UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE EDUCACIÓN

TESIS

USO DE HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES PARA LA COMPRENSIÓN DE CONCEPTOS MATEMÁTICOS EN ESTUDIANTES DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS, UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, 2024

Para optar el Título Profesional de Licenciada en Educación –

Especialidad "Matemática e Informática"

Presentada por:

Bachiller: María Esther Atalaya Chacón

Asesor:

M. Cs. Ever Rojas Huamán

Cajamarca - Perú

2025

Universidad Nacional de Cajamarca
"Norte de la Universidad Peruana"

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
   María Esther Atalaya Chacón
   DNI: 74070386
   Escuela Profesional/Unidad UNC:
   Escuela académico profesional de Educación
2. Asesor:
   MCs. Ever Rojas Huaman
   Facultad/Unidad UNC:
   Educación
3. Grado académico o título profesional
   ☐Bachiller ☒Título profesional ☐Segunda especialidad
   ☐Maestro ☐Doctor
4. Tipo de Investigación:
   ☒ Tesis ☐ Trabajo de investigación ☐ Trabajo de suficiencia profesional
   ☐ Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
   Uso de herramientas computacionales para la Comprensión de conceptos matemáticos en estudiantes de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional de Cajamarca, 2024.
6. Fecha de evaluación: 30/10/2025
7. Software antiplagio: ☒ **TURNITIN** ☐ **URKUND (OURIGINAL)** ***(*)***
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 16%
9. Código Documento: 3117:550344244
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:

☒ **APROBADO** ☐ **PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO**

Fecha Emisión: 05/02/2026

Firma y/o Sello
Emisor Constancia

M.Cs. Ever Rojas Huamán

Nombres y Apellidos
DNI: 26694311

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"

FACULTAD DE EDUCACIÓN

Escuela Académico Profesional de Educación

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO EN EDUCACIÓN

En la ciudad de Cajamarca, siendo las *11:00* horas del día de *30* de *octubre* del *2025*; se reunieron presencialmente en el ambiente *auditorio de la facultad de educación*, los miembros del Jurado Evaluador del proceso de titulación en la modalidad de Sustentación de la Tesis, integrado por:

1. **Presidente:** *Dr. Luis Enrique Zelaya De los Santos*
2. **Secretario:** *M. Cs. José Rosario Calderón Bacón*
3. **Vocal:** *Dr. César Augusto Garrido Jaeger*
4. **Asesor (a):** *Mg. Ever Rojas Huamán.*

Con el objeto de evaluar la Sustentación de la Tesis, titulada:

USO DE HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES PARA LA COMPRENSIÓN DE CONCEPTOS MATEMÁTICOS EN ESTUDIANTES DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS, UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, 2024.

presentado por: *María Esther Atalaya Chacón*, con la finalidad de obtener el Título Profesional de Licenciado en Educación en la Especialidad de: *Matemática e Informática.*

El Presidente del Jurado Evaluador, de conformidad al Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Académico Profesional de Educación de la Facultad de Educación, procedió a autorizar el inicio de la sustentación.

Recibida la sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas por los miembros del Jurado Evaluador, referentes a la exposición y al contenido final de la Tesis, luego de la deliberación respectiva, se considera: APROBADO (X) DESAPROBADO ( ), con el calificativo de: *Dieciséis.* (*16*)

(Letras) (Números)

Acto seguido, el Presidente del Jurado Evaluador, informó públicamente el resultado obtenido por el sustentante.

Siendo las *12:15* horas del mismo día, el señor Presidente del Jurado Evaluador, dio por concluido este acto académico y dando su conformidad firman la presente los miembros de dicho Jurado.

Cajamarca, *30* de *octubre* del *2025*

Presidente	Secretario	Vocal	Asesor

DEDICATORIA

A mi madre, **Nila Chacón Medina**, y a mi padre, **Andrés Atalaya Bolaños**, por su amor incondicional, sus sacrificios silenciosos y su guía constante, que han sido el cimiento de mi vida.

A mi hermano, **Jeiner Atalaya Chacón**, por su compañía, su apoyo fraterno y su ejemplo perseverante.

A mis hijas, **Anyeli Yetzul Silva Atalaya** y **Mandelin Akira Itzae Rodríguez Atalaya**, quienes son mi mayor inspiración y motivo de superación diaria. Todo esfuerzo tiene sentido al mirar sus ojos y soñar con su porvenir.

Y de manera muy especial, a la memoria de mi esposo, **Segundo Maximino Rodríguez Zabaleta**, cuyo amor, presencia y enseñanzas viven en mí. Este logro también es tuyo, porque sembraste en mí la fuerza para continuar y alcanzar mis metas.

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a **mi familia**, a cada uno de los mencionados en la dedicatoria, por haber estado a mi lado en los momentos de mayor esfuerzo, brindándome su amor, paciencia y comprensión.

Extiendo mi gratitud a **mis profesores de la Facultad de Educación de la Universidad Nacional de Cajamarca**, quienes con su vocación docente y exigencia académica fortalecieron mi formación profesional y humana.

Y con especial estima, agradezco al **profesor MCs. Ever Rojas Huamán**, por su valiosa orientación, exigencia académica, compromiso y apoyo constante durante todo el proceso de esta investigación. Su acompañamiento ha sido fundamental para la culminación de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

Índice de tablas

RESUMEN

La investigación titulada *Uso de herramientas computacionales para la comprensión de conceptos matemáticos en estudiantes de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional de Cajamarca, 2024* tuvo como propósito determinar la influencia de dichas herramientas en el aprendizaje matemático de estudiantes del sexto ciclo de Industrias Alimentarias. Se desarrolló un estudio aplicado, con enfoque cuantitativo y diseño preexperimental, aplicando un pretest y un postest a una muestra de 30 estudiantes. La evaluación se realizó mediante fichas de observación y los datos fueron procesados con estadística descriptiva e inferencial, utilizándose la prueba t de Student para muestras relacionadas. Los resultados revelaron que, tras la intervención, el promedio de comprensión matemática se incrementó de 61,9 puntos a 81,6 puntos, diferencia que resultó estadísticamente significativa ($p = 0,000 < 0,05$), lo cual evidencia el efecto positivo de las herramientas computacionales. Además, el 66,7% de estudiantes alcanzó el nivel alto de comprensión, mientras que en el pretest ningún estudiante se ubicó en ese nivel. La implementación de las estrategias didácticas obtuvo una puntuación de 112 sobre 120, reflejando su adecuada planificación y ejecución. Se concluye que el uso de herramientas computacionales (GeoGebra y Desmos) influyó significativamente en la mejora de la comprensión matemática, recomendándose su integración curricular en carreras técnicas.

Palabras clave: Herramientas computacionales, comprensión matemática, estrategias didácticas, educación superior.

ABSTRACT

The research entitled *Use of Computational Tools for the Understanding of Mathematical Concepts in Food Industry Students, National University of Cajamarca, 2024* aimed to determine the influence of these tools on the mathematical learning of sixth-cycle students in the Food Industry program. An applied study was conducted using a quantitative approach and a pre-experimental design, administering a pre-test and a post-test to a sample of 30 students. The evaluation was carried out through observation checklists, and the data were processed using descriptive and inferential statistics, applying Student's t-test for related samples.

The results revealed that, after the intervention, the average level of mathematical understanding increased from 61,9 points to 81,6 points, a difference that was statistically significant ($p = 0,000 < 0,05$), thus demonstrating the positive effect of computational tools. In addition, 66,7% of the students reached a high level of understanding, whereas in the pre-test no student achieved this level. The implementation of the didactic strategies obtained a score of 112 out of 120, reflecting adequate planning and execution. It is concluded that the use of computational tools (GeoGebra and Desmos) significantly improved mathematical understanding, and their curricular integration in technical degree programs is therefore recommended.

Keywords: Computational tools, mathematical understanding, didactic strategies, higher education.

INTRODUCCIÓN

El aprendizaje de las matemáticas en el contexto de las carreras técnicas representa un reto pedagógico significativo, especialmente cuando los conceptos abstractos deben ser comprendidos, aplicados y transferidos a escenarios prácticos propios de la profesión. En la carrera de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, se ha evidenciado una problemática recurrente: los estudiantes presentan dificultades notorias en la comprensión de conceptos fundamentales del área matemática, situación que limita su desempeño académico y afecta el desarrollo de competencias técnicas indispensables. Esta realidad motivó el presente estudio, el cual tuvo como objetivo principal determinar la influencia del uso de herramientas computacionales en la comprensión de conceptos matemáticos en estudiantes del primer ciclo de dicha carrera durante el año académico 2024.

El trabajo se fundamenta en teorías contemporáneas del aprendizaje, como el constructivismo de Piaget y Vygotsky, y el construccionismo de Papert, que resaltan la importancia de la interacción activa del estudiante con entornos de aprendizaje significativos y visuales. Asimismo, se apoya en principios del National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), los cuales promueven el uso de representaciones múltiples, el aprendizaje activo y el razonamiento matemático. Bajo estos enfoques, las herramientas computacionales como GeoGebra y MATLAB emergen como recursos idóneos para dinamizar el aprendizaje, al permitir visualizar, simular y manipular objetos matemáticos en tiempo real, facilitando la interpretación, resolución de problemas y transferencia de conocimientos.

Metodológicamente, la investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de tipo aplicado, con diseño preexperimental. Se trabajó con una muestra de 30 estudiantes del curso de Análisis Matemática del sexto ciclo, a quienes se aplicó un pretest y un postest. Los instrumentos de recolección de datos fueron dos fichas de observación: una para evaluar la implementación de estrategias didácticas basadas en herramientas computacionales y otra para medir los niveles de comprensión matemática en cuatro dimensiones: interpretación de conceptos, resolución de problemas, transferencia de conocimientos y razonamiento lógico-crítico.

Según los resultados obtenidos, en el pretest, ningún estudiante alcanzó el nivel alto de comprensión, y el 100% se encontraba en niveles medio o bajo. Luego de la intervención, el 66,7% logró ubicarse en el nivel alto, y se eliminó completamente el nivel bajo. En términos cuantitativos, el puntaje promedio pasó de 61,9 a 81,6 puntos, y la prueba t de Student arrojó un valor de significancia $p = 0{,}000 < 0{,}05$, confirmando que la mejora fue estadísticamente significativa. Además, la estrategia didáctica implementada obtuvo una puntuación global de 112 sobre 120, reflejando una ejecución pedagógica eficaz.

La tesis se estructura en cuatro capítulos. El primer capítulo aborda el problema de investigación, sus antecedentes, la formulación del problema, los objetivos y la justificación. En el segundo capítulo se presenta el marco teórico, incluyendo antecedentes internacionales y nacionales, las bases teóricas que sustentan el estudio, y la definición conceptual y operativa de las variables. El capítulo tres detalla el marco metodológico, incluyendo el diseño, población, muestra, instrumentos y técnicas de análisis. El cuarto capítulo muestra los resultados obtenidos, su análisis y discusión.

El estudio concluye que el uso de herramientas computacionales influye positivamente en la comprensión de conceptos matemáticos en contextos de formación técnica, recomendando su integración curricular. Las sugerencias apuntan a fortalecer la capacitación docente en el uso de tecnología educativa, y ampliar su aplicación a otros cursos de la carrera. Finalmente, el trabajo incluye una sección de referencias bibliográficas actualizadas y pertinentes, así como anexos que contienen la matriz de consistencia, instrumentos aplicados y las sesiones de aprendizaje desarrolladas.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1. Planteamiento del problema

La enseñanza de conceptos matemáticos en carreras técnicas representa un desafío significativo a nivel global, debido a la abstracción que conllevan estos contenidos y a la necesidad de su aplicación en contextos profesionales concretos. La UNESCO (2022) advierte que más del 65 % de los estudiantes en programas técnicos de educación superior enfrentan dificultades para comprender conceptos matemáticos, y aproximadamente el 70 % considera que el aprendizaje resulta poco significativo cuando no se incorporan recursos interactivos, lo cual repercute negativamente en su rendimiento académico y en la retención de conocimientos esenciales.

En el contexto latinoamericano, investigaciones desarrolladas en México, Colombia y Chile indican que alrededor del 60 % de los estudiantes técnicos presentan dificultades para aplicar conocimientos matemáticos a situaciones prácticas. Sin embargo, solo el 30 % de las universidades de estos países integran herramientas computacionales en la enseñanza matemática (Cruz, Morales y Rojas, 2020), lo cual evidencia una necesidad urgente de transformación pedagógica mediante estrategias digitales que promuevan el aprendizaje activo.

En el ámbito nacional, el Ministerio de Educación del Perú (MINEDU, 2023) informa que el 68 % de los estudiantes de instituciones técnicas evidencian bajo rendimiento en matemática. Asimismo, apenas el 20 % de las universidades peruanas ha implementado recursos computacionales como softwares de simulación, lo que limita el desarrollo de competencias matemáticas esenciales.

