el cálculo de la transpuesta, empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
El estudiante calculará correctamente productos de matrices	Efectúa producto de matrices empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
El estudiante calculará correctamente la inversa de una matriz de órdenes 2 y 3.	El estudiante calcula correctamente la inversa de matrices de órdenes 2 y 3 empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
El alumno calculará correctamente determinantes de órdenes 2 y 3	Calcula determinantes de orden 2 y 3 empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
El estudiante calculará correctamente cofactores y la matriz de cofactores, así como la inversa con la fórmula $A^{-1} = \text{COF}^T / A $	El estudiante calcula correctamente cofactores de matrices de órdenes 2 y 3 así como la inversa con la fórmula $A^{-1} = \text{COF}^T / A $, empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
El estudiante resolverá ecuaciones de la forma $A+X=B$, y de la forma $AX=B$	El estudiante resuelve ecuaciones de la forma $A+X=B$, y de la forma $AX=B$, empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
El estudiante resolverá sistemas de ecuaciones lineales cuadradas usando la inversa	Resuelve sistemas cuadrados de ecuaciones lineales de la forma $AX = B$, mediante la matriz inversa, empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
El estudiante resolverá sistemas de ecuaciones lineales cuadradas usando la regla de Cramer	Resuelve sistemas cuadrados aplicando la regla de Cramer en sistemas de ecuaciones lineales, empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
Apellidos y Nombres del experto Calla Vásquez Kriss Melody	Firma 							Fecha: Lima, 06 de Setiembre del 2018
DNI: 41599709	Especialidad: Licenciada en Educación Docente Investigador Grupo: Carlos Monge Medrano - Nivel: III ORCID ID https://orcid.org/0000-0003-4976-2332							Correo: kriss.calla@usil.pe

INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN: PRUEBA DE PRE TEST Y POST TEST DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA EXCEL EN EL APRENDIZAJE DEL CÁLCULO MATRICIAL DEL CURSO DE MATEMÁTICA I

Dimensión	Ítem	Pertinencia		Relevancia		Claridad		Observaciones y/o sugerencias	
		Si	No	Si	No	Si	No		
Operaciones: Suma de matrices, producto por un escalar y producto de matrices	Si $A = \begin{bmatrix} 3 & 5 \\ -4 & 1 \end{bmatrix}$, $B = \begin{bmatrix} 2 & -1 \\ -3 & 0 \end{bmatrix}$ y $C = \begin{bmatrix} -2 & 2 \\ 3 & -1 \end{bmatrix}$, efectuar $2A - 3B + C$.	x		x		x			
	Efectuar: $\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 3 & 0 & 1 \\ 1 & -2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3 & -1 & 1 \\ 0 & -1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$.	x		x		x			
	Resolver: $2X + 3 \begin{bmatrix} 3 & 5 \\ -4 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & -1 \\ -3 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ -4 & 5 \end{bmatrix}$	x		x		x			
Determinantes de matrices	Resolver $\begin{vmatrix} -1 & x \\ 4 & 1 \end{vmatrix} = -9$	x		x		x			
	Resolver $\begin{vmatrix} 2 & x & -2 \\ 0 & 1 & 1 \\ 3 & 2 & 0 \end{vmatrix} = 14$.	x		x		x			
Cálculo de la matriz inversa.	Calcular la inversa de A, empleando la adjunta, si $A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & -1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix}$.	x		x		x			
Sistema cuadrado de ecuaciones lineales	Resolver utilizando la matriz inversa $\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 3 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ -1 \\ 3 \end{bmatrix}$	x		x		x			
	Resolver por el método de Cramer $\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 3 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ -1 \\ 3 \end{bmatrix}$.	x		x		x			
Apellidos y Nombres del experto Calle Vásquez Kriss Melody		Firma 					Fecha: Lima, 06 de Setiembre del 2018		
DNI: 41599709		Especialidad: Licenciada en Educación Docente Investigador Grupo: Carlos Monge Medrano - Nivel: III ORCID ID https://orcid.org/0000-0003-4976-2332					Correo: kriss.calla@usil.pe		

**INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN: PRUEBA DE POST DE
CÁLCULO MATRICIAL**

PRUEBA DE RENDIMIENTO

ESCUELA SUPERIOR DE TECNOLOGÍA - SENATI

PRUEBA DE MATEMÁTICA I

Tema: Matrices y Determinantes

Semestre: Especialidad:

INSTRUCCIONES

1. Esta prueba es un estudio de investigación y la participación del estudiante es voluntaria. El no aprobar la prueba no implicará multa o pérdida de beneficios.
2. En esta prueba no se manejan datos de identidades, el manejo de datos es anónimo y confidencial.
3. La prueba consta de 08 preguntas, su calificación será de acuerdo a una rúbrica cuya puntuación será de conocimiento por parte del estudiante.
4. El tiempo de duración de la prueba es de 60 minutos.
5. Cualquier duda que usted tenga con la prueba, absuévala con el investigador o docente encargado de la evaluación.

1. Si $A = \begin{bmatrix} 3 & 5 \\ -4 & 1 \end{bmatrix}$, $B = \begin{bmatrix} 2 & -1 \\ -3 & 0 \end{bmatrix}$ y $C = \begin{bmatrix} -2 & 2 \\ 3 & -1 \end{bmatrix}$, efectuar $2A - 3B + C$.

Sol.

- c) Reemplaza correctamente cada matriz en su respectivo lugar
- d) Efectúa las operaciones correspondientes

2. Efectuar: $\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 3 & 0 & 1 \\ 1 & -2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3 & -1 & 1 \\ 0 & -1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

Sol.

- c) Multiplica filas por columnas respetando la regla de los signos
- d) Dispone los resultados en el orden correspondiente

3. Resolver: $2X + 3 \begin{bmatrix} 3 & 5 \\ -4 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & -1 \\ -3 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ -4 & 5 \end{bmatrix}$

Sol.

a) Multiplica las matrices correspondientes y transpone de sitio

b) Despeja la incógnita.

4. Resolver $\begin{vmatrix} -1 & x \\ 4 & 1 \end{vmatrix} = -9$

Sol.

a) Aplica la definición

b) Despeja la incógnita.

5. Resolver $\begin{vmatrix} 2 & x & -2 \\ 0 & 1 & 1 \\ 3 & 2 & 0 \end{vmatrix} = 14$

Sol.

a) Aplica la definición o la regla de Sarrus

b) Despeja la incógnita.

6. Calcular la inversa de A, empleando la adjunta, si $A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & -1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix}$

Sol.

a) Calcula el determinante de la matriz y la matriz de cofactores

b) Determina la matriz inversa

7. Resolver utilizando la matriz inversa

$$\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 3 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ -1 \\ 3 \end{bmatrix}$$

Sol.

a) Calcula la inversa de la matriz de coeficientes

b) Multiplica la inversa por la matriz de términos independientes

8. Resolver por el método de Cramer.

$$\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 3 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ -1 \\ 3 \end{bmatrix}$$

Sol.

a) Calcula los determinantes: Δ , Δ_x ; Δ_y ; Δ_z

b) Determina cada incógnita

Apellidos y Nombres del experto Calla Vásquez Kriss Melody	Firma 	Fecha: Lima, 06 de Setiembre del 2018
DNI: 41599709	Especialidad: Licenciada en Educación Docente Investigador Grupo: Carlos Monge Medrano - Nivel: III ORCID ID https://orcid.org/0000-0003-4976-2332	Correo: kriss.calla@usil.pe

RÚBRICA DE RESULTADOS

Ítems	PUNTUACIÓN				
	0	1	2	3	4
1	No realiza ninguna operación requerida	Reemplaza cada matriz en su correspondiente lugar y coloca todos los números correctamente. No realiza las operaciones combinadas	Reemplaza cada matriz en su correspondiente lugar y coloca los números correctamente, pero se equivoca a lo más un dos de ellos. Realiza las operaciones combinadas	Reemplaza cada matriz en su correspondiente lugar y todos los números correctamente. Realiza las operaciones combinadas. El resultado tiene a lo más un número errado	Reemplaza cada matriz en su correspondiente lugar y coloca todos los números correctamente. Realiza las operaciones combinadas. Da la respuesta correcta
2	No realiza ninguna operación requerida	Multiplica filas por columnas, pero se equivoca a lo más en dos resultados. Ubica los resultados en el orden correspondiente, pero se equivoca a lo más en dos ubicaciones	Multiplica filas por columnas, pero se equivoca a lo más en dos resultados. Ubica los resultados en el lugar correspondiente.	Multiplica correctamente cada fila por cada columna. Ubica los resultados en su lugar correspondiente, pero se equivoca a lo más en dos ubicaciones	Multiplica correctamente cada fila por cada columna. Ubica los resultados en su lugar correspondiente

3	No realiza ninguna operación	Multiplica las matrices correspondientes y se equivoca a lo más en un resultado. No despeja la incógnita	Multiplica las matrices correspondientes y se equivoca a lo más en un resultado. Despeja la incógnita	Multiplica correctamente las matrices correspondientes. Despeja la incógnita y se equivoca a lo más en un resultado	Multiplica correctamente las matrices correspondientes. Despeja la incógnita. Obtiene el resultado correcto.
4	No realiza ninguna operación	Aplica la definición de determinante incorrectamente	Aplica la definición de determinante correctamente	Aplica la definición de determinante de modo correcto. Despeja la incógnita de manera incorrecta	Aplica la definición de determinante de modo correcto. Despeja la incógnita de manera correcta
5	No realiza ninguna operación	Aplica la definición de determinante, o la regla de Sarrus de modo incorrecta	Aplica la definición de determinante, o la regla de Sarrus correctamente	Aplica la definición de determinante o la regla de Sarrus, correctamente. Despeja la incógnita de manera incorrecta	Aplica la definición de determinante o la regla de Sarrus, correctamente. Despeja la incógnita de manera correcta
6	No realiza ninguna operación	Calcula el determinante de la matriz de modo incorrecto	Calcula el determinante de la matriz de modo correcto	Calcula el determinante de la matriz de modo correcto. Determina la matriz inversa de manera incorrecta	Calcula el determinante de la matriz de modo correcto. Determina la matriz inversa de manera correcta

7	No realiza ninguna operación	Calcula la inversa de la matriz de modo incorrecto	Calcula la inversa de la matriz de modo correcto	Calcula la inversa de la matriz de modo correcto. Multiplica la inversa por la matriz de términos independientes de manera incorrecta	Calcula la inversa de la matriz de modo correcto. Multiplica la inversa por la matriz de términos independientes de manera correcta
8	No realiza ninguna operación	Calcula los determinantes: Δ , Δx ; Δy ; Δz de modo incorrecto	Calcula los determinantes: Δ , Δx ; Δy ; Δz de modo correcto	Calcula los determinantes: Δ , Δx ; Δy ; Δz de modo correcto. Determina cada incógnita de manera incorrecta	Calcula los determinantes: Δ , Δx ; Δy ; Δz de modo correcto. Determina cada incógnita de manera correcta

Apellidos y Nombres del experto Calla Vásquez Kriss Melody	Firma 	Fecha: Lima, 06 de Setiembre del 2018
DNI: 41599709	Especialidad: Licenciada en Educación Docente Investigador Grupo: Carlos Monge Medrano - Nivel: III ORCID ID https://orcid.org/0000-0003-4976-2332	Correo: kriss.calla@usil.pe

Validación del Instrumento de Investigación (experto 2)

Lima, 06 de Setiembre del 2018

Estimado docente:

Yo, José Francisco Avalo Chávez y Julio Ernesto Najarro Bellido, estudiantes de la Maestría en Educación con Mención en Docencia Profesional Tecnológica de la Facultad de Educación de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, le presento un saludo y le comunico que estoy realizando la investigación titulada: **“EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA EXCEL EN EL APRENDIZAJE DEL CÁLCULO MATRICIAL DEL CURSO DE MATEMÁTICA I EN LA ESCUELA SUPERIOR DE TECNOLOGÍA SENATI, LIMA 2017”**. El objetivo es determinar el efecto de la aplicación del programa Excel en el aprendizaje del Cálculo Matricial del curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima 2017.

En el marco de esta investigación se han creado dos instrumentos: Una prueba de rendimiento sobre Matrices y Determinantes basado en 08 preguntas, que constituye el pre test, cuya calificación será de acuerdo a una rúbrica cuya puntuación será de conocimiento por parte del alumno. Un programa en Excel, aplicado al Cálculo Matricial que constituye el post test basado en ocho sesiones. Se pretende determinar si el uso del programa Excel mejora el aprendizaje de las operaciones con matrices por parte del estudiante en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima 2017.

Por lo tanto, agradezco su apoyo y experiencia profesional en la evaluación de los instrumentos de investigación diseñados.

Datos del experto (a):

Nombres y apellidos: Ilich Iván Pumacayo Palomino

DNI: 43700917

Grado académico: Doctor en Educación

Tiempo de experiencia en docencia: 15 años

Especialidad: Licenciado en Educación

Institución donde labora: Universidad César Vallejo

Cualquier observación, sugerencia o recomendación serán tenidos en cuenta.