A nivel local, un diagnóstico institucional realizado en la Universidad Nacional de Cajamarca durante 2023 evidenció que más del 75 % de los estudiantes de primer ciclo de la carrera de Industrias Alimentarias presenta serias dificultades para comprender y aplicar conceptos matemáticos, especialmente en áreas como álgebra y cálculo. Esta situación se agrava por la escasa incorporación de herramientas tecnológicas que dinamicen el aprendizaje, limitando la capacidad de los estudiantes para resolver problemas vinculados a su futura profesión.

De no atender esta problemática, los egresados podrían presentar deficiencias en su desempeño profesional, lo que repercutiría tanto en su desarrollo individual como en la competitividad de las empresas en las que laboren. Frente a ello, esta investigación propone la integración de herramientas computacionales interactivas para optimizar la comprensión de conceptos matemáticos en el contexto de la carrera de Industrias Alimentarias, mediante el uso de software especializado y simulaciones.

2. Formulación del problema

2.1. Problema principal

En base a lo expuesto, la pregunta que guía esta investigación es:

¿Cómo influye el uso de herramientas computacionales en la comprensión de conceptos matemáticos en estudiantes de la carrera de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Cajamarca durante el año 2024?

2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuál es el nivel de comprensión de los conceptos matemáticos en los estudiantes antes de implementar las herramientas computacionales, según los resultados del pretest?
- ¿Qué características presentan las estrategias didácticas basadas en herramientas computacionales empleadas para mejorar la comprensión de conceptos matemáticos en los estudiantes?
- ¿Cuál es el nivel de comprensión de los conceptos matemáticos en los estudiantes

después de la implementación de las herramientas computacionales, según los resultados del postest?

- ¿Existen diferencias estadísticamente significativas entre los niveles de comprensión matemática antes y después de la intervención?

3. Justificación de la investigación

3.1. Justificación teórica. - Desde una perspectiva teórica, la presente investigación busca contribuir al desarrollo y expansión del conocimiento en el campo de la didáctica de la matemática aplicada a carreras técnicas, enfocándose en el uso de herramientas computacionales para mejorar la comprensión de conceptos abstractos. Esta investigación se sustenta en teorías constructivistas y construccionistas, las cuales sostienen que el aprendizaje significativo ocurre cuando el estudiante interactúa activamente con los contenidos. Según Wing (2017), el pensamiento computacional fomenta habilidades de resolución de problemas y comprensión abstracta, elementos cruciales para el aprendizaje matemático.

3.2. Justificación práctica. - Desde el ámbito práctico, esta investigación aborda un problema concreto y urgente en el contexto educativo de la carrera de Industrias Alimentarias en la Universidad Nacional de Cajamarca, donde los estudiantes enfrentan dificultades significativas en la comprensión y aplicación de conceptos matemáticos. Los resultados de esta investigación podrán orientar a los docentes y autoridades académicas en la implementación de estrategias pedagógicas innovadoras basadas en herramientas computacionales, como software de simulación y visualización, que favorezcan un aprendizaje más activo y efectivo.

3.3. Justificación Metodológica. - Metodológicamente, la investigación propone un enfoque innovador al evaluar el impacto de herramientas computacionales mediante un diseño experimental en el cual se compararán los niveles de comprensión matemática antes y después de la intervención. Este diseño pre-experimental, que incluye un pre-test y un post-test, permitirá medir de manera objetiva la efectividad de las herramientas computacionales en el desarrollo de competencias matemáticas específicas en los estudiantes de Industrias Alimentarias.

4. Delimitación de la investigación

4.1. Delimitación espacial

La presente investigación se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, específicamente en la Escuela Académico Profesional de Industrias Alimentarias. El estudio se centró en los estudiantes que cursaron la asignatura de análisis matemático en esta carrera, debido a la relevancia de los conceptos matemáticos en su formación profesional. Las aulas y laboratorios de cómputo designados para el estudio dentro de la universidad proporcionaron el entorno necesario para la implementación y evaluación de las herramientas computacionales, facilitando un acceso adecuado a los recursos digitales y tecnológicos que serán empleados.

4.2 Delimitación temporal

El estudio se desarrolló durante un período de cinco meses, comprendido entre marzo y julio del año académico 2024-I. Este periodo incluyó las etapas de recolección de datos, que se realizaron al inicio y al final del semestre, permitiendo observar y analizar los efectos de la intervención computacional en los estudiantes a lo largo de un ciclo de enseñanza. Este marco temporal abarcó la aplicación del pre-test y el post-test, así como el análisis de los resultados finales que permitieron evaluar la eficacia de las herramientas computacionales en la comprensión de conceptos matemáticos.

4.3 Delimitación Temática

La investigación se centra en el ámbito de la educación matemática en el contexto de la educación superior, con un enfoque específico en el uso de herramientas computacionales para mejorar la comprensión de conceptos matemáticos en estudiantes de Industrias Alimentarias.

El estudio aborda las estrategias y recursos tecnológicos que pueden implementarse para facilitar el aprendizaje de temas matemáticos complejos, explorando su impacto en la capacidad de los estudiantes para comprender, analizar y aplicar estos conceptos en situaciones prácticas relacionadas con su disciplina. La temática incluye el análisis del pensamiento computacional y el desarrollo de habilidades de resolución de problemas matemáticos, evaluando cómo la incorporación de tecnología en el aula puede transformar la experiencia de aprendizaje y contribuir al desarrollo de competencias profesionales.

5. Objetivos de la investigación

5.1. Objetivo General

Determinar la influencia del uso de herramientas computacionales en la comprensión de conceptos matemáticos en estudiantes de la carrera de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Cajamarca en el año 2024.

5.2. Objetivos Específicos

- Evaluar el nivel de comprensión de conceptos matemáticos en los estudiantes de Industrias Alimentarias antes de la implementación de las herramientas computacionales, mediante un pre-test aplicado al inicio del estudio.
- Describir y caracterizar las estrategias didácticas basadas en herramientas computacionales empleadas para mejorar la comprensión de conceptos matemáticos en los estudiantes.
- Medir el nivel de comprensión de conceptos matemáticos en los estudiantes de Industrias Alimentarias después de la implementación de las herramientas computacionales, mediante un post-test al finalizar la intervención.
- Comparar los resultados obtenidos en el pre-test y el post-test para determinar la efectividad de las herramientas computacionales en el desarrollo de la comprensión matemática en los estudiantes de Industrias Alimentarias.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

1. Antecedentes de la investigación

1.1. A nivel internacional

García et al. (2024), desde Ecuador, analizaron el impacto del uso de softwares matemáticos en el aprendizaje del cálculo diferencial en la educación superior. El objetivo fue examinar cómo estas herramientas tecnológicas influyen en la enseñanza de conceptos complejos, como límites, derivadas y continuidad, promoviendo una comprensión significativa. La metodología fue cualitativa, basada en un enfoque inductivo y descriptivo. Se revisaron 29 estudios publicados entre 2020 y 2024, localizados a través de motores de búsqueda académicos como Google Académico (9 artículos), ResearchGate (9), Scielo (6) y Dialnet (5). Estos se seleccionaron mediante matrices de análisis que caracterizaron y priorizaron softwares relevantes para el cálculo diferencial. Los resultados mostraron que herramientas como GeoGebra y Desmos destacan por su capacidad de visualización interactiva, facilitando la comprensión de conceptos matemáticos abstractos. Por ejemplo, MATLAB y Mathematica, con sus funciones avanzadas de análisis numérico y simbólico, se aplican a niveles superiores. Maple y Wolfram Alpha también fueron reconocidos por su capacidad de resolver problemas complejos, mientras que Tinkercad y Scratch contribuyen indirectamente mediante el desarrollo de habilidades espaciales y computacionales. En conclusión, los softwares matemáticos mejoran el aprendizaje del cálculo diferencial, transformando métodos tradicionales en experiencias interactivas que estimulan la retención y comprensión de conceptos. Los autores subrayan que estas herramientas no solo potencian el rendimiento académico, sino que preparan a los estudiantes para desafíos futuros, recomendando su integración en la educación superior para promover un aprendizaje significativo y accesible.

Anido et al. (2024), desde la Universidad Nacional de Rosario, Argentina, realizaron un estudio para analizar el impacto de las herramientas computacionales en el desarrollo de las capacidades de visualización espacial en estudiantes de Ingeniería durante el aprendizaje de Geometría Analítica. Su objetivo fue evaluar si el uso de estas herramientas mejora habilidades clave como el razonamiento y la comprensión espacial. La metodología incluyó una fase exploratoria con pruebas informatizadas de visualización espacial (TVZ2006A y TVZ2006B) aplicadas a estudiantes de primer año. El diseño incluyó un pre-test al inicio del curso y un post-test tras dos meses de actividades basadas en Geometría Analítica, utilizando el software Maple. La muestra incluyó 96 participantes en el primer año y 63 en el segundo, con una pérdida significativa de sujetos debido a exclusión por falta de cooperación o asistencia. Los resultados indicaron que entre el 20% y el 22% de los estudiantes mejoraron sus habilidades de visualización espacial tras el tratamiento, aunque la mayoría (78%-80%) no mostró cambios significativos. No se encontraron diferencias de mejora relacionadas con el género. Sin embargo, los autores señalan la necesidad de ampliar la muestra para obtener conclusiones más robustas y confiables. Concluyen que las herramientas computacionales son útiles para mejorar las capacidades de visualización espacial, proponiendo su uso rutinario para identificar y apoyar a estudiantes con dificultades en este ámbito. Este enfoque tiene potencial para optimizar el aprendizaje de la Geometría y fortalecer competencias técnicas en futuros ingenieros.

Pinargote et al. (2024), desde Ecuador, investigaron el uso del lenguaje de programación Python en la enseñanza de matemáticas para estudiantes de nivelación en educación superior. Su objetivo fue diseñar una propuesta didáctica que facilitara la comprensión y el rendimiento en ecuaciones de primer y segundo grado. La metodología utilizada fue cuantitativa, bajo un paradigma positivista, complementada con métodos inductivos y deductivos. Se recolectaron datos mediante encuestas a 50 estudiantes de un total de 186 matriculados en el módulo de

Matemáticas en el primer semestre de 2024. Las herramientas incluyeron Python y el entorno Google Colab, mientras que el software Jamovi facilitó el análisis estadístico. Los resultados mostraron que un 90% de los estudiantes encuestados estaban interesados en incluir herramientas digitales en las clases, y un 40% consideraba tener un buen entendimiento de las ecuaciones de primer y segundo grado. Sin embargo, el 66% nunca había utilizado recursos digitales para estudiar matemáticas. La propuesta didáctica recibió una validación unánime de expertos en matemáticas, destacándose por su relevancia, viabilidad y coherencia, logrando una valoración del 100%. En conclusión, la integración de Python mejora la enseñanza de ecuaciones algebraicas al ofrecer una estructura bien organizada que fomenta el aprendizaje interactivo y el desarrollo de habilidades prácticas, alineándose con las necesidades actuales de la educación superior.

Morales y Cuevas (2021), desde México, exploraron el impacto del uso de tecnologías de la información y comunicación (TIC) en el aprendizaje de matemáticas en el nivel superior. El objetivo fue evaluar la influencia de estas herramientas en la resolución de ecuaciones diferenciales no homogéneas mediante el método de coeficientes indeterminados, mejorando así el rendimiento académico de los estudiantes. La metodología fue cuantitativa, con diseño exploratorio. Se trabajó con un grupo experimental y un grupo control, ambos conformados por 15 estudiantes. El grupo experimental utilizó herramientas TIC como GeoGebra y Mathway, mientras que el grupo de control empleó métodos tradicionales. Se aplicaron cuestionarios antes y después de la intervención para evaluar el desempeño. Los resultados mostraron que el 93% del grupo experimental alcanzó la competencia deseada, frente al 73% del grupo control. Esto demuestra un impacto positivo de las TIC en el aprendizaje matemático, especialmente en la resolución de ecuaciones diferenciales. Los estudiantes destacaron la utilidad de estas herramientas para facilitar la comprensión de conceptos complejos. En conclusión, el uso de TIC no solo mejoró el rendimiento académico, sino que también motivó a los estudiantes, consolidando el aprendizaje significativo y práctico de las matemáticas. Los autores recomendaron integrar estas herramientas en otras áreas de matemáticas del nivel superior.

Guerra (2022), desde la Universidad de El Salvador, investigó el impacto del software GeoGebra en la enseñanza y aprendizaje de las ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO). El objetivo principal fue movilizar los conocimientos previos de cálculo diferencial de los estudiantes y construir un esquema gráfico-algebraico para abordar el concepto de solución de una EDO. La metodología adoptó la teoría Acción, Proceso, Objeto, Esquema (APOE), que enfatiza la construcción de esquemas mentales mediante la coordinación de acciones algebraicas y gráficas. La implementación incluyó actividades prácticas en la asignatura "Ecuaciones Diferenciales I" para licenciaturas en matemática y estadística. GeoGebra se utilizó para conectar representaciones algebraicas y gráficas, y facilitar la comprensión de propiedades cualitativas de las soluciones. Los resultados mostraron que el uso de GeoGebra permitió a los estudiantes desarrollar esquemas gráfico-algebraicos que enriquecieron su entendimiento de las EDO. La combinación de rutas algebraicas y gráficas promovió un aprendizaje significativo, superando las limitaciones del enfoque algebraico tradicional y permitiendo la construcción de diagramas de soluciones incluso en casos donde no es posible obtener fórmulas explícitas. En conclusión, la integración instrumental de GeoGebra y la coordinación de rutas algebraicas y gráficas favorecieron la comprensión conceptual y procedimental de las EDO. Este enfoque innovador se presenta como una herramienta clave para enriquecer la enseñanza de las matemáticas en el nivel superior, ampliando las habilidades cognitivas de los estudiantes.

Duarte (2023), desde Ecuador, desarrolló una guía didáctica para el aprendizaje de derivadas reales utilizando el software MATLAB, dirigida a estudiantes del segundo año de

Bachillerato General Unificado en la Unidad Educativa “San Felipe Neri”. El objetivo principal fue integrar este software como herramienta pedagógica para facilitar la comprensión y aplicación de conceptos matemáticos complejos. La metodología adoptada tuvo un enfoque cuantitativo y transversal. La población incluyó a 7 docentes del área de matemáticas, quienes participaron en encuestas estructuradas. Los resultados mostraron que el 43% de los docentes utiliza frecuentemente software educativo, y el 29% lo hace ocasionalmente. El uso de MATLAB en la guía permitió abordar los desafíos tradicionales de aprendizaje, mostrando mejoras significativas en la comprensión, participación y retroalimentación de los estudiantes. Los resultados validaron que la integración de MATLAB como herramienta didáctica contribuye a mejorar la experiencia de aprendizaje de manera visual e interactiva, promoviendo un aprendizaje significativo y autónomo. Las conclusiones destacaron la necesidad de incorporar recursos tecnológicos innovadores en la enseñanza de matemáticas para fomentar habilidades prácticas y prepararlas para desafíos académicos y profesionales.

1.2. A nivel nacional

Velásquez et al. (2023), desde Perú, realizaron un análisis sistemático sobre las aplicaciones del software MATLAB en el aprendizaje universitario de matemáticas, geometría, álgebra y ecuaciones diferenciales. El objetivo principal fue determinar su efectividad en la enseñanza y aprendizaje de estas áreas, promoviendo un aprendizaje significativo y autónomo. La metodología consistió en una revisión sistemática de artículos científicos, utilizando la base de datos Scopus. La selección de estudios se realizó conforme a los criterios PRISMA, revisando un total de 6,751 documentos, de los cuales 30 cumplieron los criterios de inclusión para el análisis. Los criterios incluyeron investigaciones experimentales realizadas entre 2013 y 2022, mientras que se excluyeron estudios descriptivos, correlacionales o revisiones sistemáticas. Los resultados destacaron que MATLAB mejora la enseñanza al permitir simulaciones, graficación y resolución de problemas matemáticos complejos. En álgebra, facilita el cálculo de matrices y determinantes; en geometría, optimiza el análisis de estructuras tridimensionales y topologías; y en ecuaciones diferenciales, proporciona herramientas avanzadas para resolver ecuaciones lineales y no lineales. Los estudiantes mostraron mayor interés y comprensión al usar MATLAB como recurso pedagógico. En conclusión, MATLAB es una herramienta clave en el aprendizaje matemático, potenciando la capacidad de los estudiantes para resolver problemas complejos e integrando conceptos teóricos y prácticos de manera eficiente.

Tello y Marcos (2024), desde Perú, investigaron la influencia del software Octave en el aprendizaje de matemáticas en estudiantes de educación superior tecnológico en Huarochirí. El objetivo principal fue evaluar cómo el uso de Octave impacta en el aprendizaje conceptual, procedimental y actitudinal de los estudiantes. El estudio utilizó un enfoque cuantitativo, de tipo básico, no experimental, correlacional causal y transversal. La población estuvo compuesta por 28 estudiantes del segundo ciclo de la carrera de Producción Agropecuaria de un instituto tecnológico. Se emplearon cuestionarios con escala de Likert para medir tanto el uso del software como los niveles de aprendizaje. Los instrumentos mostraron validez mediante juicio de expertos y una confiabilidad superior a 0,86 según el alfa de Cronbach. Los resultados indicaron una correlación positiva fuerte ($r=0,839$, $p<0,05$) entre el uso de Octave y el aprendizaje de matemáticas, con un coeficiente de determinación ($R^2=0,704$), lo que implica que el uso de Octave explicó el 70.4% del aprendizaje. El análisis por dimensiones mostró influencias positivas: conceptual ($r=0,786$, $R^2=0,617$), procedimental ($r=0,841$, $R^2=0,707$) y actitudinal ($r=0,807$, $R^2=0,651$). Esto destaca que Octave contribuyó significativamente a la comprensión de conceptos, la resolución de problemas y la actitud hacia las matemáticas. En conclusión, Octave se demostró como una herramienta eficaz en el aprendizaje matemático, potenciando habilidades analíticas y actitudinales. Se recomendó su integración en los programas educativos para fomentar aprendizajes significativos en contextos tecnológicos.

2. Marco Teórico o marco conceptual

Parte 1: Variable independiente - Herramientas computacionales

1.1. Definición según autores

Concepto de herramientas computacionales en la educación matemática
Las herramientas computacionales se definen como recursos tecnológicos diseñados para facilitar el aprendizaje de conceptos matemáticos, especialmente aquellos abstractos y complejos. Según Cruz y González (2023), estas herramientas proporcionan entornos interactivos que fomentan el aprendizaje activo, permitiendo a los estudiantes explorar conceptos matemáticos de manera visual y dinámica. Además, el uso de estas herramientas fomenta el desarrollo de habilidades críticas como la resolución de problemas y el análisis lógico (Smith & Johnson, 2024).

Características generales: interactividad, visualización y adaptabilidad
Gómez y Pérez (2024) destacan que las herramientas computacionales como MATLAB y GeoGebra poseen características clave que las hacen esenciales en la enseñanza matemática:

- **Interactividad:** Promueven la participación activa de los estudiantes al ofrecer entornos donde pueden manipular variables y observar resultados en tiempo real.

- **Visualización:** Ayudan a transformar conceptos abstractos en representaciones gráficas y visuales, facilitando su comprensión (Taylor, 2023).

- **Adaptabilidad:** Estas herramientas permiten personalizar la enseñanza según las necesidades y el nivel de aprendizaje de cada estudiante, logrando una experiencia inclusiva y eficaz.

1.2 Ejemplos representativos: MATLAB, GeoGebra, Desmos y Octave

Entre las herramientas computacionales más representativas destacan:

- **MATLAB:** Una plataforma robusta de cálculo numérico y simbólico, utilizada ampliamente en educación superior e investigación para resolver problemas complejos en matemáticas e ingeniería (Wilson et al., 2023).
- **GeoGebra:** Software gratuito que combina álgebra, geometría y cálculo, proporcionando un entorno ideal para la creación de construcciones matemáticas dinámicas y visualizaciones interactivas (García, 2023).
- **Desmos:** Calculadora gráfica en línea que ofrece una interfaz amigable y herramientas avanzadas para explorar funciones y graficar ecuaciones de manera intuitiva (Chen & Lee, 2024).
- **Octave:** Entorno de programación de código abierto similar a MATLAB, diseñado para cálculos numéricos y análisis de datos, especialmente útil en educación técnica (Ramírez et al., 2024).

Importancia en el ámbito educativo

El uso de herramientas computacionales no solo facilita el aprendizaje de matemáticas, sino que también mejora la motivación y la participación de los estudiantes. Además, estas herramientas preparan a los estudiantes para resolver problemas del mundo real mediante simulaciones y análisis prácticos (Smith & Johnson, 2024).

1.2. Bases teóricas

Teoría Constructivista (Piaget, Vygotsky)

La teoría constructivista plantea que el aprendizaje es un proceso activo en el que los estudiantes construyen su conocimiento a partir de experiencias y la interacción con su entorno. Según Vygotsky (1978), las herramientas digitales, como las computacionales, actúan como mediadores entre el estudiante y el contenido, facilitando el desarrollo de habilidades cognitivas superiores mediante la interacción con materiales didácticos visuales y dinámicos.

Por su parte, Piaget (1970) resalta que la interacción activa es esencial para el aprendizaje significativo. Las herramientas computacionales, como MATLAB y GeoGebra, permiten a los estudiantes explorar, manipular y construir conceptos matemáticos de forma interactiva, promoviendo el aprendizaje significativo a través del descubrimiento guiado (Smith & Brown, 2023).

Teoría Construccionista (Papert)

El construccionismo, desarrollado por Seymour Papert, está fundamentado en que los estudiantes aprenden mejor cuando están involucrados en la creación de productos tangibles relacionados con su aprendizaje (Papert, 1980). En este contexto, las herramientas computacionales brindan oportunidades únicas para que los estudiantes diseñen y creen modelos matemáticos, gráficos y simulaciones que refuercen la comprensión de conceptos abstractos.

Por ejemplo, GeoGebra permite la construcción de representaciones gráficas interactivas que los estudiantes pueden personalizar, mientras que MATLAB facilita la simulación y resolución de problemas numéricos complejos. Estas actividades no solo promueven la comprensión conceptual, sino que también desarrollan habilidades analíticas y técnicas en los estudiantes (Taylor & Nguyen, 2023).

1.3. **Dimensiones operativas (según el instrumento de recolección de datos)**

- **Diseño**:

El diseño de las actividades basadas en herramientas digitales es crucial para asegurar su pertinencia y alineación con los conceptos matemáticos a tratar. Según Tello y Marcos (2024), la adecuación de las herramientas digitales a los contenidos específicos es fundamental para garantizar que los estudiantes puedan relacionar los conceptos abstractos con aplicaciones prácticas. Además, una progresión adecuada en la complejidad de las actividades fomenta el desarrollo gradual de competencias matemáticas, permitiendo a los estudiantes avanzar desde niveles básicos hasta aplicaciones más complejas.

- **Planificación**:

La planificación efectiva incluye la claridad de los objetivos educativos y una organización adecuada de los recursos necesarios. Tello y Marcos (2024) señalan que las actividades deben estructurarse de manera lógica y sistemática, estableciendo objetivos específicos y alcanzables que guíen a los estudiantes en el proceso de aprendizaje. También subrayan la importancia de anticipar y prevenir posibles problemas técnicos, asegurando la disponibilidad de herramientas y recursos digitales en condiciones óptimas.

- **Implementación**:

La implementación efectiva de las herramientas computacionales implica un uso adecuado del tiempo y un acompañamiento constante por parte del docente. Según Tello y Marcos (2024), es esencial que los docentes brinden apoyo en tiempo real durante las actividades, ajustando las estrategias según las necesidades individuales de los estudiantes. Además, estas herramientas deben ser flexibles y adaptarse a los ritmos de aprendizaje de los estudiantes, promoviendo un entorno inclusivo que permita la participación activa de todos.

Parte 2: Variable Dependiente - Comprensión de Conceptos Matemáticos

2.1. Definición según autores

La comprensión de conceptos matemáticos es definida como la capacidad de interpretar, relacionar y aplicar principios matemáticos de manera significativa en diversos contextos. Según el National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 2014)**,** esta capacidad incluye no solo la realización de procedimientos específicos, sino también un entendimiento profundo de las ideas subyacentes, permitiendo a los estudiantes transferir sus conocimientos a nuevas situaciones y resolver problemas de forma efectiva. Este enfoque refuerza la importancia de desarrollar competencias de razonamiento matemático y pensamiento crítico.

Morales y Cuevas (2021) destacan que la comprensión matemática implica procesos cognitivos avanzados, como la interpretación de representaciones simbólicas, gráficas y numéricas, fundamentales para abordar problemas complejos. A través de metodologías activas e interactivas, como el uso de tecnologías educativas, los estudiantes pueden profundizar en la construcción de conceptos, lo que facilita su aplicación práctica en diversos campos profesionales.