.....
José Francisco Avalo

Atentamente

.....
Julio Ernesto Najarro

VARIABLES

Variable independiente: El programa Excel

Variable dependiente: Aprendizaje del Cálculo Matricial

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION

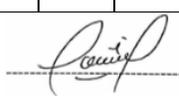
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	N° DE ITEM	OBS./SUG.
Aprendizaje del Cálculo Matricial.	El cálculo matricial es un área del álgebra lineal que se dedica al estudio y manejo de matrices, que son estructuras de datos organizadas en filas y columnas. Estas matrices permiten representar sistemas de ecuaciones, transformaciones y problemas complejos de diversas disciplinas como física, ingeniería y economía. Algunas de las operaciones fundamentales en el cálculo matricial son la suma y resta de matrices, donde se combinan elementos correspondientes cuando las matrices tienen la misma dimensión	El aprendizaje del Cálculo Matricial se medirá en cuatro dimensiones: Operaciones básicas con matrices, Determinantes, Matriz inversa y Sistemas cuadrados de Ecuaciones Lineales, las cuales fueron evaluadas a través de una evaluación pre y post test para medir el aprendizaje del cálculo matricial.	Operaciones: Suma de matrices, producto por un escalar y producto de matrices.	Efectúa operaciones combinadas de suma y producto por un escalar.	1	
				Efectúa producto de matrices.	2	
				Resuelve ecuaciones presentadas en una estructura matricial a través de la forma $A + X = B$, empleando operaciones de suma y producto por un escalar, así como producto de matrices.	3	
			Determinantes de matrices	Calcula determinantes de orden 2.	4	
				Calcula determinantes de orden 3 empleando la definición o la regla de Sarrus.	5	
			Cálculo de la matriz inversa.	Calcula la matriz inversa empleando la adjunta	6	
			Sistema cuadrado de ecuaciones lineales.	Resuelve sistemas cuadrados de ecuaciones lineales forma $AX = B$ usando la matriz inversa.	7	
				Resuelve sistemas cuadrados aplicando la regla de Cramer en sistemas de ecuaciones lineales.	8	

	(Hernández et al., 2012)				
Apellidos y Nombres del experto Ilich Iván Pumacayo Palomino		Firma   Ilich Iván Pumacayo Palomino			Fecha: Lima, 06 de Setiembre del 2018
DNI: 43700917		Especialidad: Licenciado en Educación Docente Investigador Grupo: Carlos Monge Medrano - Nivel: IV ORCID ID https://orcid.org/0000-0003-1341-2613			Correo: ilichpumacayop10@gmail.com

INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN: PLAN DE APLICACIÓN DEL PROGRAMA EXCEL EN EL APRENDIZAJE

Objetivos	Indicadores	Pertinencia		Relevancia		Claridad		Observaciones y/o sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
El estudiante calculará correctamente la transpuesta, así como la suma de matrices y la multiplicación por un escalar.	Efectúa operaciones combinadas de suma y producto por un escalar, incluyendo el cálculo de la transpuesta, empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
El estudiante calculará correctamente productos de matrices	Efectúa producto de matrices empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
El estudiante calculará correctamente la inversa de una matriz de órdenes 2 y 3.	El estudiante calcula correctamente la inversa de matrices de órdenes 2 y 3 empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
El alumno calculará correctamente determinantes de órdenes 2 y 3	Calcula determinantes de orden 2 y 3 empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
El estudiante calculará correctamente cofactores y la matriz de cofactores, así como la inversa con la fórmula $A^{-1} = \text{COF}^T / A $	El estudiante calcula correctamente cofactores de matrices de órdenes 2 y 3 así como la inversa con la fórmula $A^{-1} = \text{COF}^T / A $, empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
El estudiante resolverá ecuaciones de la forma $A+X=B$, y de la forma $AX=B$	El estudiante resuelve ecuaciones de la forma $A+X=B$, y de la forma $AX=B$, empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
El estudiante resolverá sistemas de ecuaciones lineales cuadradas usando la inversa	Resuelve sistemas cuadrados de ecuaciones lineales de la forma $AX = B$, mediante la matriz inversa, empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
El estudiante resolverá sistemas de ecuaciones lineales cuadradas usando la regla de Cramer.	Resuelve sistemas cuadrados aplicando la regla de Cramer en sistemas de ecuaciones lineales, empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
Apellidos y Nombres del experto Ilich Iván Pumacayo Palomino	Firma  Ilich Iván Pumacayo Palomino						Fecha: Lima, 06 de Setiembre del 2018	
DNI: 43700917	Especialidad: Licenciado en Educación Docente Investigador Grupo: Carlos Monge Medrano - Nivel: IV ORCID ID https://orcid.org/0000-0003-1341-2613						Correo: ilichpumacayop10@gmail.com	

INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN: PRUEBA DE PRE TEST Y POST TEST DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA EXCEL EN EL APRENDIZAJE DEL CÁLCULO MATRICIAL DEL CURSO DE MATEMÁTICA I

Dimensión	Ítem	Pertinencia		Relevancia		Claridad		Observaciones y/o sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
Operaciones: Suma de matrices, producto por un escalar y producto de matrices	Si $A = \begin{bmatrix} 3 & 5 \\ -4 & 1 \end{bmatrix}$, $B = \begin{bmatrix} 2 & -1 \\ -3 & 0 \end{bmatrix}$ y $C = \begin{bmatrix} -2 & 2 \\ 3 & -1 \end{bmatrix}$, efectuar $2A - 3B + C$.	x		x		x		
	Efectuar: $\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 3 & 0 & 1 \\ 1 & -2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3 & -1 & 1 \\ 0 & -1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$.	x		x		x		
	Resolver: $2X + 3 \begin{bmatrix} 3 & 5 \\ -4 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & -1 \\ -3 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ -4 & 5 \end{bmatrix}$	x		x		x		
Determinantes de matrices	Resolver $\begin{vmatrix} -1 & x \\ 4 & 1 \end{vmatrix} = -9$	x		x		x		
	Resolver $\begin{vmatrix} 2 & x & -2 \\ 0 & 1 & 1 \\ 3 & 2 & 0 \end{vmatrix} = 14$.	x		x		x		
Cálculo de la matriz inversa.	Calcular la inversa de A, empleando la adjunta, si $A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & -1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix}$.	x		x		x		
Sistema cuadrado de ecuaciones lineales	Resolver utilizando la matriz inversa $\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 3 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ -1 \\ 3 \end{bmatrix}$	x		x		x		
	Resolver por el método de Cramer $\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 3 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ -1 \\ 3 \end{bmatrix}$.	x		x		x		
Apellidos y Nombres del experto Ilich Iván Pumacayo Palomino	Firma						Fecha: Lima, 06 de Setiembre del 2018	
DNI: 43700917	  Ilich Iván Pumacayo Palomino						Correo: ilichpumacayop10@gmail.com	
	Especialidad: Licenciado en Educación Docente Investigador Grupo: Carlos Monge Medrano - Nivel: IV ORCID ID https://orcid.org/0000-0003-1341-2613							

**INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN: PRUEBA DE POST DE
CÁLCULO MATRICIAL**

PRUEBA DE RENDIMIENTO

ESCUELA SUPERIOR DE TECNOLOGÍA - SENATI

PRUEBA DE MATEMÁTICA I

Tema: Matrices y Determinantes

Semestre: Especialidad:

INSTRUCCIONES

1. Esta prueba es un estudio de investigación y la participación del estudiante es voluntaria. El no aprobar la prueba no implicará multa o pérdida de beneficios.
2. En esta prueba no se manejan datos de identidades, el manejo de datos es anónimo y confidencial.
3. La prueba consta de 08 preguntas, su calificación será de acuerdo a una rúbrica cuya puntuación será de conocimiento por parte del estudiante.
4. El tiempo de duración de la prueba es de 60 minutos.
5. Cualquier duda que usted tenga con la prueba, absuélvala con el investigador o docente encargado de la evaluación.

1. Si $A = \begin{bmatrix} 3 & 5 \\ -4 & 1 \end{bmatrix}$, $B = \begin{bmatrix} 2 & -1 \\ -3 & 0 \end{bmatrix}$ y $C = \begin{bmatrix} -2 & 2 \\ 3 & -1 \end{bmatrix}$, efectuar $2A - 3B + C$.

Sol.

- e) Reemplaza correctamente cada matriz en su respectivo lugar
- f) Efectúa las operaciones correspondientes

2. Efectuar: $\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 3 & 0 & 1 \\ 1 & -2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3 & -1 & 1 \\ 0 & -1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

Sol.

- e) Multiplica filas por columnas respetando la regla de los signos
- f) Dispone los resultados en el orden correspondiente

3. Resolver: $2X + 3 \begin{bmatrix} 3 & 5 \\ -4 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & -1 \\ -3 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ -4 & 5 \end{bmatrix}$

Sol.

a) Multiplica las matrices correspondientes y transpone de sitio

b) Despeja la incógnita

4. Resolver $\begin{vmatrix} -1 & x \\ 4 & 1 \end{vmatrix} = -9$

Sol.

a) Aplica la definición

b) Despeja la incógnita.

5. Resolver $\begin{vmatrix} 2 & x & -2 \\ 0 & 1 & 1 \\ 3 & 2 & 0 \end{vmatrix} = 14$

Sol.

a) Aplica la definición o la regla de Sarrus

b) Despeja la incógnita.

6. Calcular la inversa de A, empleando la adjunta, si $A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & -1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix}$

Sol.

a) Calcula el determinante de la matriz y la matriz de cofactores

b) Determina la matriz inversa

7. Resolver utilizando la matriz inversa

$$\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 3 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ -1 \\ 3 \end{bmatrix}$$

Sol.

- Calcula la inversa de la matriz de coeficientes
- Multiplica la inversa por la matriz de términos independientes

8. Resolver por el método de Cramer.

$$\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 3 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ -1 \\ 3 \end{bmatrix}$$

Sol.

- Calcula los determinantes: Δ , Δ_x ; Δ_y ; Δ_z
- Determina cada incógnita

Apellidos y Nombres del experto Ilich Iván Pumacayo Palomino	Firma  <small>Ilich Iván Pumacayo Palomino</small>	Fecha: Lima, 06 de Setiembre del 2018
DNI: 43700917	Especialidad: Licenciado en Educación Docente Investigador Grupo: Carlos Monge Medrano - Nivel: IV ORCID ID https://orcid.org/0000-0003-1341-2613	Correo: ilichpumacayop10@gmail.com

RÚBRICA DE RESULTADOS

Ítems	PUNTUACIÓN				
	0	1	2	3	4
1	No realiza ninguna operación requerida	Reemplaza cada matriz en su correspondiente lugar y coloca todos los números correctamente. No realiza las operaciones combinadas.	Reemplaza cada matriz en su correspondiente lugar y coloca los números correctamente, pero se equivoca a lo más un dos de ellos. Realiza las operaciones combinadas.	Reemplaza cada matriz en su correspondiente lugar y todos los números correctamente. Realiza las operaciones combinadas. El resultado tiene a lo más un número errado.	Reemplaza cada matriz en su correspondiente lugar y coloca todos los números correctamente. Realiza las operaciones combinadas. Da la respuesta correcta.
2	No realiza ninguna operación requerida	Multiplica filas por columnas, pero se equivoca a lo más en dos resultados. Ubica los resultados en el orden correspondiente, pero se equivoca a lo más en dos ubicaciones	Multiplica filas por columnas, pero se equivoca a lo más en dos resultados. Ubica los resultados en el lugar correspondiente.	Multiplica correctamente cada fila por cada columna. Ubica los resultados en su lugar correspondiente, pero se equivoca a lo más en dos ubicaciones	Multiplica correctamente cada fila por cada columna. Ubica los resultados en su lugar correspondiente

3	No realiza ninguna operación	Multiplica las matrices correspondientes y se equivoca a lo más en un resultado. No despeja la incógnita	Multiplica las matrices correspondientes y se equivoca a lo más en un resultado. Despeja la incógnita	Multiplica correctamente las matrices correspondientes. Despeja la incógnita y se equivoca a lo más en un resultado	Multiplica correctamente las matrices correspondientes. Despeja la incógnita. Obtiene el resultado correcto.
4	No realiza ninguna operación	Aplica la definición de determinante incorrectamente	Aplica la definición de determinante correctamente	Aplica la definición de determinante de modo correcto. Despeja la incógnita de manera incorrecta	Aplica la definición de determinante de modo correcto. Despeja la incógnita de manera correcta
5	No realiza ninguna operación	Aplica la definición de determinante, o la regla de Sarrus de modo incorrecta	Aplica la definición de determinante, o la regla de Sarrus correctamente	Aplica la definición de determinante o la regla de Sarrus, correctamente. Despeja la incógnita de manera incorrecta	Aplica la definición de determinante o la regla de Sarrus, correctamente. Despeja la incógnita de manera correcta
6	No realiza ninguna operación	Calcula el determinante de la matriz de modo incorrecto	Calcula el determinante de la matriz de modo correcto	Calcula el determinante de la matriz de modo correcto. Determina la matriz inversa de manera incorrecta	Calcula el determinante de la matriz de modo correcto. Determina la matriz inversa de manera correcta

7	No realiza ninguna operación	Calcula la inversa de la matriz de modo incorrecto	Calcula la inversa de la matriz de modo correcto	Calcula la inversa de la matriz de modo correcto. Multiplica la inversa por la matriz de términos independientes de manera incorrecta	Calcula la inversa de la matriz de modo correcto. Multiplica la inversa por la matriz de términos independientes de manera correcta
8	No realiza ninguna operación	Calcula los determinantes: Δ , Δx ; Δy ; Δz de modo incorrecto	Calcula los determinantes: Δ , Δx ; Δy ; Δz de modo correcto	Calcula los determinantes: Δ , Δx ; Δy ; Δz de modo correcto. Determina cada incógnita de manera incorrecta	Calcula los determinantes: Δ , Δx ; Δy ; Δz de modo correcto. Determina cada incógnita de manera correcta

Apellidos y Nombres del experto Ilich Iván Pumacayo Palomino	Firma  Ilich Iván Pumacayo Palomino	Fecha: Lima, 06 de Setiembre del 2018
DNI: 43700917	Especialidad: Licenciado en Educación Docente Investigador Grupo: Carlos Monge Medrano - Nivel: IV ORCID ID https://orcid.org/0000-0003-1341-2613	Correo: ilichpumacayop10@gmail.com

Validación del Instrumento de Investigación (experto 3)

Lima, 06 de Setiembre del 2018

Estimado docente:

Yo, José Francisco Avalo Chávez y Julio Ernesto Najarro Bellido, estudiantes de la Maestría en Educación con Mención en Docencia Profesional Tecnológica de la Facultad de Educación de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, le presento un saludo y le comunico que estoy realizando la investigación titulada: **“EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA EXCEL EN EL APRENDIZAJE DEL CÁLCULO MATRICIAL DEL CURSO DE MATEMÁTICA I EN LA ESCUELA SUPERIOR DE TECNOLOGÍA SENATI, LIMA 2017”**. El objetivo es determinar el efecto de la aplicación del programa Excel en el aprendizaje del Cálculo Matricial del curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima 2017.