Por su parte, Vygotsky (1978) resalta que la interacción con herramientas educativas, incluidas las digitales, actúa como un mediador esencial en la construcción del conocimiento matemático. En este contexto, las herramientas computacionales no solo fomentan la comprensión abstracta, sino que también promueven habilidades prácticas que enriquecen el aprendizaje.

Finalmente, autores como Wing (2017) subrayan que la integración del pensamiento computacional en el proceso de enseñanza matemática contribuye significativamente a mejorar la comprensión de conceptos abstractos. Este enfoque interdisciplinario combina habilidades matemáticas con herramientas tecnológicas, permitiendo a los estudiantes interpretar problemas desde múltiples perspectivas.

2.2. Bases teóricas

- **Teoría de la Acción, Proceso, Objeto y Esquema (APOE)**: La Teoría APOE, desarrollada por Piaget y formalizada posteriormente por investigadores como Dubinsky (1991), describe cómo los individuos construyen su comprensión matemática progresando desde la acción hacia niveles más altos de abstracción. Este modelo teórico considera cuatro fases fundamentales:

  1. **Acción:** Implica la ejecución de procedimientos específicos para resolver problemas concretos.
  2. **Proceso:** Involucra la internalización de estas acciones en esquemas mentales, permitiendo que los procedimientos se conviertan en operaciones cognitivas.
  3. **Objeto:** Se refiere a la reificación del proceso, transformándolo en un concepto matemático que puede ser manipulado como una entidad completa.
  4. **Esquema:** Representa la integración de varios objetos y procesos en una estructura cognitiva coherente que facilita la resolución de problemas más complejos.

En el contexto del uso de herramientas computacionales, esta teoría subraya cómo los estudiantes pueden progresar desde la manipulación básica de software matemático hasta la comprensión abstracta de conceptos como límites o ecuaciones diferenciales, integrando múltiples representaciones gráficas y simbólicas.

- **Teoría de la Transferencia del Conocimiento**:

La teoría de la transferencia del conocimiento, ampliamente abordada en la educación matemática, explica cómo los estudiantes aplican aprendizajes previos a contextos nuevos y no familiares. Según Perkins y Salomon (1992), esta transferencia puede clasificarse en:

1. **Transferencia cercana:** Se da cuando el nuevo contexto es muy similar al original, como la resolución de problemas similares.
2. **Transferencia lejana:** Ocurre cuando el contexto es diferente y exige adaptaciones significativas, como aplicar un modelo matemático aprendido en el aula a un problema industrial.

En el uso de herramientas computacionales, la transferencia se facilita al promover un aprendizaje significativo mediante actividades que conectan representaciones matemáticas con problemas prácticos. Por ejemplo, el uso de GeoGebra para modelar situaciones reales en cálculo diferencial fomenta esta transferencia al conectar lo abstracto con aplicaciones concretas.

- **Principios del NCTM**:

Los Principios para la Acción del National Council of Teachers of Mathematics (2014) ofrecen un marco para garantizar el éxito matemático de todos los estudiantes. Entre sus enfoques destacan:

1. Razonamiento Matemático: Los estudiantes deben desarrollar habilidades analíticas y críticas que les permitan argumentar, justificar y validar resultados matemáticos.

2. Representaciones Múltiples: La enseñanza debe involucrar representaciones simbólicas, gráficas, numéricas y verbales para fomentar una comprensión profunda.
3. Aprendizaje Activo: Los estudiantes deben participar en actividades interactivas y colaborativas que integren herramientas tecnológicas como MATLAB y GeoGebra.

El NCTM destaca que el uso de tecnologías fomenta un aprendizaje significativo al conectar conceptos teóricos con aplicaciones prácticas, desarrollando competencias esenciales para resolver problemas complejos en el ámbito académico y profesional.

2.3. Factores que afectan la comprensión matemática

2.3.1 Complejidad inherente de los conceptos matemáticos. - La comprensión matemática en estudiantes de Industrias Alimentarias se ve influenciada por diversos factores interrelacionados que impactan significativamente en su proceso de aprendizaje. La complejidad de los conceptos abordados representa uno de los principales desafíos, especialmente cuando se trata de matemática avanzada aplicada a procesos industriales. Según Velásquez-Alarcón et al. (2023), la naturaleza abstracta de conceptos como cálculo diferencial e integral, fundamentales en Industrias Alimentarias, constituye una barrera significativa para los estudiantes, particularmente cuando estos conceptos deben aplicarse a problemas prácticos como balances de masa y energía. Tello y Marcos (2024) complementan esta perspectiva al identificar que los estudiantes frecuentemente experimentan dificultades para establecer conexiones entre conocimientos matemáticos previos y nuevos aprendizajes, especialmente en áreas como álgebra lineal y ecuaciones diferenciales aplicadas a procesos alimentarios.

2.3.2 Impacto de las metodologías de enseñanza. - Las metodologías de enseñanza empleadas juegan un papel crucial en la comprensión matemática. Pinargote et al. (2024) han demostrado que los métodos tradicionales basados únicamente en exposición teórica resultan menos efectivos que aquellos que incorporan elementos interactivos y visuales mediante herramientas computacionales. En esta línea, Garcia et al. (2024) enfatizan que la incorporación de software especializado como MATLAB y GeoGebra mejora significativamente la comprensión de conceptos matemáticos al permitir visualizaciones dinámicas y simulaciones de procesos industriales específicos del campo alimentario.

2.3.3 Aspectos motivacionales y contextuales. - La motivación y el contexto cultural de los estudiantes constituyen otro factor determinante. Morales y Cuevas (2021) señalan que la motivación intrínseca hacia las matemáticas está fuertemente influenciada por la percepción de utilidad práctica en el campo profesional, la autoeficacia en el uso de herramientas computacionales y las experiencias previas con las matemáticas. Complementariamente, Anido et al. (2024) han identificado que el contexto cultural y educativo previo de los estudiantes impacta significativamente en sus actitudes hacia el aprendizaje matemático, su familiaridad con herramientas tecnológicas y sus estrategias de aprendizaje preferidas.

2.3.4 Factores específicos de la carrera. - En el contexto específico de la carrera de Industrias Alimentarias, Guerra (2022) destaca que la comprensión matemática mejora sustancialmente cuando los conceptos se vinculan directamente con procesos de control de calidad alimentaria, cálculos de formulaciones, balance de materiales y optimización de procesos industriales. Adicionalmente, Duarte (2023) enfatiza la importancia crítica de la infraestructura y recursos tecnológicos disponibles, incluyendo laboratorios computacionales adecuadamente equipados, acceso a software especializado y capacitación docente en herramientas tecnológicas como elementos fundamentales para facilitar la comprensión matemática en este campo específico.

2.4. Dimensiones de la variable Comprensión de conceptos matemáticos

La comprensión de conceptos matemáticos se estructura en cuatro dimensiones fundamentales, cada una con características e indicadores específicos que permiten evaluar el desarrollo de las competencias matemáticas en los estudiantes de Industrias Alimentarias. De acuerdo con Reyes-Martínez et al. (2024), en su estudio "Evaluación de competencias matemáticas en educación superior: un enfoque multidimensional" publicado en la Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, estas dimensiones se interrelacionan y complementan para formar una comprensión integral de los conceptos matemáticos:

a) **Interpretación de conceptos**: La dimensión "Interpretación de conceptos" abarca la capacidad del estudiante para explicar conceptos matemáticos con claridad y precisión, definirlos correctamente, identificar sus propiedades relevantes, utilizar vocabulario matemático adecuado y establecer relaciones coherentes entre diferentes conceptos. Esta dimensión es fundamental pues constituye la base sobre la cual se construyen las demás competencias matemáticas.

b) **Resolución de problemas**: En cuanto a la "Resolución de problemas", esta dimensión evalúa la habilidad del estudiante para revisar y verificar la precisión de sus soluciones, identificar correctamente las variables involucradas, aplicar métodos de resolución adecuados, seguir procedimientos ordenados y lógicos, e interpretar los resultados obtenidos en el contexto del problema planteado. Esta dimensión representa la aplicación práctica de los conocimientos matemáticos.

c) **Transferencia de conocimientos**: La "Transferencia de conocimientos" se evidencia cuando el estudiante logra generalizar soluciones a problemas en contextos diversos, adapta conocimientos previos para resolver problemas novedosos, aplica conceptos matemáticos en situaciones no abordadas en clase, conecta conceptos matemáticos con otras disciplinas relacionadas y utiliza soluciones innovadoras para problemas que requieren adaptación. Esta dimensión es crucial para el desarrollo profesional, pues permite aplicar el conocimiento matemático en situaciones reales del campo de las Industrias Alimentarias.

d) **Razonamiento lógico y crítico**: Finalmente, el "Razonamiento lógico y crítico" evalúa la capacidad del estudiante para construir razonamientos matemáticos coherentes y estructurados, elaborar argumentos matemáticos sólidos, reconocer errores en el razonamiento o en la solución de problemas, justificar adecuadamente los procedimientos utilizados y evaluar diferentes métodos de solución para un mismo problema. Esta dimensión representa el nivel más alto de comprensión matemática, donde el estudiante no solo aplica conceptos sino que también puede analizarlos y evaluarlos críticamente.

3. Definición de términos básicos

- **Herramientas computacionales** Software y recursos digitales diseñados específicamente para la enseñanza y aprendizaje de matemáticas, que incluyen programas de visualización, simulación y cálculo. Según Pinargote et al. (2024), estas herramientas permiten la manipulación dinámica de objetos matemáticos y facilitan la comprensión de conceptos abstractos a través de representaciones visuales e interactivas.
- **Comprensión matemática** Proceso cognitivo que implica la capacidad de interpretar, relacionar y aplicar conceptos matemáticos en diversos contextos. Velásquez-Alarcón et al. (2023) la definen como la habilidad para entender no solo los procedimientos, sino también los fundamentos conceptuales y sus aplicaciones prácticas en situaciones reales.

- **Software matemático** Programas informáticos especializados como MATLAB, GeoGebra, Python y Octave, diseñados para realizar cálculos, visualizaciones y simulaciones matemáticas. García et al. (2024) los caracterizan como herramientas que facilitan el análisis numérico, algebraico y geométrico en entornos educativos.
- **Aprendizaje significativo** Proceso mediante el cual los estudiantes conectan nuevos conocimientos matemáticos con conceptos previamente adquiridos, estableciendo relaciones sustanciales. Tello y Marcos (2024) lo describen como la integración efectiva de nuevos conceptos en la estructura cognitiva existente del estudiante.
- **Pensamiento computacional** Conjunto de habilidades cognitivas que permiten formular problemas y sus soluciones de manera que puedan ser ejecutados por herramientas computacionales. Morales y Cuevas (2021) lo definen como la capacidad de descomponer problemas complejos y estructurar soluciones algorítmicas.
- **Visualización matemática** Proceso de crear, manipular y comprender representaciones visuales de conceptos matemáticos. Según Anido et al. (2024), es una habilidad fundamental que permite a los estudiantes construir modelos mentales de conceptos abstractos a través de representaciones gráficas y dinámicas.
- **Competencia matemática** Capacidad de aplicar conocimientos matemáticos en situaciones prácticas del campo profesional. De acuerdo con Guerra (2022), incluye habilidades de análisis, interpretación y resolución de problemas específicos de la industria alimentaria.
- **Simulación computacional** Representación digital de procesos o fenómenos matemáticos que permite la experimentación y análisis en un entorno virtual. Duarte (2023) la describe como una herramienta que facilita la comprensión de conceptos complejos mediante la manipulación de variables y la observación de resultados.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

1. Caracterización y contextualización de la investigación

La presente investigación se realizó en la Universidad Nacional de Cajamarca, específicamente en la Facultad de Ingeniería, Escuela de Industrias Alimentarias, ubicada en la ciudad de Cajamarca, región andina del norte del Perú. Esta institución pública está situada a más de 2700 m s. n. m. y es de fácil acceso, ya que se encuentra conectada por vías asfaltadas y cuenta con transporte público regular.

La Facultad de Ingeniería dispone de aulas equipadas, laboratorios especializados y ambientes adecuados para el desarrollo académico. En particular, la Escuela de Industrias Alimentarias cuenta con un laboratorio de cómputo con equipos actualizados, acceso a internet y software como MATLAB y GeoGebra, que fueron utilizados en esta investigación.

La población estudiantil está compuesta por jóvenes, en su mayoría provenientes de provincias del interior del departamento, muchos de los cuales tienen un acceso limitado a tecnologías digitales. Sin embargo, presentan un alto interés por aprender. En general, los estudiantes mantienen buenas condiciones de salud y participan activamente en las actividades académicas.

Entre las fortalezas de la institución destacan el compromiso de los docentes, el acceso a laboratorios con tecnología básica y la disposición a innovar. Como debilidades, se identifican ciertas limitaciones en la formación digital inicial de los estudiantes y la necesidad de mejorar la capacitación docente en el uso pedagógico de herramientas computacionales.

2. Hipótesis de investigación

2.1. Hipótesis general

El uso de herramientas computacionales influye positivamente en la comprensión de conceptos matemáticos en estudiantes de la carrera de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Cajamarca en el año 2024.

2.2. Hipótesis especificas

- El nivel de comprensión de los conceptos matemáticos en los estudiantes de la carrera de Industrias Alimentarias, previo a la implementación de las herramientas computacionales, presenta deficiencias significativas, evidenciándose dificultades en la asimilación y aplicación de los conceptos evaluados en el pre-test.
- Las estrategias didácticas basadas en herramientas computacionales presentan características distintivas, como interactividad, visualización dinámica y retroalimentación inmediata, que favorecen la comprensión de conceptos matemáticos en los estudiantes de Industrias Alimentarias.
- El nivel de comprensión de los conceptos matemáticos en los estudiantes de la carrera de Industrias Alimentarias evidencia una mejora significativa tras la implementación de herramientas computacionales, lo cual se refleja en el incremento de los puntajes obtenidos en el post-test.
- Existen diferencias significativas entre los resultados del pre-test y el post-test en los niveles de comprensión de los conceptos matemáticos en los estudiantes de Industrias Alimentarias, lo que demuestra la efectividad de las herramientas computacionales en la mejora de la comprensión matemática.

3. Variables

3.1. Definición conceptual

Variable Independiente: Herramientas computacionales

Las estrategias computacionales en la educación superior comprenden un conjunto de métodos y herramientas digitales destinadas a facilitar la comprensión de conceptos matemáticos complejos. Estas estrategias incluyen simulaciones interactivas, visualizaciones y software especializado que promueve un aprendizaje activo y el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y analítico (Cruz, Martínez & Torres, 2020).

Variable Dependiente: Comprensión de conceptos matemáticos

La comprensión de conceptos matemáticos es la capacidad de los estudiantes para interpretar, relacionar y aplicar principios matemáticos de manera significativa en diversos contextos. Este proceso no solo implica la ejecución de procedimientos específicos, sino también un entendimiento profundo de las ideas subyacentes, lo cual permite a los estudiantes transferir y adaptar sus conocimientos a nuevas situaciones y resolver problemas de manera efectiva. Esta competencia es fundamental para el desarrollo del razonamiento y la competencia matemática en el ámbito educativo (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2014).

3.2.Definición operacional

Variable independiente: Herramientas computacionales

La variable independiente "Estrategias computacionales" será evaluada como una estrategia didáctica a través de una Ficha de Observación estructurada en tres dimensiones clave. Estas dimensiones se centran en la calidad y efectividad de la integración y ejecución de herramientas computacionales en el proceso de enseñanza de conceptos matemáticos: Diseño, Planificación, Implementación. Cada dimensión será evaluada a través de una Ficha de Observación con 12 ítems en total (4 ítems por cada dimensión), utilizando una escala de

Likert de tres niveles (1 = Bajo, 2 = Medio, 3 = Alto). El puntaje total permitirá clasificar la efectividad de la estrategia computacional como sigue: Nivel bajo: 12 - 20 puntos, Nivel medio: 21 - 28 puntos, Nivel alto: 29 - 36 puntos.

Variable dependiente: Comprensión de conceptos matemáticos

La variable "Comprensión de conceptos matemáticos" se medió mediante una Ficha de Observación estructurada en cuatro dimensiones: 1. Interpretación de conceptos, 2. Resolución de problemas, 3. Transferencia de conocimientos, 4. Razonamiento lógico y crítico. La Ficha de Observación incluirá 20 ítems en total (5 por cada dimensión), y cada ítem será evaluado en una escala de Likert de 5 niveles (1 = Muy bajo, 2 = Bajo, 3 = Medio, 4 = Alto, 5 = Muy alto). El puntaje total obtenido permitirá clasificar el nivel de comprensión de los estudiantes en tres categorías: Nivel bajo (20 - 46 puntos), Nivel medio (47 - 73 puntos), Nivel alto (74 - 100 puntos).

4. Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICAS/ INSTRUMENTOS
Herramientas Computacionales	Las estrategias computacionales en la educación superior comprenden un conjunto de métodos y herramientas digitales destinadas a facilitar la comprensión de conceptos matemáticos complejos. Estas estrategias incluyen simulaciones interactivas, visualizaciones y software especializado que promueve un aprendizaje activo y el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y analítico (Cruz, Martínez & Torres, 2020)	La variable independiente "Estrategias computacionales" fue evaluada como una estrategia didáctica a través de una Ficha de Observación estructurada en tres dimensiones clave. Estas dimensiones se centraron en la calidad y efectividad de la integración y ejecución de herramientas computacionales en el proceso de enseñanza de conceptos matemáticos: Diseño, Planificación, Implementación. Cada dimensión fué evaluada a través de una Ficha de Observación con 12 ítems en total (4 ítems por cada dimensión), utilizando una escala de Likert de tres niveles (1 = Bajo, 2 = Medio, 3 = Alto). El puntaje total permitirá clasificar la efectividad de la estrategia computacional como sigue: Nivel bajo: 12 - 20 puntos, Nivel medio: 21 - 28 puntos, Nivel alto: 29 - 36 puntos.	Diseño	- Adecuación de herramientas al contenido matemático - Alineación con los objetivos de aprendizaje - Complejidad progresiva de las actividades - Uso de recursos interactivos	Observación / Ficha de observación
			Planificación	- Organización secuencial de actividades - Claridad de los objetivos de cada actividad - Disponibilidad de recursos y materiales - Prevención de problemas técnicos	
			Implementación	- Claridad en la instrucción de actividades - Apoyo del docente durante la actividad - Adaptación a las necesidades de los estudiantes - Uso efectivo del tiempo en actividades computacionales	

Comprensión de conceptos matemáticos	La comprensión de conceptos matemáticos es la capacidad de los estudiantes para interpretar, relacionar y aplicar principios matemáticos de manera significativa en diversos contextos. Este proceso no solo implica la ejecución de procedimientos específicos, sino también un entendimiento profundo de las ideas subyacentes, lo cual permite a los estudiantes transferir y adaptar sus conocimientos a nuevas situaciones y resolver problemas de manera efectiva. Esta competencia es fundamental para el desarrollo del razonamiento y la competencia matemática en el ámbito educativo (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2014)	Se midió mediante una Ficha de Observación estructurada en cuatro dimensiones: 1. Interpretación de conceptos, 2. Resolución de problemas, 3. Transferencia de conocimientos, 4. Razonamiento lógico y crítico. La Ficha de Observación incluirá 20 ítems en total (5 por cada dimensión), y cada ítem será evaluado en una escala de Likert de 5 niveles (1 = Muy bajo, 2 = Bajo, 3 = Medio, 4 = Alto, 5 = Muy alto). El puntaje total obtenido permitirá clasificar el nivel de comprensión de los estudiantes en tres categorías: Nivel bajo (20 - 46 puntos), Nivel medio (47 - 73 puntos), Nivel alto (74 - 100 puntos)	Interpretación de conceptos	1. Definición de conceptos matemáticos 2. Identificación de propiedades matemáticas 3. Uso del vocabulario matemático apropiado 4. Relación entre diferentes conceptos 5. Claridad en la explicación de conceptos	Pretest-Postest
			Resolución de problemas	1. Identificación de variables en problemas matemáticos 2. Aplicación de métodos de resolución 3. Paso a paso en la resolución 4. Interpretación de los resultados 5. Verificación de soluciones	
			Transferencia de conocimientos	1. Adaptación de conceptos a nuevos problemas 2. Uso de conceptos en contextos no familiares 3. Transferencia entre áreas del conocimiento 4. Soluciones creativas en problemas complejos 5. Generalización de soluciones a diferentes contextos	
			Razonamiento lógico y crítico	1. Formulación de argumentos matemáticos 2. Identificación de errores lógicos en problemas 3. Justificación de procedimientos matemáticos 4. Evaluación crítica de soluciones alternativas 5. Coherencia en la construcción de razonamientos	

5. Población y muestra

5.1. Población

La población de estudio está conformada por 60 estudiantes matriculados en el curso de Análisis Matemática de la carrera de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Cajamarca durante el semestre académico 2024-I. Esta población comprende estudiantes que llevan el curso donde se aplican conceptos matemáticos fundamentales para su formación profesional.

La distribución de la población se organiza de la siguiente manera:

- Análisis Matemática:
- Sección A: 30 estudiantes
- Sección B: 30 estudiantes

Todos los estudiantes están matriculados regularmente y asisten a clases presenciales en los laboratorios de cómputo de la Facultad de Ciencias Agrarias, donde tienen acceso a las herramientas computacionales necesarias para el desarrollo de las actividades académicas propuestas en la investigación.

Esta población fue seleccionada considerando que los cursos mencionados son fundamentales en la formación matemática de los futuros profesionales en Industrias Alimentarias y representan momentos clave donde la implementación de herramientas computacionales puede tener un impacto significativo en la comprensión de conceptos matemáticos.

5.2. Muestra

La muestra está constituida por 30 estudiantes de la carrera de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando la accesibilidad y disponibilidad de los estudiantes durante el semestre académico 2024-I. Esta muestra con estudiantes pertenecientes a las secciones A y B (15 estudiantes en cada una), representan un único grupo que constituye el 50% de la población total y corresponde al curso de Matemática.

Tabla 1
Distribución de la muestra de estudio

Curso	Sección	N° de estudiantes	Porcentaje
Matemática	A	15	50%
(Primer ciclo)	B	15	50%
Total		**30**	**100%**

La muestra seleccionada cumple con los siguientes criterios de inclusión:

- Estudiantes matriculados regularmente en los cursos mencionados
- Asistencia regular a las sesiones de clase (mínimo 80%)
- Participación en las actividades con herramientas computacionales
- Acceso a los recursos tecnológicos necesarios.

6. Unidad de análisis

La unidad de análisis corresponde a cada estudiante matriculado en el curso de Análisis Matemático de la carrera de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Cajamarca que forma parte de la muestra seleccionada durante el semestre académico 2024-I.

7. Métodos de investigación

La presente investigación se desarrolla siguiendo los lineamientos del método hipotético-deductivo. De acuerdo con Hernández-Sampieri y Mendoza (2020), en su obra "Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta", este método científico parte de la observación del fenómeno a estudiar, la creación de una hipótesis para explicar dicho fenómeno, la deducción de consecuencias más elementales de la propia hipótesis, y la verificación o comprobación de la verdad de los enunciados comparándolos con la experiencia.

En el contexto de esta investigación, el método hipotético-deductivo se aplica de la siguiente manera:

1. Observación del fenómeno: Se identifica la problemática en la comprensión de conceptos matemáticos en estudiantes de Industrias Alimentarias.
2. Formulación de hipótesis: Se plantea que el uso de herramientas computacionales influye positivamente en la comprensión de conceptos matemáticos.
3. Deducción de consecuencias: Se establecen las implicaciones observables y medibles que deberían presentarse si la hipótesis es verdadera.
4. Verificación experimental: Se implementa el uso de herramientas computacionales y se evalúa su impacto en la comprensión matemática mediante pre-test y post-test.

8. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo aplicada, también conocida como investigación práctica o empírica. Según Hernández-Sampieri y Mendoza (2020), la investigación aplicada se caracteriza por buscar la utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación.

9. Diseño de Investigación

El presente estudio adopta un diseño pre-experimental con pre-prueba/post-prueba con un solo grupo. Según Hernández-Sampieri y Mendoza (2020), este diseño se caracteriza por trabajar con un solo grupo al cual se le aplica una prueba previa al estímulo o tratamiento experimental, después se administra el tratamiento y finalmente se aplica una prueba posterior al tratamiento.

El esquema del diseño es el siguiente:

$$GE: \quad O1 \longrightarrow X \longrightarrow O2$$

en donde:

GE – Grupo de estudio

O1 – Pretest

X – Estrategia didáctica basada en resolución de problemas

O2 – Post Test

10. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Observación: Se utilizó para registrar el desempeño del docente en la aplicación de las estrategias didácticas basadas en resolución de problemas y el desarrollo del pensamiento computacional de los estudiantes.

Instrumentos de recolección de datos

Fichas de observación: Se emplearon dos fichas de observación, una para evaluar las estrategias didácticas basadas en herramientas computacionales aplicadas por el docente (10 ítems) y otra para evaluar el nivel de comprensión de conceptos matemáticos de los estudiantes (20 ítems)..