En el marco de esta investigación se han creado dos instrumentos: Una prueba de rendimiento sobre Matrices y Determinantes basado en 08 preguntas, que constituye el pre test, cuya calificación será de acuerdo a una rúbrica cuya puntuación será de conocimiento por parte del alumno. Un programa en Excel, aplicado al Cálculo Matricial que constituye el post test basado en ocho sesiones. Se pretende determinar si el uso del programa Excel mejora el aprendizaje de las operaciones con matrices por parte del estudiante en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima 2017.

Por lo tanto, agradezco su apoyo y experiencia profesional en la evaluación de los instrumentos de investigación diseñados.

Datos del experto (a):

Nombres y apellidos: Eliana Castañeda Nuñez

DNI: 8104562

Grado académico: Dra. en Educación

Tiempo de experiencia en docencia: 19 años

Especialidad: Metodóloga

Institución donde labora: Universidad César Vallejo

Cualquier observación, sugerencia o recomendación serán tenidos en cuenta.

.....
José Francisco Avalo

Atentamente

.....
Julio Ernesto Najarro

VARIABLES

Variable independiente: El programa Excel

Variable dependiente: Aprendizaje del Cálculo Matricial

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION

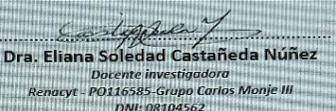
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	N° DE ITEM	OBS./SUG.
Aprendizaje del Cálculo Matricial.	El cálculo matricial es un área del álgebra lineal que se dedica al estudio y manejo de matrices, que son estructuras de datos organizadas en filas y columnas. Estas matrices permiten representar sistemas de ecuaciones, transformaciones y problemas complejos de diversas disciplinas como física, ingeniería y economía. Algunas de las operaciones fundamentales en el cálculo matricial son la suma y resta de matrices, donde se combinan elementos correspondientes cuando las matrices tienen la misma dimensión	El aprendizaje del Cálculo Matricial se medirá en cuatro dimensiones: Operaciones básicas con matrices, Determinantes, Matriz inversa y Sistemas cuadrados de Ecuaciones Lineales, las cuales fueron evaluadas a través de una evaluación pre y post test para medir el aprendizaje del cálculo matricial.	Operaciones: Suma de matrices, producto por un escalar y producto de matrices.	Efectúa operaciones combinadas de suma y producto por un escalar.	1	
				Efectúa producto de matrices.	2	
				Resuelve ecuaciones presentadas en una estructura matricial a través de la forma $A + X = B$, empleando operaciones de suma y producto por un escalar, así como producto de matrices.	3	
			Determinantes de matrices	Calcula determinantes de orden 2.	4	
				Calcula determinantes de orden 3 empleando la definición o la regla de Sarrus.	5	
			Cálculo de la matriz inversa.	Calcula la matriz inversa empleando la adjunta	6	
			Sistema cuadrado de ecuaciones lineales.	Resuelve sistemas cuadrados de ecuaciones lineales forma $AX = B$ usando la matriz inversa.	7	
				Resuelve sistemas cuadrados aplicando la regla de Cramer en sistemas de ecuaciones lineales.	8	

	(Hernández et al., 2012)				
Apellidos y Nombres del experto Eliana Castañeda Nuñez		Firma 		Fecha: 8 de setiembre del 2018	
DNI: 8104562		Especialidad: Docente Investigador Grupo: Carlos Monge Medrano - Nivel: IV ORCID ID https://orcid.org/0000-0003-3516-1982		Correo: elianace10@gmail.com	

INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN: PLAN DE APLICACIÓN DEL PROGRAMA EXCEL EN EL APRENDIZAJE

Objetivos	Indicadores	Pertinencia		Relevancia		Claridad		Observaciones y/o sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
El estudiante calculará correctamente la transpuesta, así como la suma de matrices y la multiplicación por un escalar.	Efectúa operaciones combinadas de suma y producto por un escalar, incluyendo el cálculo de la transpuesta, empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
El estudiante calculará correctamente productos de matrices	Efectúa producto de matrices empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
El estudiante calculará correctamente la inversa de una matriz de órdenes 2 y 3.	El estudiante calcula correctamente la inversa de matrices de órdenes 2 y 3 empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
El alumno calculará correctamente determinantes de órdenes 2 y 3	Calcula determinantes de orden 2 y 3 empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
El estudiante calculará correctamente cofactores y la matriz de cofactores, así como la inversa con la fórmula $A^{-1} = \text{COF}^T / A $	El estudiante calcula correctamente cofactores de matrices de órdenes 2 y 3 así como la inversa con la fórmula $A^{-1} = \text{COF}^T / A $, empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
El estudiante resolverá ecuaciones de la forma $A+X=B$, y de la forma $AX=B$	El estudiante resuelve ecuaciones de la forma $A+X=B$, y de la forma $AX=B$, empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
El estudiante resolverá sistemas de ecuaciones lineales cuadradas usando la inversa	Resuelve sistemas cuadrados de ecuaciones lineales de la forma $AX = B$, mediante la matriz inversa, empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
El estudiante resolverá sistemas de ecuaciones lineales cuadradas usando la regla de Cramer.	Resuelve sistemas cuadrados aplicando la regla de Cramer en sistemas de ecuaciones lineales, empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
Apellidos y Nombres del experto Eliana Castañeda Nuñez	Firma  Dra. Eliana Soledad Castañeda Nuñez <small>Docente Investigadora Renacyt - PO116585-Grupo Carlos Monge III DNI: 08104562</small>							Fecha: 8 de setiembre del 2018
DNI: 8104562	Especialidad: Docente Investigador Grupo: Carlos Monge Medrano - Nivel: IV ORCID ID https://orcid.org/0000-0003-3516-1982							Correo: elianace10@gmail.com

INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN: PRUEBA DE PRE TEST Y POST TEST DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA EXCEL EN EL APRENDIZAJE DEL CÁLCULO MATRICIAL DEL CURSO DE MATEMÁTICA I

Dimensión	Ítem	Pertinencia		Relevancia		Claridad		Observaciones y/o sugerencias	
		Si	No	Si	No	Si	No		
Operaciones: Suma de matrices, producto por un escalar y producto de matrices	Si $A = \begin{bmatrix} 3 & 5 \\ -4 & 1 \end{bmatrix}$, $B = \begin{bmatrix} 2 & -1 \\ -3 & 0 \end{bmatrix}$ y $C = \begin{bmatrix} -2 & 2 \\ 3 & -1 \end{bmatrix}$, efectuar $2A - 3B + C$.	x		x		x			
	Efectuar: $\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 3 & 0 & 1 \\ 1 & -2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3 & -1 & 1 \\ 0 & -1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$.	x		x		x			
	Resolver: $2X + 3 \begin{bmatrix} 3 & 5 \\ -4 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & -1 \\ -3 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ -4 & 5 \end{bmatrix}$	x		x		x			
Determinantes de matrices	Resolver $\begin{vmatrix} -1 & x \\ 4 & 1 \end{vmatrix} = -9$	x		x		x			
	Resolver $\begin{vmatrix} 2 & x & -2 \\ 0 & 1 & 1 \\ 3 & 2 & 0 \end{vmatrix} = 14$.	x		x		x			
Cálculo de la matriz inversa.	Calcular la inversa de A, empleando la adjunta, si $A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & -1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix}$.	x		x		x			
Sistema cuadrado de ecuaciones lineales	Resolver utilizando la matriz inversa $\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 3 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ -1 \\ 3 \end{bmatrix}$	x		x		x			
	Resolver por el método de Cramer $\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 3 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ -1 \\ 3 \end{bmatrix}$.	x		x		x			
Apellidos y Nombres del experto Eliana Castañeda Nuñez		Firma  Dra. Eliana Soledad Castañeda Nuñez Docente investigadora Renacyt - PO116585-Grupo Carlos Monge III DNI: 08104562						Fecha: 8 de setiembre del 2018	
DNI: 8104562		Especialidad: Docente Investigador Grupo: Carlos Monge Medrano - Nivel: IV ORCID ID https://orcid.org/0000-0003-3516-1982				Correo: elianace10@gmail.com			

**INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN: PRUEBA DE POST
DE CÁLCULO MATRICIAL**

PRUEBA DE RENDIMIENTO

ESCUELA SUPERIOR DE TECNOLOGÍA - SENATI

PRUEBA DE MATEMÁTICA I

Tema: Matrices y Determinantes

Semestre: Especialidad:

INSTRUCCIONES

1. Esta prueba es un estudio de investigación y la participación del estudiante es voluntaria. El no aprobar la prueba no implicará multa o pérdida de beneficios.
2. En esta prueba no se manejan datos de identidades, el manejo de datos es anónimo y confidencial.
3. La prueba consta de 08 preguntas, su calificación será de acuerdo a una rúbrica cuya puntuación será de conocimiento por parte del estudiante.
4. El tiempo de duración de la prueba es de 60 minutos.
5. Cualquier duda que usted tenga con la prueba, absuélvala con el investigador o docente encargado de la evaluación.

1. Si $A = \begin{bmatrix} 3 & 5 \\ -4 & 1 \end{bmatrix}$, $B = \begin{bmatrix} 2 & -1 \\ -3 & 0 \end{bmatrix}$ y $C = \begin{bmatrix} -2 & 2 \\ 3 & -1 \end{bmatrix}$, efectuar $2A - 3B + C$.

Sol.

- g) Reemplaza correctamente cada matriz en su respectivo lugar
- h) Efectúa las operaciones correspondientes

2. Efectuar: $\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 3 & 0 & 1 \\ 1 & -2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3 & -1 & 1 \\ 0 & -1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

Sol.

- g) Multiplica filas por columnas respetando la regla de los signos
- h) Dispone los resultados en el orden correspondiente.

3. Resolver: $2X+3\begin{bmatrix} 3 & 5 \\ -4 & 1 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} 2 & -1 \\ -3 & 0 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} 2 & 0 \\ -4 & 5 \end{bmatrix}$

Sol.

a) Multiplica las matrices correspondientes y transpone de sitio

b) Despeja la incógnita

4. Resolver $\begin{vmatrix} -1 & x \\ 4 & 1 \end{vmatrix}=-9$

Sol.

a) Aplica la definición

b) Despeja la incógnita.

5. Resolver $\begin{vmatrix} 2 & x & -2 \\ 0 & 1 & 1 \\ 3 & 2 & 0 \end{vmatrix}=14$

Sol.

a) Aplica la definición o la regla de Sarrus

b) Despeja la incógnita.

6. Calcular la inversa de A, empleando la adjunta, si $A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & -1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix}$

Sol.

a) Calcula el determinante de la matriz y la matriz de cofactores

b) Determina la matriz inversa

7. Resolver utilizando la matriz inversa

$$\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 3 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ -1 \\ 3 \end{bmatrix}$$

Sol.

a) Calcula la inversa de la matriz de coeficientes

b) Multiplica la inversa por la matriz de términos independientes

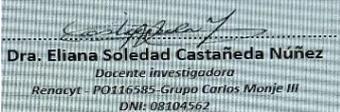
8. Resolver por el método de Cramer.

$$\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 3 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ -1 \\ 3 \end{bmatrix}$$

Sol.

a) Calcula los determinantes: Δ , Δ_x ; Δ_y ; Δ_z

b) Determina cada incógnita

<p>Apellidos y Nombres del experto Eliana Castañeda Nuñez</p>	<p>Firma</p>  <p>Dra. Eliana Soledad Castañeda Nuñez Docente Investigadora Renacyt - PO116585-Grupo Carlos Monje III DNI: 08104562</p>	<p>Fecha: 8 de setiembre del 2018</p>
<p>DNI: 8104562</p>	<p>Especialidad: Docente Investigador Grupo: Carlos Monge Medrano - Nivel: IV ORCID ID https://orcid.org/0000-0003-3516-1982</p>	<p>Correo: elianace10@gmail.com</p>

RÚBRICA DE RESULTADOS

Ítems	PUNTUACIÓN				
	0	1	2	3	4
1	No realiza ninguna operación requerida	Reemplaza cada matriz en su correspondiente lugar y coloca todos los números correctamente. No realiza las operaciones combinadas	Reemplaza cada matriz en su correspondiente lugar y coloca los números correctamente, pero se equivoca a lo más un dos de ellos. Realiza las operaciones combinadas	Reemplaza cada matriz en su correspondiente lugar y todos los números correctamente. Realiza las operaciones combinadas. El resultado tiene a lo más un número errado	Reemplaza cada matriz en su correspondiente lugar y coloca todos los números correctamente. Realiza las operaciones combinadas. Da la respuesta correcta
2	No realiza ninguna operación requerida	Multiplica filas por columnas, pero se equivoca a lo más en dos resultados. Ubica los resultados en el orden correspondiente, pero se equivoca a lo más en dos ubicaciones	Multiplica filas por columnas, pero se equivoca a lo más en dos resultados. Ubica los resultados en el lugar correspondiente.	Multiplica correctamente cada fila por cada columna. Ubica los resultados en su lugar correspondiente, pero se equivoca a lo más en dos ubicaciones	Multiplica correctamente cada fila por cada columna. Ubica los resultados en su lugar correspondiente