11. Técnicas para el procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento y análisis de los datos recolectados, se utilizó:

- Estadística descriptiva: Se calcularán frecuencias y porcentajes para describir los resultados obtenidos en las fichas de observación.
- Estadística inferencial: Se aplicarán pruebas estadísticas para comparar los resultados del pre-test y post-test, con el fin de determinar la efectividad de las estrategias didácticas basadas en el uso de herramientas computacionales sobre la comprensión de conceptos matemáticos de los estudiantes.
- Software: Se utilizará Microsoft Excel para la tabulación y organización de los datos, y el programa SPSS v. 29 para el análisis estadístico inferencial.

12. Validez y Confiabilidad

12.1. Validez

La validez de los instrumentos de recolección de datos (Ficha de observación de las estrategias didácticas basadas en resolución de problemas y Ficha de observación del pensamiento computacional) se ha establecido mediante el Juicio de Expertos. Este proceso implica la revisión y evaluación de los instrumentos por parte de profesionales con amplia experiencia y conocimientos en el área de estudio (Hernández y Mendoza, 2020). Los expertos analizaron la pertinencia, relevancia y claridad de los ítems incluidos en cada ficha de observación, brindando su aprobación y sugerencias de mejora. Este proceso garantiza que los instrumentos midan adecuadamente las variables de interés y sean apropiados para el contexto de la investigación

12.2. Confiabilidad

Para determinar la confiabilidad de los instrumentos, se aplicó el coeficiente Alfa de Cronbach, que mide la consistencia interna de las escalas utilizadas (Hernández y Mendoza, 2020). Este coeficiente oscila entre 0 y 1, siendo valores más cercanos a 1 indicadores de una mayor confiabilidad.

En el caso de la Ficha de observación de las estrategias didácticas basadas en resolución de problemas, se obtuvo un coeficiente Alfa de Cronbach de 0,725, lo que indica una alta confiabilidad del instrumento. Esto significa que los ítems incluidos en la ficha miden de manera consistente y precisa la aplicación de las estrategias didácticas por parte del docente.

Por otro lado, la Ficha de observación del pensamiento computacional obtuvo un coeficiente Alfa de Cronbach de 0,78, lo que también refleja una buena confiabilidad del instrumento. Este resultado sugiere que los ítems de la ficha evalúan de forma coherente y estable el nivel de pensamiento computacional de los estudiantes.

Estos valores de confiabilidad superiores a 0,7 son considerados aceptables y satisfactorios en la investigación educativa (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2020), lo que respalda la fiabilidad de los instrumentos utilizados en el presente estudio.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Resultados de las variables de estudio

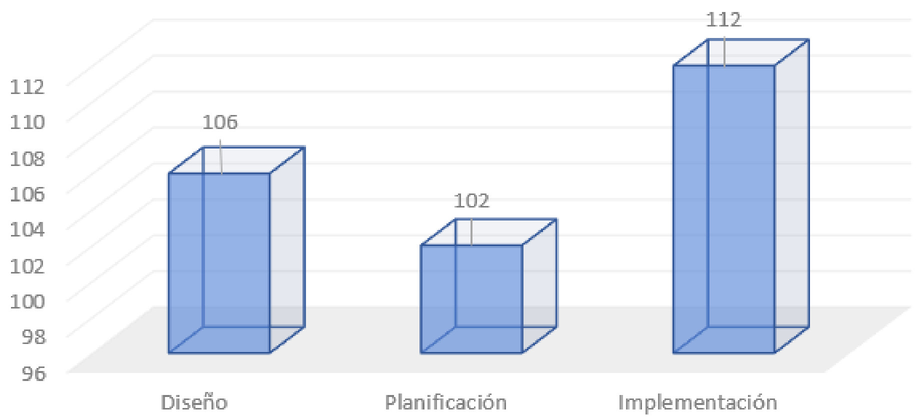

Figura 1 Resultados de implementación de estrategias didácticas basadas en herramientas computacionales durante 10 sesiones de aprendizaje

La Figura 1 muestra los puntajes obtenidos en las dimensiones de diseño, planificación e implementación de las estrategias didácticas con herramientas computacionales, aplicadas durante 10 sesiones de aprendizaje. Se aprecia que la implementación obtuvo el mayor puntaje (112), seguida del diseño (106) y planificación (102), lo que indica un adecuado desarrollo de las estrategias en todas sus etapas. Estos resultados permiten tener una visión general positiva del uso de herramientas digitales en el proceso de enseñanza.

Tabla 2
Niveles en Interpretación de Conceptos - Pre Test

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Nivel bajo	2	6,7	6,7	6,7
Nivel medio	28	93,3	93,3	100,0
Nivel alto	0	0,0	0,0	0,0
Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Tabla 17

En la Tabla 2 se evidencia que, antes de la intervención, el 93,3% de los estudiantes se ubicó en el nivel medio de interpretación de conceptos matemáticos y el 6,7% en el nivel bajo, sin presencia de estudiantes en el nivel alto. Esta distribución indica que la mayoría podía reconocer definiciones y aplicar nociones básicas, pero presentaba dificultades para explicar los conceptos con precisión, emplear lenguaje matemático formal y establecer relaciones entre diferentes representaciones, lo que corresponde a un dominio conceptual todavía parcial.

Desde el análisis teórico, este resultado se comprende considerando que la interpretación de conceptos forma parte de una comprensión matemática profunda que implica otorgar significado, relacionar ideas y no limitarse a la ejecución de procedimientos (NCTM, 2014). Asimismo, desde la perspectiva sociocultural, el aprendizaje se construye mediante la mediación de herramientas y la interacción guiada, por lo que, en ausencia de recursos que favorezcan la visualización y manipulación dinámica, es esperable que los estudiantes permanezcan en niveles intermedios de comprensión (Vygotsky, 1978).

En cuanto a la discusión con estudios previos, García et al. (2024) señalan que, cuando la enseñanza de la matemática se desarrolla sin apoyo de entornos tecnológicos interactivos, los estudiantes tienden a mostrar dificultades para comprender conceptos abstractos, manteniéndose en niveles de comprensión intermedios. De manera similar, Velásquez et al. (2023) sostienen que el uso de software matemático fortalece la comprensión conceptual al integrar representaciones gráficas y simbólicas, lo cual permite interpretar que la situación observada en el pretest coincide con lo reportado en contextos donde aún no se incorporan herramientas computacionales.

Tabla 3
Niveles en Resolución de Problemas - Pre Test

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Nivel bajo	3	10,0	10,0	10,0
Nivel medio	27	90,0	90,0	100,0
Nivel alto	0	0,0	0,0	0,0
Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Tabla 17

En la Tabla 3 se aprecia que, antes de la intervención, el 90,0% de los estudiantes se ubicó en el nivel medio de resolución de problemas y el 10,0% en el nivel bajo, sin presencia de estudiantes en el nivel alto. Esta distribución indica que la mayoría podía enfrentar situaciones problemáticas rutinarias, pero presentaba dificultades para analizar en profundidad la situación, seleccionar estrategias adecuadas y justificar los procedimientos empleados, lo que evidencia un desempeño aún intermedio en esta dimensión.

Desde el análisis teórico, la resolución de problemas es un componente central de la comprensión matemática, pues implica interpretar la situación, establecer relaciones entre datos y conceptos, y tomar decisiones fundamentadas, más allá de la aplicación mecánica de fórmulas (NCTM, 2014). Además, desde el enfoque sociocultural, el desarrollo de estas capacidades se ve favorecido cuando el estudiante interactúa con herramientas que amplían sus posibilidades de representación y exploración (Vygotsky, 1978).

En la discusión con estudios previos, Morales y Cuevas (2021) reportan que los estudiantes que trabajan sin apoyo de herramientas tecnológicas presentan mayores dificultades para resolver problemas matemáticos complejos en comparación con quienes utilizan recursos digitales interactivos. De manera complementaria, Pinargote et al. (2024) señalan que el uso de entornos computacionales favorece la organización de procedimientos y la comprensión de situaciones algebraicas, lo que mejora la capacidad para enfrentar problemas de manera estructurada.

Tabla 4

Niveles en Transferencia de Conocimientos - Pretest

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Nivel bajo	2	6,7	6,7	6,7
Nivel medio	28	93,3	93,3	100,0
Nivel alto	0	0,0	0,0	0,0
Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Tabla 17

En la Tabla 4 se observa que, antes de la intervención, el 93,3% de los estudiantes se ubicó en el nivel medio de transferencia de conocimientos y el 6,7% en el nivel bajo, sin presencia de estudiantes en el nivel alto. Esta distribución muestra que la mayoría lograba aplicar conceptos matemáticos en situaciones similares a las trabajadas previamente, pero presentaba dificultades cuando debía adaptar esos conocimientos a contextos nuevos o con mayor nivel de exigencia, lo que evidencia una transferencia todavía limitada.

Desde el análisis teórico, la transferencia del conocimiento forma parte de una comprensión matemática profunda, ya que implica movilizar saberes hacia nuevas situaciones, establecer conexiones entre conceptos y utilizar representaciones de manera flexible (NCTM, 2014). Asimismo, desde la perspectiva sociocultural, el uso de herramientas como mediadores del aprendizaje amplía las posibilidades de aplicar el conocimiento en distintos contextos (Vygotsky, 1978).

En la discusión con estudios previos, Pinargote et al. (2024) señalan que el empleo de entornos computacionales favorece la aplicación de conocimientos matemáticos en diversos contextos, al permitir experimentar, modelar y visualizar situaciones de manera interactiva. De forma similar, Velásquez et al. (2023) sostienen que el uso de software matemático fortalece la articulación entre teoría y práctica, facilitando que los estudiantes transfieran conceptos a nuevos escenarios.

Tabla 5

Niveles en Razonamiento Lógico y Crítico - Pre Test

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Nivel bajo	3	10,0	10,0	10,0
Nivel medio	27	90,0	90,0	100,0
Nivel alto	0	0,0	0,0	0,0
Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Tabla 17

En la Tabla 5 se evidencia que, antes de la intervención, el 90,0% de los estudiantes se ubicó en el nivel medio de razonamiento lógico y crítico y el 10,0% en el nivel bajo, sin presencia de estudiantes en el nivel alto. Esta distribución indica que la mayoría lograba seguir procedimientos y reconocer relaciones básicas, pero mostraba limitaciones para argumentar con rigor, evaluar la validez de sus respuestas y sustentar de manera estructurada los procesos matemáticos empleados. Se trata, por tanto, de un razonamiento funcional pero aún poco profundo y con escasa capacidad crítica.

Desde el marco teórico, este comportamiento se explica porque el razonamiento matemático implica la construcción progresiva de estructuras cognitivas que permiten pasar de acciones operativas a formas de pensamiento más abstractas y justificadas. La teoría constructivista señala que el aprendizaje se consolida cuando el estudiante reorganiza activamente sus esquemas mentales (Piaget, 1970), mientras que la mediación mediante herramientas favorece niveles superiores de pensamiento y reflexión (Vygotsky, 1978). Asimismo, desde la teoría APOE, el razonamiento crítico se asocia con la transición hacia la etapa de "objeto" y "esquema", donde el estudiante ya no solo ejecuta procesos, sino que los comprende, los analiza y puede justificarlos (Dubinsky, 1991).

En cuanto a los antecedentes, Guerra (2022) muestra que el uso de GeoGebra favorece la articulación entre representaciones algebraicas y gráficas, lo que fortalece la capacidad de análisis y comprensión relacional, componentes esenciales del razonamiento matemático. Del mismo modo, Anido et al. (2024) reportan que las herramientas computacionales contribuyen al desarrollo de habilidades espaciales y de razonamiento, aunque advierten que sin una mediación didáctica adecuada los avances pueden ser limitados. Por su parte, Morales y Cuevas (2021) evidencian que los estudiantes que utilizan TIC logran mejores niveles de argumentación y resolución reflexiva frente a quienes trabajan solo con métodos tradicionales.

Tabla 6
Niveles en Razonamiento Lógico y Crítico - Pre Test

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Nivel bajo	3	10,0	10,0	10,0
Nivel medio	27	90,0	90,0	100,0
Nivel alto	0	0,0	0,0	0,0
Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Tabla 17

En la Tabla 6 se observa que, antes de la intervención, el 90,0% de los estudiantes se ubicó en el nivel medio de razonamiento lógico y crítico y el 10,0% en el nivel bajo, sin registrarse estudiantes en el nivel alto. Esta distribución muestra que la mayoría lograba seguir secuencias de procedimientos y reconocer relaciones básicas, pero presentaba dificultades para argumentar con rigor, evaluar la coherencia de sus respuestas y justificar de manera estructurada los procesos matemáticos empleados, lo que evidencia un razonamiento aún en etapa de consolidación.