3	No realiza ninguna operación	Multiplica las matrices correspondientes y se equivoca a lo más en un resultado. No despeja la incógnita	Multiplica las matrices correspondientes y se equivoca a lo más en un resultado. Despeja la incógnita	Multiplica correctamente las matrices correspondientes. Despeja la incógnita y se equivoca a lo más en un resultado	Multiplica correctamente las matrices correspondientes. Despeja la incógnita. Obtiene el resultado correcto.
4	No realiza ninguna operación	Aplica la definición de determinante incorrectamente	Aplica la definición de determinante correctamente	Aplica la definición de determinante de modo correcto. Despeja la incógnita de manera incorrecta	Aplica la definición de determinante de modo correcto. Despeja la incógnita de manera correcta
5	No realiza ninguna operación	Aplica la definición de determinante, o la regla de Sarrus de modo incorrecta	Aplica la definición de determinante, o la regla de Sarrus correctamente	Aplica la definición de determinante o la regla de Sarrus, correctamente. Despeja la incógnita de manera incorrecta	Aplica la definición de determinante o la regla de Sarrus, correctamente. Despeja la incógnita de manera correcta
6	No realiza ninguna operación	Calcula el determinante de la matriz de modo incorrecto	Calcula el determinante de la matriz de modo correcto	Calcula el determinante de la matriz de modo correcto. Determina la matriz inversa de manera incorrecta	Calcula el determinante de la matriz de modo correcto. Determina la matriz inversa de manera correcta

7	No realiza ninguna operación	Calcula la inversa de la matriz de modo incorrecto	Calcula la inversa de la matriz de modo correcto	Calcula la inversa de la matriz de modo correcto. Multiplica la inversa por la matriz de términos independientes de manera incorrecta	Calcula la inversa de la matriz de modo correcto. Multiplica la inversa por la matriz de términos independientes de manera correcta
8	No realiza ninguna operación	Calcula los determinantes: Δ , Δx ; Δy ; Δz de modo incorrecto	Calcula los determinantes: Δ , Δx ; Δy ; Δz de modo correcto	Calcula los determinantes: Δ , Δx ; Δy ; Δz de modo correcto. Determina cada incógnita de manera incorrecta	Calcula los determinantes: Δ , Δx ; Δy ; Δz de modo correcto. Determina cada incógnita de manera correcta

Apellidos y Nombres del experto Eliana Castañeda Nuñez	Firma  Dra. Eliana Soledad Castañeda Nuñez <small>Docente investigadora Renacyt - P0116585-Grupo Carlos Monge III DNI: 08104562</small>	Fecha: 8 de setiembre del 2018
DNI: 8104562	Especialidad: Docente Investigador Grupo: Carlos Monge Medrano - Nivel: IV ORCID ID https://orcid.org/0000-0003-3516-1982	Correo: elianace10@gmail.com

Validación del Instrumento de Investigación (experto 4)

Lima, 06 de Setiembre del 2018

Estimado docente:

Yo, José Francisco Avalo Chávez y Julio Ernesto Najarro Bellido, estudiantes de la Maestría en Educación con Mención en Docencia Profesional Tecnológica de la Facultad de Educación de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, le presento un saludo y le comunico que estoy realizando la investigación titulada: “**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA EXCEL EN EL APRENDIZAJE DEL CÁLCULO MATRICIAL DEL CURSO DE MATEMÁTICA I EN LA ESCUELA SUPERIOR DE TECNOLOGÍA SENATI, LIMA 2017**”. El objetivo es determinar el efecto de la aplicación del programa Excel en el aprendizaje del Cálculo Matricial del curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima 2017.

En el marco de esta investigación se han creado dos instrumentos: Una prueba de rendimiento sobre Matrices y Determinantes basado en 08 preguntas, que constituye el pre test, cuya calificación será de acuerdo a una rúbrica cuya puntuación será de conocimiento por parte del alumno. Un programa en Excel, aplicado al Cálculo Matricial que constituye el post test basado en ocho sesiones. Se pretende determinar si el uso del programa Excel mejora el aprendizaje de las operaciones con matrices por parte del estudiante en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima 2017.

Por lo tanto, agradezco su apoyo y experiencia profesional en la evaluación de los instrumentos de investigación diseñados.

Datos del experto (a):

Nombres y apellidos: Daniel Rubén Tacca Huamán

DNI: 44629896

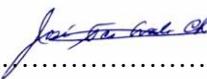
Grado académico: Doctor

Tiempo de experiencia en docencia: más de 8 años.

Especialidad: Docencia universitaria.

Institución donde labora: Universidad Privada del Norte.

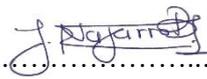
Cualquier observación, sugerencia o recomendación serán tenidos en cuenta.



.....

José Francisco Avalo

Atentamente



.....

Julio Ernesto Najarro

VARIABLES

Variable independiente: El programa Excel

Variable dependiente: Aprendizaje del Cálculo Matricial

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	N° DE ITEM	OBS./ SUG.
Aprendizaje del Cálculo Matricial.	El cálculo matricial es un área del álgebra lineal que se dedica al estudio y manejo de matrices, que son estructuras de datos organizadas en filas y columnas. Estas matrices permiten representar sistemas de ecuaciones, transformaciones y problemas complejos de diversas disciplinas como física, ingeniería y economía. Algunas de las operaciones fundamentales en el cálculo matricial son la suma y resta de matrices, donde se combinan elementos correspondientes cuando las matrices tienen la misma	El aprendizaje del Cálculo Matricial se medirá en cuatro dimensiones: Operaciones básicas con matrices, Determinantes, Matriz inversa y Sistemas cuadrados de Ecuaciones Lineales, las cuales fueron evaluadas a través de una evaluación pre y post test para medir el aprendizaje del cálculo matricial.	Operaciones: Suma de matrices, producto por un escalar y producto de matrices.	Efectúa operaciones combinadas de suma y producto por un escalar.	1	
				Efectúa producto de matrices.	2	
				Resuelve ecuaciones presentadas en una estructura matricial a través de la forma $A + X = B$, empleando operaciones de suma y producto por un escalar, así como producto de matrices.	3	
			Determinantes de matrices	Calcula determinantes de orden 2.	4	
				Calcula determinantes de orden 3 empleando la definición o la regla de Sarrus.	5	
			Cálculo de la matriz inversa.	Calcula la matriz inversa empleando la adjunta	6	
			Sistema cuadrado de ecuaciones lineales.	Resuelve sistemas cuadrados de ecuaciones lineales forma $AX = B$ usando la matriz inversa.	7	
				Resuelve sistemas cuadrados aplicando la regla de Cramer en sistemas de ecuaciones lineales.	8	

	dimensión (Hernández et al., 2012)					
Apellidos y Nombres del experto Dr. Daniel Rubén Tacca Huamán		Firma 			Fecha: 6 de setiembre del 2018	
DNI: 44629896		Especialidad: Docente Universitario			Correo: dtacca02@hotmail.com	

INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN: PLAN DE APLICACIÓN DEL PROGRAMA EXCEL EN EL APRENDIZAJE

Objetivos	Indicadores	Pertinencia		Relevancia		Claridad		Observaciones y/o sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
El estudiante calculará correctamente la transpuesta, así como la suma de matrices y la multiplicación por un escalar.	Efectúa operaciones combinadas de suma y producto por un escalar, incluyendo el cálculo de la transpuesta, empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
El estudiante calculará correctamente productos de matrices	Efectúa producto de matrices empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
El estudiante calculará correctamente la inversa de una matriz de órdenes 2 y 3.	El estudiante calcula correctamente la inversa de matrices de órdenes 2 y 3 empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
El alumno calculará correctamente determinantes de órdenes 2 y 3	Calcula determinantes de orden 2 y 3 empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
El estudiante calculará correctamente cofactores y la matriz de cofactores, así como la inversa con la fórmula $A^{-1} = \text{COF}^T / A $	El estudiante calcula correctamente cofactores de matrices de órdenes 2 y 3 así como la inversa con la fórmula $A^{-1} = \text{COF}^T / A $, empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
El estudiante resolverá ecuaciones de la forma $A+X=B$, y de la forma $AX=B$	El estudiante resuelve ecuaciones de la forma $A+X=B$, y de la forma $AX=B$, empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
El estudiante resolverá sistemas de ecuaciones lineales cuadradas usando la inversa	Resuelve sistemas cuadrados de ecuaciones lineales de la forma $AX = B$, mediante la matriz inversa, empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
El estudiante resolverá sistemas de ecuaciones lineales cuadradas usando la regla de Cramer.	Resuelve sistemas cuadrados aplicando la regla de Cramer en sistemas de ecuaciones lineales, empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
Apellidos y Nombres del experto Dr. Daniel Rubén Tacca Huamán	Firma 							Fecha: 6 de setiembre del 2018
DNI: 44629896	Especialidad: Docente Universitario							Correo: dtacca02@hotmail.com

INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN: PRUEBA DE PRE TEST Y POST TEST DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA EXCEL EN EL APRENDIZAJE DEL CÁLCULO MATRICIAL DEL CURSO DE MATEMÁTICA I

Dimensión	Ítem	Pertinencia		Relevancia		Claridad		Observaciones y/o sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
Operaciones: Suma de matrices, producto por un escalar y producto de matrices	Si $A = \begin{bmatrix} 3 & 5 \\ -4 & 1 \end{bmatrix}$, $B = \begin{bmatrix} 2 & -1 \\ -3 & 0 \end{bmatrix}$ y $C = \begin{bmatrix} -2 & 2 \\ 3 & -1 \end{bmatrix}$, efectuar $2A - 3B + C$.	x		x		x		
	Efectuar: $\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 3 & 0 & 1 \\ 1 & -2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3 & -1 & 1 \\ 0 & -1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$.	x		x		x		
	Resolver: $2X + 3 \begin{bmatrix} 3 & 5 \\ -4 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & -1 \\ -3 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ -4 & 5 \end{bmatrix}$	x		x		x		
Determinantes de matrices	Resolver $\begin{vmatrix} -1 & x \\ 4 & 1 \end{vmatrix} = -9$	x		x		x		
	Resolver $\begin{vmatrix} 2 & x & -2 \\ 0 & 1 & 1 \\ 3 & 2 & 0 \end{vmatrix} = 14$.	x		x		x		
Cálculo de la matriz inversa.	Calcular la inversa de A, empleando la adjunta, si $A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & -1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix}$.	x		x		x		
Sistema cuadrado de ecuaciones lineales	Resolver utilizando la matriz inversa $\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 3 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ -1 \\ 3 \end{bmatrix}$	x		x		x		
	Resolver por el método de Cramer $\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 3 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ -1 \\ 3 \end{bmatrix}$.	x		x		x		
Apellidos y Nombres del experto Dr. Daniel Rubén Tacca Huamán	Firma 							Fecha: 6 de setiembre del 2018
DNI: 44629896	Especialidad: Docente Universitario							Correo: dtacca02@hotmail.com

**INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN: PRUEBA DE POST DE
CÁLCULO MATRICIAL**

PRUEBA DE RENDIMIENTO

ESCUELA SUPERIOR DE TECNOLOGÍA - SENATI

PRUEBA DE MATEMÁTICA I

Tema: Matrices y Determinantes

Semestre: Especialidad:

INSTRUCCIONES

1. Esta prueba es un estudio de investigación y la participación del estudiante es voluntaria. El no aprobar la prueba no implicará multa o pérdida de beneficios.
2. En esta prueba no se manejan datos de identidades, el manejo de datos es anónimo y confidencial.
3. La prueba consta de 08 preguntas, su calificación será de acuerdo a una rúbrica cuya puntuación será de conocimiento por parte del estudiante.
4. El tiempo de duración de la prueba es de 60 minutos.
5. Cualquier duda que usted tenga con la prueba, absuélvala con el investigador o docente encargado de la evaluación.

1. Si $A = \begin{bmatrix} 3 & 5 \\ -4 & 1 \end{bmatrix}$, $B = \begin{bmatrix} 2 & -1 \\ -3 & 0 \end{bmatrix}$ y $C = \begin{bmatrix} -2 & 2 \\ 3 & -1 \end{bmatrix}$, efectuar $2A - 3B + C$.

Sol.

- i) Reemplaza correctamente cada matriz en su respectivo lugar
- j) Efectúa las operaciones correspondientes

2. Efectuar: $\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 3 & 0 & 1 \\ 1 & -2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3 & -1 & 1 \\ 0 & -1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

Sol.

- i) Multiplica filas por columnas respetando la regla de los signos
- j) Dispone los resultados en el orden correspondiente.

3. Resolver: $2X+3\begin{bmatrix} 3 & 5 \\ -4 & 1 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} 2 & -1 \\ -3 & 0 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} 2 & 0 \\ -4 & 5 \end{bmatrix}$

Sol.

a) Multiplica las matrices correspondientes y transpone de sitio

b) Despeja la incógnita

4. Resolver $\begin{vmatrix} -1 & x \\ 4 & 1 \end{vmatrix}=-9$

Sol.

a) Aplica la definición

b) Despeja la incógnita.

5. Resolver $\begin{vmatrix} 2 & x & -2 \\ 0 & 1 & 1 \\ 3 & 2 & 0 \end{vmatrix}=14$

Sol.

a) Aplica la definición o la regla de Sarrus

b) Despeja la incógnita.