Desde el análisis teórico, el razonamiento lógico y crítico se vincula con la capacidad de analizar, justificar y reflexionar sobre los procesos matemáticos, superando la simple aplicación de reglas (NCTM, 2014). Asimismo, la teoría constructivista plantea que el desarrollo de estas capacidades requiere que el estudiante reorganice activamente sus esquemas cognitivos a partir de la interacción con situaciones problemáticas (Piaget, 1970). Desde la perspectiva sociocultural, las herramientas actúan como mediadores que amplían las posibilidades de representación y reflexión, favoreciendo niveles superiores de pensamiento (Vygotsky, 1978). A su vez, la teoría APOE explica que el razonamiento crítico se fortalece cuando el estudiante progresa hacia estructuras donde puede concebir procesos como objetos de pensamiento y articularlos dentro de esquemas más complejos (Dubinsky, 1991).

En la discusión con estudios previos, Guerra (2022) evidencia que el uso de GeoGebra favorece la articulación entre representaciones gráficas y algebraicas, lo que fortalece la capacidad de análisis y comprensión relacional. De manera similar, Anido et al. (2024) reportan que las herramientas computacionales contribuyen al desarrollo de habilidades de razonamiento espacial y analítico en estudiantes de educación superior. Por su parte, Morales y Cuevas (2021) muestran que los estudiantes que emplean TIC alcanzan mejores niveles de argumentación matemática que aquellos que siguen metodologías tradicionales.

Tabla 7
Niveles en Razonamiento Lógico y Crítico - Pre Test

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Nivel bajo	3	10,0	10,0	10,0
Nivel medio	27	90,0	90,0	100,0
Nivel alto	0	0,0	0,0	0,0
Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Tabla 17

En la Tabla 7 se aprecia que, antes de la intervención, el 90,0% de los estudiantes se ubicó en el nivel medio de razonamiento lógico y crítico y el 10,0% en el nivel bajo, sin presencia de estudiantes en el nivel alto. Esta distribución indica que la mayoría podía seguir procedimientos y establecer relaciones básicas, pero presentaba limitaciones para argumentar con mayor profundidad, evaluar la validez de sus resultados y sustentar de manera estructurada sus razonamientos, lo que evidencia un desarrollo aún intermedio de esta dimensión.

Desde el análisis teórico, el razonamiento lógico y crítico forma parte esencial de la comprensión matemática, pues implica analizar, justificar y reflexionar sobre los procesos utilizados, superando la ejecución mecánica de procedimientos (NCTM, 2014). De acuerdo con el enfoque constructivista, estas capacidades se fortalecen cuando el estudiante reorganiza activamente sus estructuras cognitivas frente a situaciones problemáticas (Piaget, 1970). Asimismo, la mediación de herramientas favorece niveles superiores de pensamiento al ampliar las posibilidades de representación y reflexión (Vygotsky, 1978). Complementariamente, la teoría APOE señala que el razonamiento crítico se consolida cuando el estudiante logra concebir los procesos matemáticos como objetos de pensamiento integrados en esquemas más complejos (Dubinsky, 1991).

En relación con los antecedentes presentados en la investigación, Guerra (2022) demuestra que el uso de GeoGebra fortalece la comprensión relacional al vincular representaciones algebraicas y gráficas, favoreciendo procesos de análisis más profundos. De manera similar, Anido et al. (2024) reportan que las herramientas computacionales contribuyen al desarrollo del razonamiento espacial y analítico en estudiantes de educación superior. Por su parte, Morales y Cuevas (2021) evidencian que el uso de TIC mejora la argumentación matemática en comparación con metodologías tradicionales.

Tabla 8
Niveles en Interpretación de Conceptos - Pos Test

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Nivel bajo	0	0.0	0.0	0.0
Nivel medio	10	33.3	33.3	33.3
Nivel alto	20	66.7	66.7	100.0
Total	30	100.0	100.0	

Fuente: Tabla 18

En la Tabla 8 se observa que, después de la intervención, el 66,7% de los estudiantes alcanzó el nivel alto en interpretación de conceptos matemáticos y el 33,3% se ubicó en el nivel medio, desapareciendo completamente el nivel bajo. Esta variación respecto al pre test evidencia un avance importante en la capacidad de los estudiantes para comprender, explicar y relacionar conceptos matemáticos con mayor precisión, utilizando lenguaje formal y estableciendo conexiones entre distintas representaciones.

Desde el análisis teórico, este progreso se comprende considerando que la interpretación conceptual se fortalece cuando el estudiante interactúa activamente con representaciones múltiples y entornos dinámicos que favorecen la construcción de significado. El enfoque constructivista señala que el aprendizaje significativo ocurre cuando el estudiante reorganiza sus esquemas cognitivos a partir de experiencias de exploración y descubrimiento (Piaget, 1970), mientras que la mediación mediante herramientas tecnológicas potencia la internalización de conceptos a través de la interacción guiada (Vygotsky, 1978). Asimismo, el construccionismo destaca que la manipulación y creación de objetos matemáticos digitales favorece una comprensión más profunda y personalizada de los conceptos (Papert, 1980). Desde esta perspectiva, el incremento del nivel alto refleja que los estudiantes lograron consolidar estructuras conceptuales más elaboradas gracias al uso de herramientas computacionales.

En la discusión con estudios previos, García et al. (2024) reportan que el uso de softwares como GeoGebra y Desmos mejora la comprensión de conceptos abstractos al permitir visualización interactiva y manipulación dinámica, resultados que coinciden con el incremento observado en el nivel alto. De forma similar, Duarte (2023) señala que la integración de MATLAB favorece la comprensión de conceptos matemáticos complejos mediante experiencias visuales e interactivas. A nivel nacional, Velásquez et al. (2023)

destacan que el uso de MATLAB en educación superior fortalece la comprensión conceptual al integrar teoría y práctica.

Tabla 9
Niveles en Resolución de Problemas - Pos Test

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Nivel bajo	0	0,0	0,0	0,0
Nivel medio	11	36,7	36,7	36,7
Nivel alto	19	63,3	63,3	100,0
Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Tabla 18

En la Tabla 9 se evidencia que, después de la intervención, el 63,3% de los estudiantes alcanzó el nivel alto en resolución de problemas y el 36,7% se ubicó en el nivel medio, eliminándose por completo el nivel bajo. Esta redistribución muestra un avance claro en la capacidad para analizar situaciones, seleccionar estrategias adecuadas y sustentar los procedimientos empleados, lo que indica un desempeño más estratégico y reflexivo frente a los problemas matemáticos.

Desde el análisis teórico, la resolución de problemas implica comprender la situación, establecer relaciones entre datos y conceptos, y tomar decisiones fundamentadas, procesos que se fortalecen cuando el estudiante interactúa con representaciones dinámicas y entornos que permiten explorar distintas estrategias (NCTM, 2014). En coherencia con el constructivismo, estas experiencias favorecen la reorganización de esquemas cognitivos a partir de la actividad y la reflexión (Piaget, 1970), mientras que la mediación de herramientas digitales amplía las posibilidades de representación y análisis (Vygotsky, 1978). Desde la teoría APOE, este progreso puede interpretarse como un avance hacia estructuras cognitivas más integradas, donde los procesos matemáticos se articulan dentro de esquemas que facilitan la resolución de situaciones nuevas (Dubinsky, 1991).

En la discusión con estudios previos, Morales y Cuevas (2021) reportan que el uso de TIC mejora significativamente la capacidad de los estudiantes para resolver problemas matemáticos, al permitir explorar diversas estrategias y verificar resultados de manera interactiva. De forma complementaria, Pinargote et al. (2024) señalan que los entornos computacionales favorecen la organización de procedimientos y la comprensión de situaciones algebraicas, lo que se traduce en un mejor desempeño en la resolución de problemas. Asimismo, Guerra (2022) evidencia que el uso de GeoGebra fortalece la comprensión relacional al integrar representaciones gráficas y algebraicas, apoyando procesos de análisis más profundos.

Tabla 10
Niveles en Transferencia de Conocimientos - Pos Test

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Nivel bajo	0	0,0	0,0	0,0
Nivel medio	7	23,3	23,3	23,3
Nivel alto	23	76,7	76,7	100,0
Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Tabla 18

En la Tabla 10 se observa que, después de la intervención, el 76,7% de los estudiantes alcanzó el nivel alto en transferencia de conocimientos y el 23,3% se ubicó en el nivel medio, desapareciendo completamente el nivel bajo. Esta distribución evidencia que la mayoría logró aplicar los conceptos matemáticos en situaciones nuevas, adaptando procedimientos y estableciendo relaciones entre distintos contextos, lo que refleja una comprensión más flexible y funcional de los contenidos.

Desde el análisis teórico, la transferencia del conocimiento constituye un indicador de comprensión profunda, ya que implica movilizar saberes hacia escenarios diferentes a aquellos donde fueron aprendidos (NCTM, 2014). En el marco constructivista, esta capacidad se fortalece cuando el estudiante participa activamente en experiencias que le permiten explorar y reorganizar sus esquemas cognitivos (Piaget, 1970). Asimismo, desde la perspectiva sociocultural, la interacción con herramientas tecnológicas actúa como mediadora del aprendizaje, ampliando las posibilidades de aplicación del conocimiento en diversos contextos (Vygotsky, 1978). Desde la teoría APOE, este avance puede interpretarse como una consolidación de esquemas cognitivos que permiten integrar procesos y conceptos en estructuras más amplias, facilitando su aplicación en nuevas situaciones (Dubinsky, 1991).

En la discusión con estudios previos, Pinargote et al. (2024) destacan que el uso de entornos computacionales favorece la aplicación de conocimientos matemáticos en diversos contextos, al permitir experimentar, modelar y visualizar situaciones de manera interactiva. De forma complementaria, Duarte (2023) señala que la integración de software como MATLAB facilita que los estudiantes relacionen conceptos teóricos con aplicaciones prácticas, fortaleciendo la transferencia del aprendizaje. Asimismo, Velásquez et al. (2023) sostienen que el uso de herramientas como MATLAB en educación superior mejora la articulación entre teoría y práctica, promoviendo aprendizajes aplicables a contextos reales.

Tabla 11
Niveles en Razonamiento Lógico y Crítico - Pos Test

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Nivel bajo	0	0,0	0,0	0,0
Nivel medio	4	13,3	13,3	13,3
Nivel alto	26	86,7	86,7	100,0
Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Tabla 18

En la Tabla 11 se aprecia que, después de la intervención, el 86,7% de los estudiantes alcanzó el nivel alto en razonamiento lógico y crítico y el 13,3% se ubicó en el nivel medio, eliminándose por completo el nivel bajo. Esta distribución muestra un fortalecimiento claro en la capacidad de analizar situaciones matemáticas, justificar procedimientos, evaluar la coherencia de los resultados y sostener argumentos con mayor rigor, evidenciando un razonamiento más reflexivo y estructurado.

Desde el análisis teórico, el razonamiento lógico y crítico forma parte esencial de la comprensión matemática, ya que implica analizar, argumentar y reflexionar sobre los procesos utilizados (NCTM, 2014). En el marco constructivista, estos avances se producen cuando el estudiante reorganiza activamente sus esquemas cognitivos a partir de experiencias significativas (Piaget, 1970). A su vez, la mediación de herramientas tecnológicas favorece niveles superiores de pensamiento al ampliar las posibilidades de representación, exploración y verificación de resultados (Vygotsky, 1978). Desde la teoría APOE, este progreso puede interpretarse como el paso hacia estructuras cognitivas más integradas, donde los procesos matemáticos se conciben como objetos de pensamiento articulados dentro de esquemas más complejos (Dubinsky, 1991).

En la discusión con estudios previos, Guerra (2022) evidencia que el uso de GeoGebra fortalece la comprensión relacional al vincular representaciones algebraicas y gráficas, lo que incide directamente en el desarrollo del razonamiento analítico. Asimismo, Anido et al. (2024) reportan que las herramientas computacionales contribuyen al fortalecimiento de habilidades de razonamiento en estudiantes de educación superior al promover la exploración visual y simbólica. De forma complementaria, Morales y Cuevas (2021) señalan que el uso de TIC mejora la capacidad de argumentación matemática en comparación con metodologías tradicionales.

Tabla 12
Niveles en Conocimiento de Conceptos Matemáticos - Pre Test

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Nivel bajo	0	0,0	0,0	0,0
Nivel medio	30	100,0	100,0	100,0
Nivel alto	0	0,0	0,0	100,0
Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Tabla 17

En la Tabla 12 se observa que, antes de la intervención, el 100,0% de los estudiantes se ubicó en el nivel medio de conocimiento de conceptos matemáticos, sin presencia de estudiantes en los niveles bajo ni alto. Esta distribución indica que todos los participantes poseían nociones básicas y podían reconocer definiciones y procedimientos elementales, pero aún no alcanzaban un dominio conceptual profundo que les permitiera explicar con precisión, relacionar ideas o utilizar los conceptos con flexibilidad en distintos contextos. Se trata, por tanto, de un conocimiento funcional pero todavía limitado en cuanto a comprensión estructural.