6. Calcular la inversa de A, empleando la adjunta, si $A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & -1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix}$

Sol.

a) Calcula el determinante de la matriz y la matriz de cofactores

b) Determina la matriz inversa

7. Resolver utilizando la matriz inversa

$$\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 3 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ -1 \\ 3 \end{bmatrix}$$

Sol.

a) Calcula la inversa de la matriz de coeficientes

b) Multiplica la inversa por la matriz de términos independientes

8. Resolver por el método de Cramer.

$$\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 3 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ -1 \\ 3 \end{bmatrix}$$

Sol.

a) Calcula los determinantes: Δ , Δ_x ; Δ_y ; Δ_z

b) Determina cada incógnita

Apellidos y Nombres del experto Dr. Daniel Rubén Tacca Huamán	Firma 	Fecha: 6 de setiembre del 2018
DNI: 44629896	Especialidad: Docente Universitario	Correo: dtacca02@hotmail.com

RÚBRICA DE RESULTADOS

Ítems	PUNTUACIÓN				
	0	1	2	3	4
1	No realiza ninguna operación requerida	Reemplaza cada matriz en su correspondiente lugar y coloca todos los números correctamente. No realiza las operaciones combinadas	Reemplaza cada matriz en su correspondiente lugar y coloca los números correctamente, pero se equivoca a lo más un dos de ellos. Realiza las operaciones combinadas	Reemplaza cada matriz en su correspondiente lugar y todos los números correctamente. Realiza las operaciones combinadas. El resultado tiene a lo más un número errado	Reemplaza cada matriz en su correspondiente lugar y coloca todos los números correctamente. Realiza las operaciones combinadas. Da la respuesta correcta
2	No realiza ninguna operación requerida	Multiplica filas por columnas, pero se equivoca a lo más en dos resultados. Ubica los resultados en el orden correspondiente, pero se equivoca a lo más en dos ubicaciones	Multiplica filas por columnas, pero se equivoca a lo más en dos resultados. Ubica los resultados en el lugar correspondiente.	Multiplica correctamente cada fila por cada columna. Ubica los resultados en su lugar correspondiente, pero se equivoca a lo más en dos ubicaciones	Multiplica correctamente cada fila por cada columna. Ubica los resultados en su lugar correspondiente

3	No realiza ninguna operación	Multiplica las matrices correspondientes y se equivoca a lo más en un resultado. No despeja la incógnita	Multiplica las matrices correspondientes y se equivoca a lo más en un resultado. Despeja la incógnita	Multiplica correctamente las matrices correspondientes. Despeja la incógnita y se equivoca a lo más en un resultado	Multiplica correctamente las matrices correspondientes. Despeja la incógnita. Obtiene el resultado correcto.
4	No realiza ninguna operación	Aplica la definición de determinante incorrectamente	Aplica la definición de determinante correctamente	Aplica la definición de determinante de modo correcto. Despeja la incógnita de manera incorrecta	Aplica la definición de determinante de modo correcto. Despeja la incógnita de manera correcta
5	No realiza ninguna operación	Aplica la definición de determinante, o la regla de Sarrus de modo incorrecta	Aplica la definición de determinante, o la regla de Sarrus correctamente	Aplica la definición de determinante o la regla de Sarrus, correctamente. Despeja la incógnita de manera incorrecta	Aplica la definición de determinante o la regla de Sarrus, correctamente. Despeja la incógnita de manera correcta
6	No realiza ninguna operación	Calcula el determinante de la matriz de modo incorrecto	Calcula el determinante de la matriz de modo correcto	Calcula el determinante de la matriz de modo correcto. Determina la matriz inversa de manera incorrecta	Calcula el determinante de la matriz de modo correcto. Determina la matriz inversa de manera correcta

7	No realiza ninguna operación	Calcula la inversa de la matriz de modo incorrecto	Calcula la inversa de la matriz de modo correcto	Calcula la inversa de la matriz de modo correcto. Multiplica la inversa por la matriz de términos independientes de manera incorrecta	Calcula la inversa de la matriz de modo correcto. Multiplica la inversa por la matriz de términos independientes de manera correcta
8	No realiza ninguna operación	Calcula los determinantes: Δ , Δx ; Δy ; Δz de modo incorrecto	Calcula los determinantes: Δ , Δx ; Δy ; Δz de modo correcto	Calcula los determinantes: Δ , Δx ; Δy ; Δz de modo correcto. Determina cada incógnita de manera incorrecta	Calcula los determinantes: Δ , Δx ; Δy ; Δz de modo correcto. Determina cada incógnita de manera correcta

Apellidos y Nombres del experto Dr. Daniel Rubén Tacca Huamán	Firma 	Fecha: 6 de setiembre del 2018
DNI: 44629896	Especialidad: Docente Universitario	Correo: dtacca02@hotmail.com

Validación del Instrumento de Investigación (experto 5)

Lima, 06 de Setiembre del 2018

Estimado docente:

Yo, José Francisco Avalo Chávez y Julio Ernesto Najarro Bellido, estudiantes de la Maestría en Educación con Mención en Docencia Profesional Tecnológica de la Facultad de Educación de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, le presento un saludo y le comunico que estoy realizando la investigación titulada: “**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA EXCEL EN EL APRENDIZAJE DEL CÁLCULO MATRICIAL DEL CURSO DE MATEMÁTICA I EN LA ESCUELA SUPERIOR DE TECNOLOGÍA SENATI, LIMA 2017**”. El objetivo es determinar el efecto de la aplicación del programa Excel en el aprendizaje del Cálculo Matricial del curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima 2017.

En el marco de esta investigación se han creado dos instrumentos: Una prueba de rendimiento sobre Matrices y Determinantes basado en 08 preguntas, que constituye el pre test, cuya calificación será de acuerdo a una rúbrica cuya puntuación será de conocimiento por parte del alumno. Un programa en Excel, aplicado al Cálculo Matricial que constituye el post test basado en ocho sesiones. Se pretende determinar si el uso del programa Excel mejora el aprendizaje de las operaciones con matrices por parte del estudiante en el curso de Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología SENATI, Lima 2017.

Por lo tanto, agradezco su apoyo y experiencia profesional en la evaluación de los instrumentos de investigación diseñados.

Datos del experto (a):

Nombres y apellidos: Julia Lizet Torres Rivera

DNI: 41537875

Grado académico: Doctora en Educación

Tiempo de experiencia en docencia: 13 años

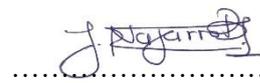
Especialidad: Licenciada en Educación

Institución donde labora: Universidad Autónoma del Perú

Cualquier observación, sugerencia o recomendación serán tenidos en cuenta.


.....
José Francisco Avalo

Atentamente


.....
Julio Ernesto Najarro

VARIABLES

Variable independiente: El programa Excel

Variable dependiente: Aprendizaje del Cálculo Matricial

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	N° DE ITEM	OBS./SUG.
Aprendizaje del Cálculo Matricial.	El cálculo matricial es un área del álgebra lineal que se dedica al estudio y manejo de matrices, que son estructuras de datos organizadas en filas y columnas. Estas matrices permiten representar sistemas de ecuaciones, transformaciones y problemas complejos de diversas disciplinas como física, ingeniería y economía. Algunas de las operaciones fundamentales en el cálculo matricial son la suma y resta de matrices, donde se combinan elementos correspondientes cuando las matrices	El aprendizaje del Cálculo Matricial se medirá en cuatro dimensiones: Operaciones básicas con matrices, Determinantes, Matriz inversa y Sistemas cuadrados de Ecuaciones Lineales, las cuales fueron evaluadas a través de una evaluación pre y post test para medir el aprendizaje del cálculo matricial.	Operaciones: Suma de matrices, producto por un escalar y producto de matrices.	Efectúa operaciones combinadas de suma y producto por un escalar.	1	
				Efectúa producto de matrices.	2	
				Resuelve ecuaciones presentadas en una estructura matricial a través de la forma $A + X = B$, empleando operaciones de suma y producto por un escalar, así como producto de matrices.	3	
			Determinantes de matrices	Calcula determinantes de orden 2.	4	
				Calcula determinantes de orden 3 empleando la definición o la regla de Sarrus.	5	
			Cálculo de la matriz inversa.	Calcula la matriz inversa empleando la adjunta	6	
			Sistema cuadrado de ecuaciones lineales.	Resuelve sistemas cuadrados de ecuaciones lineales forma $AX = B$ usando la matriz inversa.	7	
				Resuelve sistemas cuadrados aplicando la regla de Cramer en sistemas de ecuaciones lineales.	8	

	<p>tienen la misma dimensión (Hernández et al., 2012)</p>					
<p>Apellidos y Nombres del experto Julia Lizet Torres Rivera</p>		<p>Firma</p> 			<p>Fecha: Lima, 06 de Setiembre del 2018</p>	
<p>DNI: 41537875</p>		<p>Especialidad: Licenciada en Educación</p>			<p>Correo: julializtorres@gmail.com</p>	

INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN: PLAN DE APLICACIÓN DEL PROGRAMA EXCEL EN EL APRENDIZAJE

Objetivos	Indicadores	Pertinencia		Relevancia		Claridad		Observaciones y/o sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
El estudiante calculará correctamente la transpuesta, así como la suma de matrices y la multiplicación por un escalar.	Efectúa operaciones combinadas de suma y producto por un escalar, incluyendo el cálculo de la transpuesta, empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
El estudiante calculará correctamente productos de matrices	Efectúa producto de matrices empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
El estudiante calculará correctamente la inversa de una matriz de órdenes 2 y 3.	El estudiante calcula correctamente la inversa de matrices de órdenes 2 y 3 empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
El alumno calculará correctamente determinantes de órdenes 2 y 3	Calcula determinantes de orden 2 y 3 empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
El estudiante calculará correctamente cofactores y la matriz de cofactores, así como la inversa con la fórmula $A^{-1} = \text{COF}^T / A $	El estudiante calcula correctamente cofactores de matrices de órdenes 2 y 3 así como la inversa con la fórmula $A^{-1} = \text{COF}^T / A $, empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
El estudiante resolverá ecuaciones de la forma $A+X=B$, y de la forma $AX=B$	El estudiante resuelve ecuaciones de la forma $A+X=B$, y de la forma $AX=B$, empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
El estudiante resolverá sistemas de ecuaciones lineales cuadradas usando la inversa	Resuelve sistemas cuadrados de ecuaciones lineales de la forma $AX = B$, mediante la matriz inversa, empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
El estudiante resolverá sistemas de ecuaciones lineales cuadradas usando la regla de Cramer.	Resuelve sistemas cuadrados de ecuaciones lineales usando la regla de Cramer, empleando las funciones correspondientes en Excel.	x		x		x		
Apellidos y Nombres del experto Julia Lizet Torres Rivera	Firma 						Fecha: Lima, 06 de Setiembre del 2018	
DNI: 41537875	Especialidad: Licenciada en Educación						Correo: julializtorres@gmail.com	

INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN: PRUEBA DE PRE TEST Y POST TEST DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA EXCEL EN EL APRENDIZAJE DEL CÁLCULO MATRICIAL DEL CURSO DE MATEMÁTICA I

Dimensión	Ítem	Pertinencia		Relevancia		Claridad		Observaciones y/o sugerencias	
		Si	No	Si	No	Si	No		
Operaciones: Suma de matrices, producto por un escalar y producto de matrices	Si $A = \begin{bmatrix} 3 & 5 \\ -4 & 1 \end{bmatrix}$, $B = \begin{bmatrix} 2 & -1 \\ -3 & 0 \end{bmatrix}$ y $C = \begin{bmatrix} -2 & 2 \\ 3 & -1 \end{bmatrix}$, efectuar $2A - 3B + C$.	x		x		x			
	Efectuar: $\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 3 & 0 & 1 \\ 1 & -2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3 & -1 & 1 \\ 0 & -1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$.	x		x		x			
	Resolver: $2X + 3 \begin{bmatrix} 3 & 5 \\ -4 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & -1 \\ -3 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ -4 & 5 \end{bmatrix}$	x		x		x			
Determinantes de matrices	Resolver $\begin{vmatrix} -1 & x \\ 4 & 1 \end{vmatrix} = -9$	x		x		x			
	Resolver $\begin{vmatrix} 2 & x & -2 \\ 0 & 1 & 1 \\ 3 & 2 & 0 \end{vmatrix} = 14$.	x		x		x			
Cálculo de la matriz inversa.	Calcular la inversa de A, empleando la adjunta, si $A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & -1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix}$.	x		x		x			
Sistema cuadrado de ecuaciones lineales	Resolver utilizando la matriz inversa $\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 3 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ -1 \\ 3 \end{bmatrix}$	x		x		x			
	Resolver por el método de Cramer $\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 3 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ -1 \\ 3 \end{bmatrix}$.	x		x		x			
Apellidos y Nombres del experto Julia Lizet Torres Rivera		Firma 					Fecha: Lima, 06 de Setiembre del 2018		
DNI: 41537875		Especialidad: Licenciada en Educación					Correo: julializtorres@gmail.com		

**INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN: PRUEBA DE POST DE
CÁLCULO MATRICIAL**

PRUEBA DE RENDIMIENTO

ESCUELA SUPERIOR DE TECNOLOGÍA - SENATI

PRUEBA DE MATEMÁTICA I

Tema: Matrices y Determinantes

Semestre: Especialidad:

INSTRUCCIONES

1. Esta prueba es un estudio de investigación y la participación del estudiante es voluntaria. El no aprobar la prueba no implicará multa o pérdida de beneficios.
2. En esta prueba no se manejan datos de identidades, el manejo de datos es anónimo y confidencial.
3. La prueba consta de 08 preguntas, su calificación será de acuerdo a una rúbrica cuya puntuación será de conocimiento por parte del estudiante.
4. El tiempo de duración de la prueba es de 60 minutos.
5. Cualquier duda que usted tenga con la prueba, absuélvala con el investigador o docente encargado de la evaluación.

1. Si $A = \begin{bmatrix} 3 & 5 \\ -4 & 1 \end{bmatrix}$, $B = \begin{bmatrix} 2 & -1 \\ -3 & 0 \end{bmatrix}$ y $C = \begin{bmatrix} -2 & 2 \\ 3 & -1 \end{bmatrix}$, efectuar $2A - 3B + C$.

Sol.

- k) Reemplaza correctamente cada matriz en su respectivo lugar
- l) Efectúa las operaciones correspondientes

2. Efectuar: $\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 3 & 0 & 1 \\ 1 & -2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3 & -1 & 1 \\ 0 & -1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

Sol.

- k) Multiplica filas por columnas respetando la regla de los signos
- l) Dispone los resultados en el orden correspondiente.

3. Resolver: $2X+3\begin{bmatrix} 3 & 5 \\ -4 & 1 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} 2 & -1 \\ -3 & 0 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} 2 & 0 \\ -4 & 5 \end{bmatrix}$

Sol.

a) Multiplica las matrices correspondientes y transpone de sitio

b) Despeja la incógnita

4. Resolver $\begin{vmatrix} -1 & x \\ 4 & 1 \end{vmatrix}=-9$

Sol.

a) Aplica la definición

b) Despeja la incógnita.

5. Resolver $\begin{vmatrix} 2 & x & -2 \\ 0 & 1 & 1 \\ 3 & 2 & 0 \end{vmatrix}=14$

Sol.

a) Aplica la definición o la regla de Sarrus

b) Despeja la incógnita.

6. Calcular la inversa de A, empleando la adjunta, si $A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & -1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix}$

Sol.

a) Calcula el determinante de la matriz y la matriz de cofactores

b) Determina la matriz inversa

7. Resolver utilizando la matriz inversa

$$\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 3 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ -1 \\ 3 \end{bmatrix}$$

Sol.

a) Calcula la inversa de la matriz de coeficientes

b) Multiplica la inversa por la matriz de términos independientes

8. Resolver por el método de Cramer.

$$\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 3 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ -1 \\ 3 \end{bmatrix}$$

Sol.

a) Calcula los determinantes: Δ , Δ_x ; Δ_y ; Δ_z

b) Determina cada incógnita

Apellidos y Nombres del experto Julia Lizet Torres Rivera	Firma 	Fecha: Lima, 06 de Setiembre del 2018
DNI: 41537875	Especialidad: Licenciada en Educación	Correo: julializtorres@gmail.com

RÚBRICA DE RESULTADOS

Ítems	PUNTUACIÓN				
	0	1	2	3	4
1	No realiza ninguna operación requerida	Reemplaza cada matriz en su correspondiente lugar y coloca todos los números correctamente. No realiza las operaciones combinadas	Reemplaza cada matriz en su correspondiente lugar y coloca los números correctamente, pero se equivoca a lo más un dos de ellos. Realiza las operaciones combinadas	Reemplaza cada matriz en su correspondiente lugar y todos los números correctamente. Realiza las operaciones combinadas. El resultado tiene a lo más un número errado	Reemplaza cada matriz en su correspondiente lugar y coloca todos los números correctamente. Realiza las operaciones combinadas. Da la respuesta correcta
2	No realiza ninguna operación requerida	Multiplica filas por columnas, pero se equivoca a lo más en dos resultados. Ubica los resultados en el orden correspondiente, pero se equivoca a lo más en dos ubicaciones	Multiplica filas por columnas, pero se equivoca a lo más en dos resultados. Ubica los resultados en el lugar correspondiente.	Multiplica correctamente cada fila por cada columna. Ubica los resultados en su lugar correspondiente, pero se equivoca a lo más en dos ubicaciones	Multiplica correctamente cada fila por cada columna. Ubica los resultados en su lugar correspondiente

3	No realiza ninguna operación	Multiplica las matrices correspondientes y se equivoca a lo más en un resultado. No despeja la incógnita	Multiplica las matrices correspondientes y se equivoca a lo más en un resultado. Despeja la incógnita	Multiplica correctamente las matrices correspondientes. Despeja la incógnita y se equivoca a lo más en un resultado	Multiplica correctamente las matrices correspondientes. Despeja la incógnita. Obtiene el resultado correcto.
4	No realiza ninguna operación	Aplica la definición de determinante incorrectamente	Aplica la definición de determinante correctamente	Aplica la definición de determinante de modo correcto. Despeja la incógnita de manera incorrecta	Aplica la definición de determinante de modo correcto. Despeja la incógnita de manera correcta
5	No realiza ninguna operación	Aplica la definición de determinante, o la regla de Sarrus de modo incorrecta	Aplica la definición de determinante, o la regla de Sarrus correctamente	Aplica la definición de determinante o la regla de Sarrus, correctamente. Despeja la incógnita de manera incorrecta	Aplica la definición de determinante o la regla de Sarrus, correctamente. Despeja la incógnita de manera correcta
6	No realiza ninguna operación	Calcula el determinante de la matriz de modo incorrecto	Calcula el determinante de la matriz de modo correcto	Calcula el determinante de la matriz de modo correcto. Determina la matriz inversa de manera incorrecta	Calcula el determinante de la matriz de modo correcto. Determina la matriz inversa de manera correcta

7	No realiza ninguna operación	Calcula la inversa de la matriz de modo incorrecto	Calcula la inversa de la matriz de modo correcto	Calcula la inversa de la matriz de modo correcto. Multiplica la inversa por la matriz de términos independientes de manera incorrecta	Calcula la inversa de la matriz de modo correcto. Multiplica la inversa por la matriz de términos independientes de manera correcta
8	No realiza ninguna operación	Calcula los determinantes: Δ , Δx ; Δy ; Δz de modo incorrecto	Calcula los determinantes: Δ , Δx ; Δy ; Δz de modo correcto	Calcula los determinantes: Δ , Δx ; Δy ; Δz de modo correcto. Determina cada incógnita de manera incorrecta	Calcula los determinantes: Δ , Δx ; Δy ; Δz de modo correcto. Determina cada incógnita de manera correcta

Apellidos y Nombres del experto Julia Lizet Torres Rivera	Firma 	Fecha: Lima, 06 de Setiembre del 2018
DNI: 41537875	Especialidad: Licenciada en Educación	Correo: julializtorres@gmail.com

Anexo 4: Carta de consentimiento

Dirigimos la presente carta de consentimiento a los estudiantes de la EST Senati, con el propósito de invitarlos a tomar parte en la investigación:

Estimados estudiantes, somos los investigadores, les extendemos una invitación para formar parte de un estudio en curso con el propósito de mejorar el aprendizaje de operaciones con matrices de orden 2 y 3.

La información que le suministraremos le permitira tomar una decisión adecuada acerca de su participación.

Si decide ser parte de esta investigación, se le realizará un pretest (examen escrito) compuesto por 17 preguntas abiertas. Usted leerá y responderá a estas preguntas aplicando su mejor discernimiento. La duración de la prueba escrita será de 60 minutos.

Posteriormente se le administrará una evaluación escrita que abordará el plan de estudios del curso Matemática I en la Escuela Superior de Tecnología, con una duración total de 10 semanas o 20 horas de clase. Por último, en la semana 11, se llevará a cabo una prueba de seguimiento.

Si decide colaborar en esta investigación, no necesariamente conlleva la obtención de beneficios, pero su participación es fundamental para entender las habilidades investigativas y su nivel de dominio en nuestros estudiantes.

El hecho de que participe no significa que recibirá algún tipo de incentivo, ni se le pedirá contribuir económicamente para ser parte de la investigación; su única

recompensa será colaborar en la mejora de la forma de aprendizaje de nuestros estudiantes.

La participación en el estudio no conlleva riesgos. Toda la información recolectada se mantendrá de forma completamente confidencial, y en la prueba escrita se usará un código en lugar de su nombre para proteger su integridad y el anonimato de sus opiniones.

La información que usted nos proporcione será tratada con la más estricta confidencialidad, respaldada por nuestra garantía. Solo los investigadores tendrán acceso a los datos, los cuales se mantendrán anónimos gracias a la utilización de códigos en lugar de nombres o apellidos. En ningún caso se divulgará su identidad en la presentación de los resultados de la investigación, ni se realizará ninguna publicación relacionada con ello.

Usted tiene la libertad de plantear todas las preguntas que desee antes de decidir si participa o no; estaremos encantados de responderlas. Una vez que haya aceptado participar, si decide retirarse o ya no desea continuar, puede hacerlo sin inquietudes. No se harán comentarios ni se tomará ninguna acción que le cause perjuicio.

Si desea confirmar la veracidad de lo informado, tiene la opción de consultar a los investigadores en cualquier momento:

Bach. ÁVALO CHÁVEZ, José Francisco

Bach. NAJARRO BELLIDO, Julio Ernesto

Si tiene alguna pregunta acerca de los aspectos éticos de la investigación o si siente que ha sido tratado de manera injusta, puede comunicarse con el Comité Institucional de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, teléfono 01-319000 anexo 2271.

CONSENTIMIENTO

Después de comprender la información proporcionada, he planteado preguntas y estas han sido respondidas de manera satisfactoria.

Otorgo mi consentimiento voluntario para participar en esta investigación y entiendo que tengo la opción de retirarme, siguiendo las condiciones establecidas en el plan de estudios del curso.

Nombre del participante _____

Firma del participante _____

Fecha: 30 de mayo de 2021

Anexo 5: Matriz de operacionalización.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	TÉCNICA	INSTRUMENTO	Nº DE ITEM
Programa Excel	El programa Excel es una hoja de cálculo que a través del cual se pueden usar datos numéricos y realizar cálculos automáticos de números y operaciones. Permite trabajar con una gran cantidad de números. También es posible automatizar cálculos complejos al utilizar una gran cantidad de parámetros. Incluye el uso de funciones incorporadas en el propio programa, las cuales pueden realizar cálculos matemáticos, técnicos, estadísticos y financieros (Santamarta et al.,	El programa Excel se desarrolló a través de 8 sesiones de aprendizaje, aplicados en los estudiantes del grupo experimental con la finalidad de fortalecer el aprendizaje del cálculo matricial.	Uso del programa Excel	<ul style="list-style-type: none"> Número de veces utilizados. Tiempo de uso Conocimientos básicos del programa. 	Observación	Sesiones de aprendizaje	No Aplica
			Funciones de Excel	<ul style="list-style-type: none"> Uso de Fórmulas en celdas. Uso de función MDETERM. Uso de función MMULT. Uso de función TRANSPONER. Uso de función 			

	2018).			INVERSA.			
	El cálculo matricial es un área	El aprendizaje del		• Efectúa operaciones			1
	del álgebra lineal que se dedica	Cálculo Matricial se		combinadas de suma y			
	al estudio y manejo de matrices,	medirá en cuatro		producto por un			
	que son estructuras de datos	dimensiones:		escalar.			
	organizadas en filas y	Operaciones básicas	Operaciones	• Efectúa producto de			2
	columnas. Estas matrices	con matrices,	básicas: Suma de	matrices.			
	permiten representar sistemas	Determinantes, Matriz	matrices, producto	• Resuelve ecuaciones			
Aprendizaje del	de ecuaciones,	inversa y Sistemas	por una escala y	presentadas en una	Test (pretest y		
Cálculo	transformaciones y problemas	cuadrados de	producto de	estructura matricial a	posttest)	Prueba	
Matricial.	complejos de diversas	Ecuaciones Lineales,	matrices.	través de la forma A			
	disciplinas como física,	las cuales fueron		$+ X = B$, empleando			3
	ingeniería y economía. Algunas	evaluadas a través de		operaciones de suma y			
	de las operaciones	una evaluación pre y		producto por un			
	fundamentales en el cálculo	post test para medir el		escalar, así como			
	matricial son la suma y resta de	aprendizaje del cálculo		producto de matrices.			
	matrices, donde se combinan	matricial.	Determinantes de	• Calcula determinantes			
	elementos correspondientes		matrices	de orden 2.			4

cuando las matrices tienen la misma dimensión (Hernández et al., 2012).

	<ul style="list-style-type: none">• Calcula determinantes de orden 3 empleando la definición o la regla de Sarrus.	5
Cálculo de la Matriz inversa.	<ul style="list-style-type: none">• Calcula la matriz inversa empleando la adjunta	6
Sistema cuadrado de ecuaciones lineales.	<ul style="list-style-type: none">• Desarrolla sistemas cuadrados de ecuaciones lineales forma $AX = B$ usando la matriz inversa.• Resuelve sistemas cuadrados aplicando la regla de Cramer en sistemas de ecuaciones lineales.	7 8

Anexo 6: Base de datos del grupo experimental (1) y control (2) para ser procesado con el SPSS.

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA EXCEL EN EL APRENDIZAJE DEL CÁLCULO MATRICIAL DEL CURSO DE MATEMÁTICA I EN LA ESCUELA SUPERIOR DE TECNOLOGÍA SENATI, LIMA 2017									
ASESORA	MARIANELLA ZEÑA SENCO									
GRUPO	LIMA - GRUPO 12									
MAESTRANTES	JOSÉ FRANCISCO AVALO CHÁVEZ JULIO ERNESTO NAJARRO BELLIDO									

GRUPO CONTROL (PRE - TEST)

Nro.	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8		TOTAL	BASE
	4	4	4	4	4	4	4	4		32	20
1	1	0	0	0	0	0	0	0		01	01
2	0	0	1	1	1	0	0	1		04	03
3	0	0	0	0	0	0	1	0		01	01
4	0	1	1	1	0	0	0	0		03	02
5	0	0	0	0	0	0	0	1		01	01
6	0	0	1	0	1	0	1	0		03	02
7	0	1	2	0	0	0	1	0		04	03
8	0	1	0	1	0	1	0	1		04	03
9	0	0	2	0	0	0	0	0		02	01
10	0	0	0	0	1	0	0	0		01	01
11	0	1	0	0	1	0	0	1		03	02
12	1	0	0	0	0	1	0	0		02	01
13	4	4	2	0	4	0	0	0		14	09
14	4	0	2	0	0	0	0	1		07	04
15	2	0	2	0	1	0	0	0		05	03
PROMEDIO											02

GRUPO CONTROL (POST - TEST)

Nro.	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8		TOTAL	BASE
	4	4	4	4	4	4	4	4		32	20
1	2	2	2	2	2	2	2	2		16	10
2	2	3	2	3	2	2	2	1		17	11
3	2	2	2	2	2	2	3	2		17	11
4	2	3	3	3	2	3	2	2		20	13
5	3	3	2	3	2	3	2	1		19	12
6	2	3	2	2	3	2	2	2		18	11
7	3	2	3	2	2	0	1	1		14	09
8	2	3	2	3	2	2	2	0		16	10
9	2	3	3	3	2	2	0	2		17	11
10	2	2	3	2	2	1	2	2		16	10
11	2	2	2	2	2	2	1	1		14	09
12	2	3	2	2	2	2	2	2		17	11
13	1	2	3	3	2	1	1	0		13	08
14	3	3	2	3	3	2	2	1		19	12
15	2	2	2	2	2	3	1	2		16	10
PROMEDIO											11

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA EXCEL EN EL APRENDIZAJE DEL CÁLCULO MATRICIAL DEL CURSO DE MATEMÁTICA I EN LA ESCUELA SUPERIOR DE TECNOLOGÍA SENATI, LIMA 2017									
ASESORA	MARIANELLA ZEÑA SENCO									
GRUPO	LIMA - GRUPO 12									
MAESTRANTES	JOSÉ FRANCISCO AVALO CHÁVEZ JULIO ERNESTO NAJARRO BELLIDO									

GRUPO EXPERIMENTAL (PRE - TEST)

Nro.	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8		TOTAL	BASE	
	4	4	4	4	4	4	4	4		32	20	
1	1	0	0	0	0	1	0	0		02	01	
2	0	1	2	0	1	0	0	1		05	03	
3	1	0	0	0	0	0	0	0		01	01	
4	0	1	2	2	0	0	1	0		06	04	
5	0	0	0	1	0	1	0	0		02	01	
6	0	0	2	2	0	0	0	0		04	03	
7	0	0	0	1	2	0	0	0		03	02	
8	0	0	2	0	1	0	0	1		04	03	
9	0	0	0	0	0	0	0	0		00	00	
10	0	0	0	0	0	1	0	0		01	01	
11	1	0	0	0	0	0	1	0		02	01	
12	4	1	0	0	1	0	0	0		06	04	
13	0	0	1	0	0	0	0	0		01	01	
14	1	0	0	0	0	1	0	1		03	02	
15	0	0	0	0	1	0	1	0		02	01	
PROMEDIO												02

GRUPO EXPERIMENTAL (POST - TEST)

Nro.	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8		TOTAL	BASE	
	4	4	4	4	4	4	4	4		32	20	
1	4	4	3	4	3	4	3	4		29	18	
2	3	4	3	3	4	3	2	3		25	16	
3	4	3	3	3	3	4	3	4		27	17	
4	4	4	4	3	3	3	3	3		27	17	
5	4	3	4	3	3	4	3	2		26	16	
6	3	4	3	4	4	3	3	4		28	18	
7	4	2	4	3	3	2	3	3		24	15	
8	3	4	3	4	3	3	3	4		27	17	
9	4	3	3	4	4	4	4	4		30	19	
10	3	3	2	3	3	3	4	4		25	16	
11	3	4	3	4	3	3	3	3		26	16	
12	4	3	3	2	3	4	4	4		27	17	
13	3	3	3	4	3	4	3	4		27	17	
14	4	4	3	3	4	4	3	3		28	18	
15	3	3	4	4	4	4	3	3		28	18	
PROMEDIO												17

Anexo 7. Otras evidencias

Datos descriptivos

Se generaron descripciones del grupo experimental (GE) y grupo control (GC), así como de las cuatro dimensiones en los pretest y post test (media, desviación estándar). También se construyeron diagramas de caja y bigotes para observar la distribución de los puntajes de las medianas y de las cuatro dimensiones en los pretest y post test, Finalmente se procedió a realizar las pruebas de normalidad para determinar los estadísticos a emplear para responder a las hipótesis planteadas en el trabajo.

Análisis e interpretación de datos de la variable **Calculo Matricial**

Tabla 15

Estadísticas resumen de los puntajes Pre test del Aprendizaje del Calculo matricial y sus dimensiones.

	Grupos de estudio	n	Media	Desviación estándar
Pre test total Cálculo Matricial	Grupo control	15	2,47	2,066
	Grupo experimental	15	1,87	1,246
Pre test Dimensión 1 Operaciones con matrices	Grupo control	15	2,20	2,704
	Grupo experimental	15	1,33	1,447
Pre test Dimensión 2 Determinantes	Grupo control	15	0,80	1,082
	Grupo experimental	15	0,80	,941
Pre test Dimensión 3 Matriz Inversa	Grupo control	15	0,13	,352
	Grupo experimental	15	0,27	0,458
Pre test Dimensión 4 Ecuaciones lineales	Grupo control	15	0,53	,516
	Grupo experimental	15	0,40	,507

Nota. Datos obtenidos del instrumento aplicado en 2021 y procesados en el software SPSS v.27.

Se puede observar, durante el Pre - test, la puntuación general del GC supera a la del GE en 0.60 puntos, y las diferencias en las dimensiones entre pertenecer a un grupo de control o experimental son apenas perceptibles.

Tabla 16

Estadísticas resumen de los puntajes Post test del Aprendizaje del Cálculo matricial y sus dimensiones.

	Grupo de estudio	N	Media	Desviación estándar
Pos test total cálculo	Grupo control	15	10,53	1,302
Matricial	Grupo experimental	15	17,00	1,069
Post test Dim1 Operaciones básicas con matrices	Grupo control	15	7,00	,845
	Grupo experimental	15	10,13	,915
Post test Dim 2 Determinantes orden 2 y 3	Grupo control	15	4,60	,632
	Grupo experimental	15	6,73	,884
Post test Dim 3 Matriz Inversa	Grupo control	15	1,93	,799
	Grupo experimental	15	3,47	,640
Post test Dim 4 Ecuaciones lineales	Grupo control	15	3,07	1,100
	Grupo experimental	15	6,60	,986

Nota. Datos obtenidos del instrumento aplicado en 2021 y procesados en el software SPSS v.27.

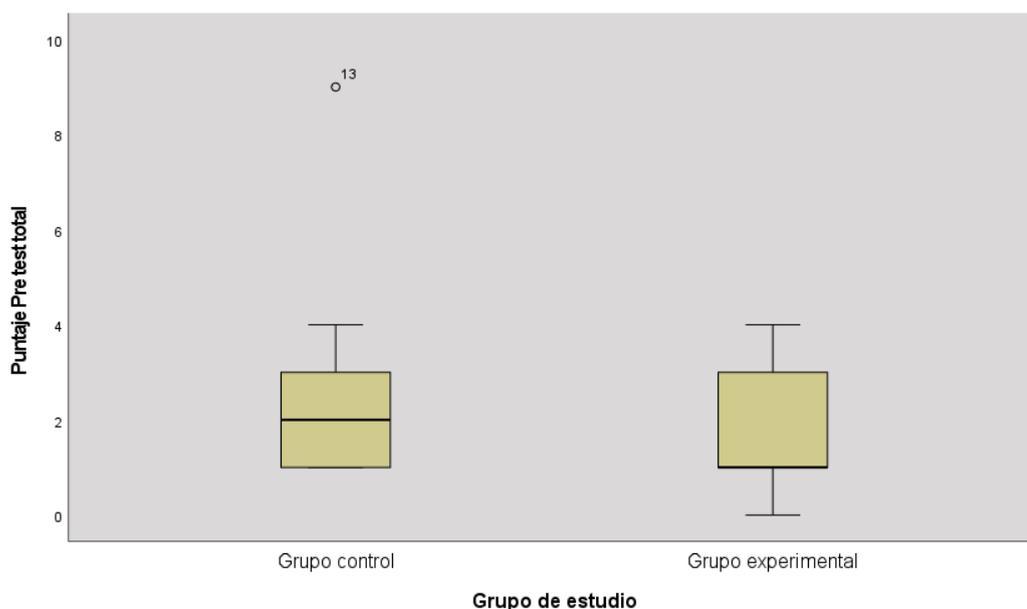
Es evidente que en la evaluación posterior (post test), los puntajes de todos los participantes del grupo experimental son más altos que los del grupo de control. En general, se observa una diferencia de 6,47 puntos a favor del GE en relación con el GC. Este mismo patrón se refleja en las cuatro dimensiones, donde se registra un aumento en el promedio del GE con respecto al GC.

A continuación, se presentan los gráficos de caja que muestran los resultados hallados en la evaluación inicial (pre - test), permitiendo comparar entre los grupos experimental y de control.

La siguiente representación gráfica tipo caja facilita la comparación de las puntuaciones totales entre el grupo control (GC) y grupo experimental (GE) antes de la implementación de la intervención.

Figura 3

Figura de cajas de la distribución de puntuaciones Pre - test en GC y GE del aprendizaje del Cálculo Matricial del curso de Matemática I. Lima.

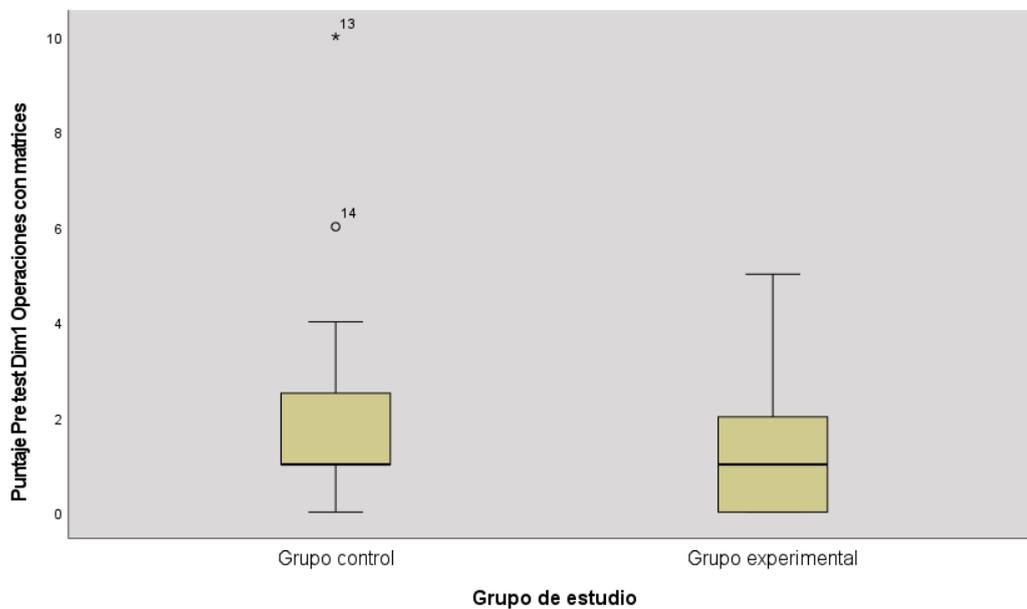


Nota. Caja de bigotes para comparar medianas de los datos entre los grupos de estudio.

Se evidencia que la mediana en el GC es mayor en comparación al GE, oscilando entre 2 y 1 puntos, obteniendo una diferencia de un punto.

Figura 4

Figura de cajas de la distribución de puntuaciones Pre - test en GC y GE en la Dim 1 Operaciones básicas con matrices del aprendizaje del Cálculo Matricial del curso de Matemática I. Lima.

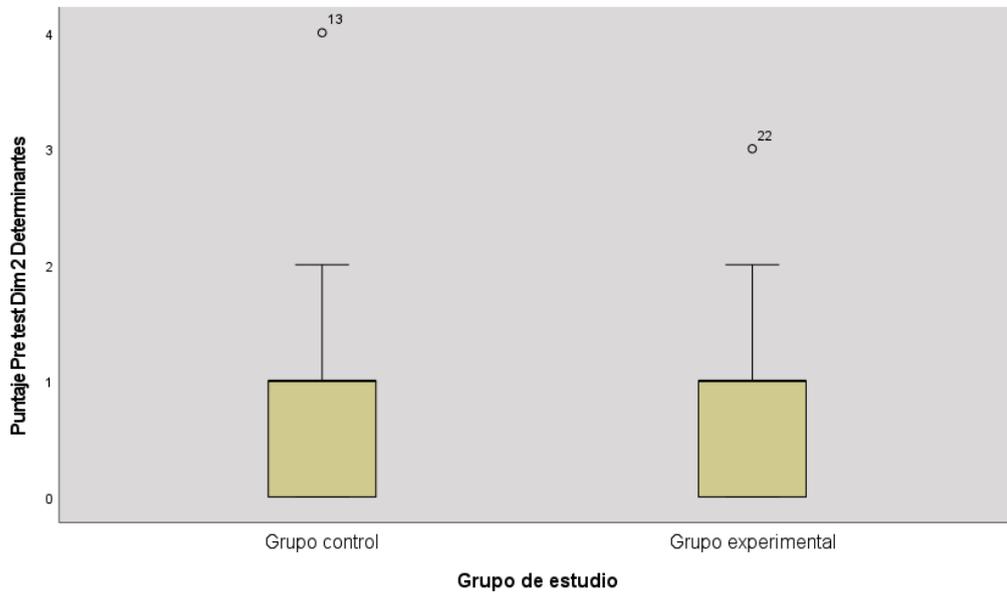


Nota. Caja de bigotes para comparar medianas de los datos entre los grupos de estudio.

Se puede apreciar que las medianas en el GC son idénticas en relación con las del GE, no varía y van de 1 a 1 puntos obteniendo una diferencia de 0 puntos.

Figura 5

Figura de cajas de la distribución de puntuaciones Pre - test en GC y GE en la Dim 2 determinante de orden 2 y 3 del aprendizaje del Cálculo Matricial del curso de Matemática I. Lima.

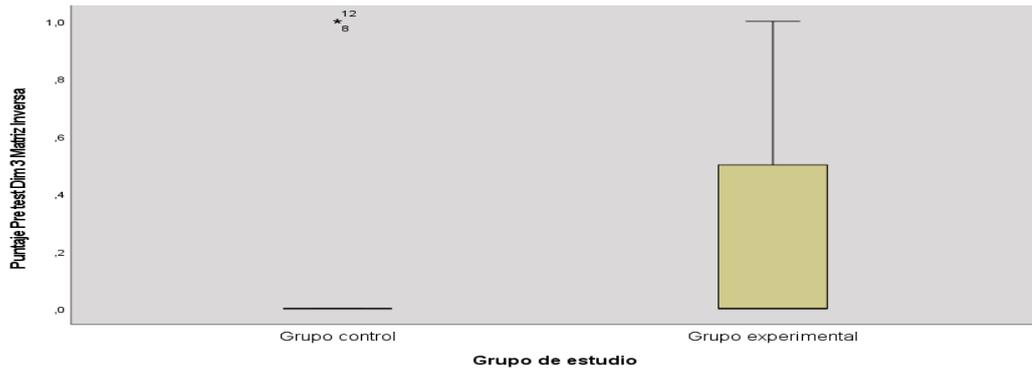


Nota. Caja de bigotes para comparar medianas de los datos entre los grupos de estudio.

Se evidencia que las medianas en el GC son idénticas en relación al GE, no varía y van de 1 a 1 puntos obteniendo una diferencia de 0 puntos.

Figura 6

Figura de cajas de la distribución de puntuaciones Pre - test en GC y GE en la Dim 3 matriz inversa del aprendizaje del Cálculo Matricial del curso de Matemática I. Lima.

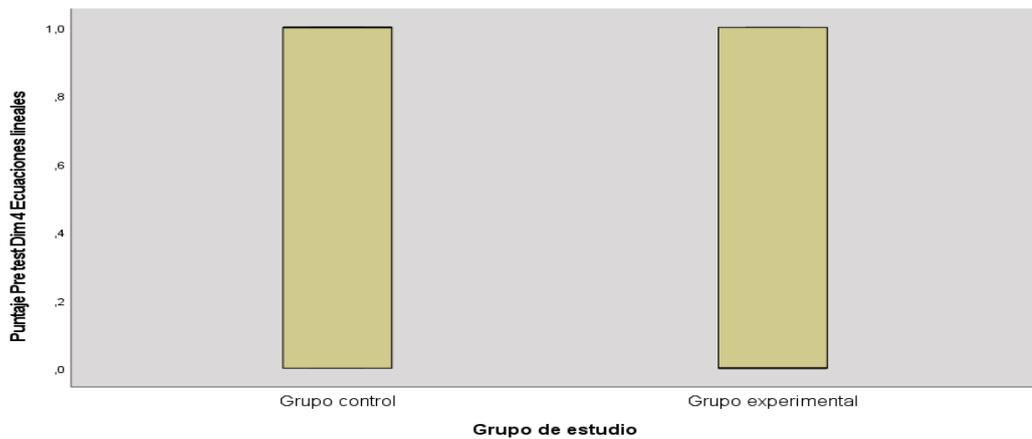


Nota. Caja de bigotes para comparar medianas de los datos entre los grupos de estudio.

Se evidencia que las medianas en el GC son equivalentes en relación con las del GE, no varía y van de 0 a 0 puntos obteniendo una diferencia de 0 puntos.

Figura 7

Figura de cajas de la distribución de puntuaciones Pre - test en la Dim 4 ecuaciones lineales del aprendizaje del Cálculo Matricial del curso de Matemática I en grupo control (GC) y experimental (GE). Lima.



Nota. Caja de bigotes para comparar medianas de los datos entre los grupos de estudio.

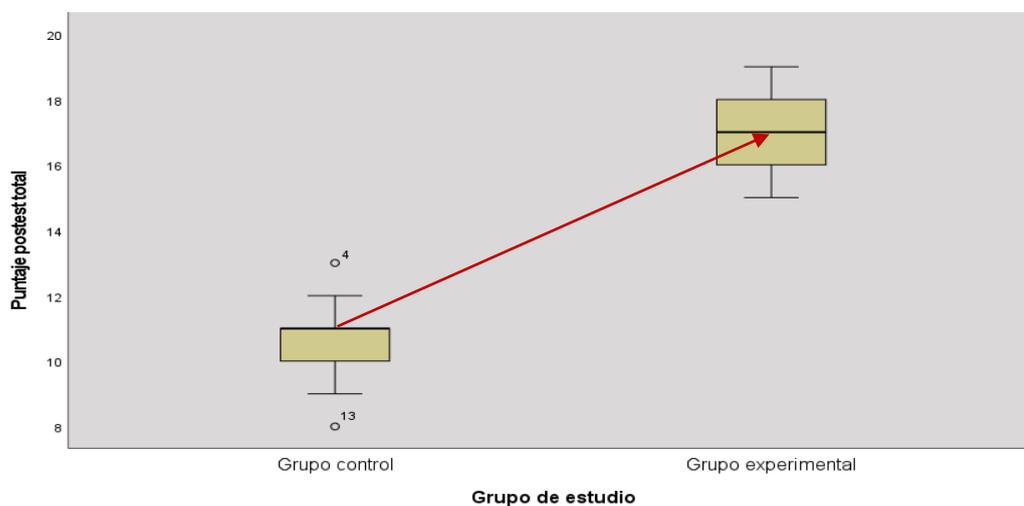
Se evidencia que la mediana en el GC es mayor en comparación al GE, oscilando entre 1 y 0 puntos, obteniendo una diferencia de un punto.

A continuación, se exhiben las representaciones gráficas tipo caja de resultados logrados en la evaluación posterior (post test), estableciendo una relación entre los grupos de estudio y control.

La representación gráfica de cajas que sigue posibilita la comparación de las puntuaciones totales entre el GC y GE tras la implementación del tratamiento.

Figura 8

Figura de cajas de la distribución de puntuaciones Post - test en GC y GE del aprendizaje del Cálculo Matricial del curso de Matemática I. Lima.

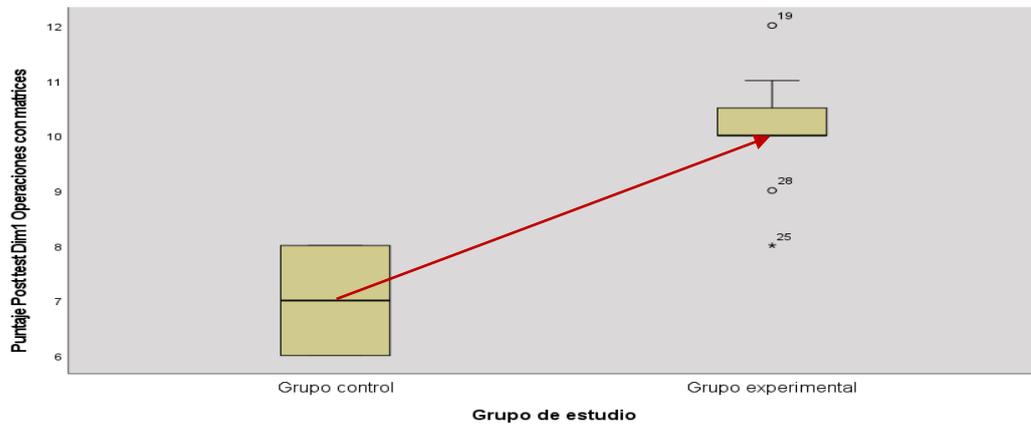


Nota. Caja de bigotes para comparar medianas de los datos entre los grupos de estudio.

Se evidencia que las medianas en el GC son menores en relación con las del GE, oscilando entre 11 y 17 puntos y resultando en una diferencia de 6 puntos.

Figura 9

Figura de cajas de la distribución de puntuaciones Post - test en GC y GE en la Dim 1 Operaciones básicas con matrices del aprendizaje del Cálculo Matricial del curso de Matemática I, Lima.

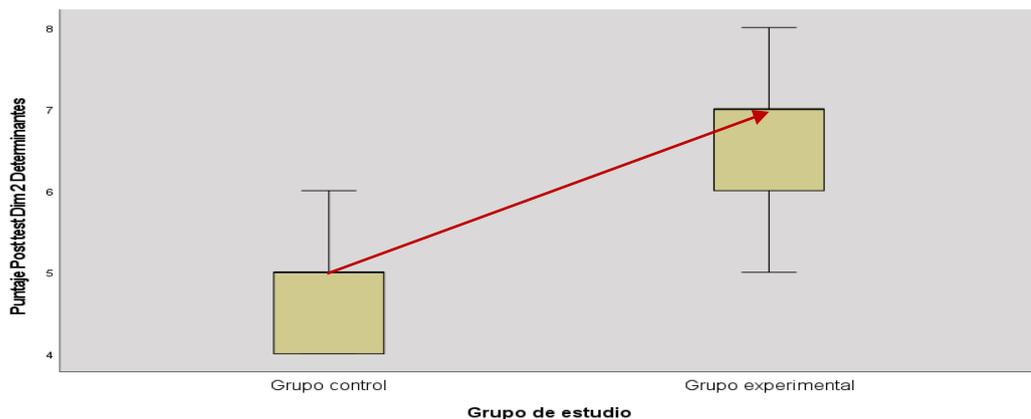


Nota. Caja de bigotes para comparar medianas de los datos entre los grupos de estudio.

Se puede notar que las medianas en el GC son más bajas en comparación con las del GE, fluctuando entre 7 y 10 puntos, lo que se traduce en una brecha de 3 puntos.

Figura 10

Figura de cajas de la distribución de puntuaciones Post - test en GC y GE en la Dim 2 determinante orden 2 y 3 del aprendizaje del Cálculo Matricial del curso de Matemática I, Lima.

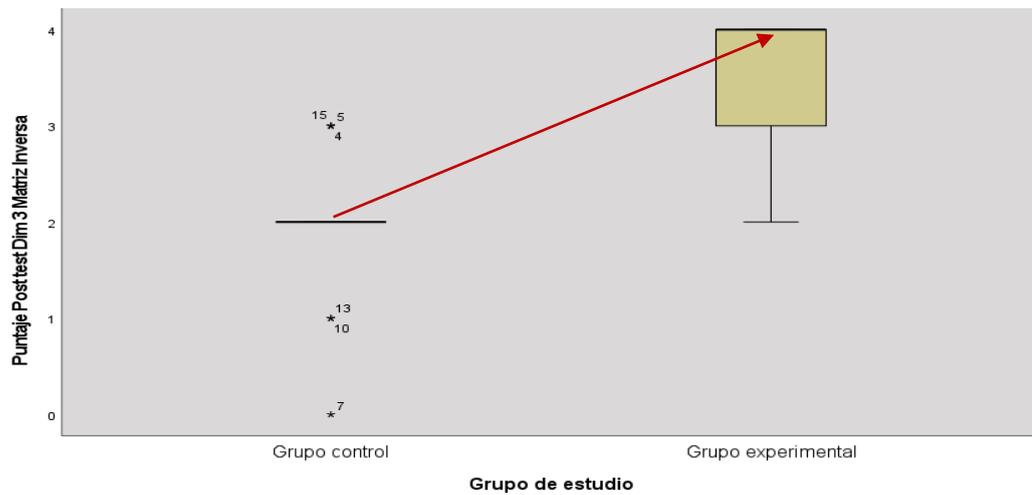


Nota. Caja de bigotes para comparar medianas de los datos entre los grupos de estudio.

Se evidencia que las medianas en el GC son menores en relación con las del GE, con una variación entre 5 y 7 puntos, lo que resulta en una diferencia de 2 puntos.

Figura 11

Figura de cajas de la distribución de puntuaciones Post - test en GC y GE en la Dim 3 matriz inversa del aprendizaje del Cálculo Matricial del curso de Matemática I. Lima.

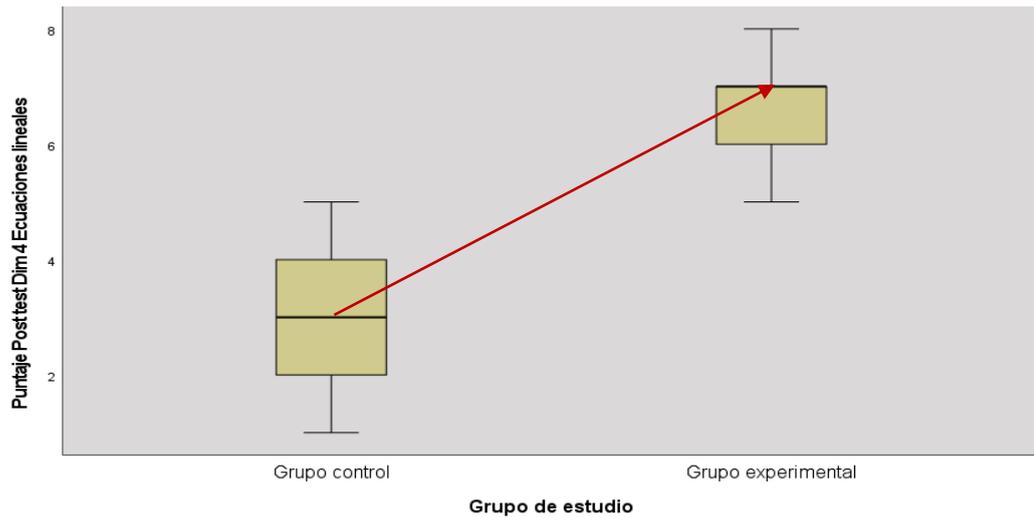


Nota. Caja de bigotes para comparar medianas de los datos entre los grupos de estudio.

Se puede apreciar que las medianas en el GC son menores en relación con las del GE, con una variación entre 2 y 4 puntos, lo que resulta en una diferencia de 2 puntos.

Figura 12

Figura de cajas de la distribución de puntuaciones Post - test en GC y GE en la Dim 4 ecuaciones lineales del aprendizaje del Cálculo Matricial del curso de Matemática I. Lima.



Nota. Caja de bigotes para comparar medianas de los datos entre los grupos de estudio.

Se nota que las medianas en el GC son menores en relación con las del GE, con una variación entre 3 y 7 puntos, lo que resulta en una diferencia de 4 puntos.