Desde el análisis teórico, el conocimiento conceptual en matemática implica no solo recordar definiciones, sino comprender significados, relaciones y propiedades que permiten utilizar los conceptos de manera integrada (NCTM, 2014). Desde la perspectiva constructivista, este nivel intermedio refleja que los estudiantes se encuentran en un proceso de reorganización de esquemas cognitivos, donde las ideas aún no se han articulado plenamente en estructuras conceptuales sólidas (Piaget, 1970). Asimismo, la mediación mediante herramientas y representaciones múltiples favorece la construcción de significados más elaborados, al permitir visualizar, manipular y contrastar ideas matemáticas (Vygotsky, 1978). Desde la teoría APOE, este resultado sugiere que los estudiantes operaban principalmente a nivel de procesos, sin haber consolidado aún los conceptos como objetos mentales integrados en esquemas amplios (Dubinsky, 1991).

En la discusión con estudios previos, Velásquez et al. (2023) señalan que, en contextos donde la enseñanza se apoya predominantemente en métodos tradicionales, los estudiantes suelen mantenerse en niveles intermedios de conocimiento conceptual, con dificultades para establecer conexiones profundas entre ideas matemáticas. De manera similar, Duarte (2023) reporta que, antes de la incorporación de herramientas computacionales, los estudiantes presentan un dominio conceptual básico pero con limitaciones para comprender relaciones más complejas.

Tabla 13
Niveles en Conocimiento de Conceptos Matemáticos - Pos Test

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Nivel bajo	0	0,0	0,0	0,0
Nivel medio	1	3,3	3,3	3,3
Nivel alto	29	96,7	96,7	100,0
Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Tabla 18

En la Tabla 13 se observa que, después de la intervención, el 96,7% de los estudiantes alcanzó el nivel alto en conocimiento de conceptos matemáticos y solo el 3,3% permaneció en el nivel medio, desapareciendo completamente el nivel bajo. Esta distribución evidencia un dominio conceptual ampliamente consolidado, donde la mayoría de estudiantes no solo reconoce definiciones, sino que logra explicar los conceptos con precisión, establecer relaciones entre ellos y utilizarlos de manera articulada en distintos contextos matemáticos.

Desde el análisis teórico, este progreso se interpreta como un avance hacia una comprensión conceptual profunda, entendida como la capacidad de otorgar significado a las ideas matemáticas y vincularlas dentro de una estructura coherente de conocimientos (NCTM, 2014). En términos constructivistas, el estudiante ha reorganizado sus esquemas cognitivos a partir de experiencias de exploración y reflexión, alcanzando estructuras conceptuales más estables (Piaget, 1970). Asimismo, la mediación de herramientas tecnológicas facilita la construcción de significados al permitir múltiples representaciones y manipulaciones dinámicas de los conceptos (Vygotsky, 1978). Desde la teoría APOE, este cambio puede interpretarse como el tránsito desde la comprensión de procesos hacia la consolidación de los conceptos como objetos mentales integrados en esquemas más amplios (Dubinsky, 1991), lo que explica el predominio casi total del nivel alto.

En la discusión con estudios previos, Duarte (2023) reporta que la integración de MATLAB en la enseñanza universitaria favorece una comprensión conceptual más sólida al combinar representaciones simbólicas, numéricas y gráficas. De forma similar, Velásquez et al. (2023) señalan que el uso sistemático de herramientas computacionales fortalece la comprensión de conceptos abstractos al conectar teoría y aplicación. Asimismo, García et al. (2024) destacan que los entornos de visualización dinámica permiten a los estudiantes construir significados más estables y relacionar distintas representaciones matemáticas. Estos aportes permiten interpretar que el incremento sustancial del nivel alto en el pos test se encuentra en consonancia con lo descrito por investigaciones donde la tecnología se integra como mediadora del aprendizaje matemático, lo que respalda la efectividad de la intervención desarrollada en la investigación.

2.1. Prueba de Hipótesis

Nivel de significancia

Para el análisis estadístico de los resultados se adoptó un nivel de significancia del 5% (α = 0,05)

Prueba de Normalidad

Tabla 14
Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dimensión 1 pos test - Dimensión 1 pre test	.139	29	.161	.959	29	.303
Dimensión 2 pos test - Dimensión 2 pre test	.144	29	.131	.950	29	.183
Dimensión 3 pos test - Dimensión 3 pre test	.113	29	.200*	.970	29	.563
Dimensión 4 pos test - Dimensión 4 pre test	.130	29	.200*	.966	29	.464
Pos test - Pre test	.084	29	.200*	.970	29	.548

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

La Tabla 14 presenta los resultados de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk para las diferencias entre los puntajes del pos test y pre test en cada dimensión evaluada. En todos los casos, los valores de significancia (p > 0,05) indican que se cumple el supuesto de normalidad. Esto valida el uso de pruebas paramétricas para comparar los resultados antes y después de la intervención, como la prueba t para muestras relacionadas.

2. Verificación de las hipótesis de investigación

Tabla 15
Prueba de muestras emparejadas

	Diferencias emparejadas							
				95% de intervalo de confianza de la diferencia				
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	Inferior	Superior		gl	Sig. (bilateral)
Interpretación de conceptos pre test - Interpretación de conceptos pos test	5,233	2,725	.498	6,251	-4,216	10,518	29	.000
Resolución de problemas pre test - Resolución de problemas pos test	5,067	2,392	.437	5,960	-4,174	11,604	29	.000
Transferencia de conocimientos pre test - Transferencia de conocimientos pos test	5,233	2,825	.516	6,288	-4,179	10,148	29	.000
Razonamiento lógico y crítico pre test - Razonamiento lógico y crítico pos test	4,600	2,811	.513	5,650	-3,550	8,962	29	.000
Pre test - Pos test	20,48	4,823	.896	22,317	-18,648	22,87	29	.000

Fuente: Tabla 17 y Tabla 18

La Tabla 15 presenta los resultados de la prueba t para muestras emparejadas, comparando los puntajes obtenidos antes y después de la intervención en cada dimensión evaluada. En todos los casos, el valor de significancia bilateral es **p = .000**, lo que indica diferencias estadísticamente significativas entre el pre test y el pos test. Las medias de diferencia muestran mejoras consistentes: 5,233 puntos en interpretación de conceptos, 5,067 en resolución de problemas, 5,233 en transferencia de conocimientos y 4,600 en razonamiento lógico y crítico. En conjunto, la diferencia global entre pre test y pos test fue de 20,48 puntos. Estos resultados confirman la eficacia de las estrategias basadas en herramientas computacionales para mejorar la comprensión matemática de los estudiantes.

CONCLUSIONES

- El uso de herramientas computacionales influyó positivamente en la comprensión de conceptos matemáticos en los estudiantes de Industrias Alimentarias de la UNC en 2024, logrando que el porcentaje de estudiantes con nivel alto de comprensión aumente de 0% en el pretest a 66,7% en el postest, mientras que el nivel medio se redujo de 93,3% a 33,3%, y el nivel bajo desapareció totalmente.
- Antes de implementar las herramientas computacionales, el 100% de los estudiantes presentó niveles de comprensión entre medio (90%-93,3%) y bajo (6,7%-10%) en todas las dimensiones evaluadas, sin ningún estudiante en el nivel alto, lo cual evidencia un dominio limitado de los conceptos matemáticos.
- Las estrategias didácticas basadas en herramientas computacionales se desarrollaron satisfactoriamente durante 10 sesiones, destacando una alta puntuación en implementación (112 puntos), seguida del diseño (106 puntos) y planificación (102 puntos), lo que refleja una adecuada integración pedagógica de los recursos digitales.
- Después de la intervención, el 66,7% de los estudiantes alcanzó el nivel alto de comprensión en interpretación de conceptos, resolución de problemas, transferencia de conocimientos y razonamiento lógico-crítico, lo que muestra una mejora significativa respecto al pretest.
- Comparando los resultados del pretest y el postest, se evidenció una mejora sustancial en todos los indicadores: el nivel alto pasó de 0% a 66,7%, y el nivel bajo se redujo a 0%, confirmando una diferencia significativa atribuible a la implementación de herramientas computacionales en el proceso de enseñanza.

SUGERENCIAS

- Se recomienda incorporar de manera sistemática el uso de herramientas computacionales como GeoGebra, MATLAB o Desmos en los cursos de Matemática de la carrera de Industrias Alimentarias, dado que su aplicación elevó el nivel de comprensión al 66,7% en el nivel alto, lo que evidencia su efectividad para mejorar el rendimiento académico.
- Dado que en el pretest ningún estudiante alcanzó el nivel alto de comprensión y más del 90% se ubicó solo en nivel medio, se sugiere aplicar un diagnóstico inicial permanente en los cursos de matemática para detectar estas limitaciones y planificar una intervención pedagógica oportuna desde el inicio del semestre.
- Considerando que la implementación de estrategias con herramientas computacionales obtuvo una puntuación destacada (112 puntos), se recomienda capacitar y acompañar a los docentes en el diseño, planificación e implementación de sesiones con recursos digitales, asegurando la continuidad de estas buenas prácticas en la enseñanza.
- Dado que tras la intervención el 66,7% de los estudiantes alcanzó un nivel alto de comprensión, se sugiere extender esta metodología a otros cursos de la carrera y explorar la incorporación de nuevas herramientas interactivas, con el fin de consolidar aprendizajes complejos mediante el uso de tecnología educativa.
- Ya que se evidenció una mejora significativa entre el pretest y el postest, se recomienda institucionalizar el uso de estrategias didácticas basadas en herramientas computacionales como parte del currículo formativo, promoviendo una cultura educativa orientada al aprendizaje activo, significativo y contextualizado en carreras técnicas.

REFERENCIAS

Anido, M., Có, P., del Sastre, M., & Panella, É. (2024). *Efectos de la utilización de herramientas computacionales en las capacidades de visualización espacial*. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario.

Cruz, A., & González, M. (2023). The role of computational tools in modern mathematics education. *Mathematics and Education Review*, 12(4), 45–65.

Cruz, J., Martínez, F., & Torres, G. (2020). *Uso de tecnologías para mejorar el aprendizaje de matemáticas en educación superior en América Latina*. SciELO.

Chen, X., & Lee, J. (2024). Desmos as a tool for enhancing mathematical visualization. *Journal of Educational Technology*, 39(2), 101–120.

Duarte Enríquez, B. A. (2023). Desarrollo de una guía con el software Matlab para el aprendizaje de derivadas reales. *Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ciencias de la Educación, Humanas y Tecnológicas*. Riobamba, Ecuador.

Dubinsky, E. (1991). Reflective Abstraction in Advanced Mathematical Thinking. *Advanced Mathematical Thinking*. Kluwer Academic Publishers.

García, R., Criollo, J., Hurtado, S., & Salazar, C. (2024). *Análisis de los softwares matemáticos en la enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial en estudiantes de educación superior*. Dominio de las Ciencias, 10(3), 1317–1334. doi:10.23857/dc.v10i3.3985

García, L. (2023). GeoGebra y su impacto en el aprendizaje de matemáticas en educación superior. *Revista de Innovación Educativa*, 15(3), 231–248.

Gómez, R., & Pérez, C. (2024). Visualización e interactividad en el aprendizaje matemático: Un enfoque desde MATLAB. *Revista de Tecnología Educativa*, 18(1), 57–76.

Guerra Cáceres, M. E. (2022). Conocimientos previos y GeoGebra en la enseñanza y aprendizaje de las ecuaciones diferenciales ordinarias. *Revista Diálogo Interdisciplinario sobre Educación - REDISED*, 4(2), 121–134. Recuperado de https://revistas.ues.edu.sv/index.php/redised/article/view/2783

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2020). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill Interamericana. ISBN: 978-1-4562-6096-5

Ministerio de Educación del Perú (MINEDU). (2023). *Informe de Rendimiento Académico en Universidades e Instituciones Técnicas en Perú*. Recuperado de https://www.minedu.gob.pe/

Morales, A. F., & Cuevas, R. E. (2021). Uso de las TIC en el aprendizaje de las matemáticas en el nivel superior. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 12(23), e266. https://doi.org/10.23913/ride.v12i23.1023

National Council of Teachers of Mathematics. (2014). *Principles to Actions: Ensuring Mathematical Success for All*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York: Basic Books.

Perkins, D. N., & Salomon, G. (1992). Transfer of Learning. *International Encyclopedia of Education*, 2nd Ed.

Piaget, J. (1970). *Science of Education and the Psychology of the Child*. New York: Viking Press.

Pinargote, J., Lino, V., & Vera, B. (2024). Python en la enseñanza de las Matemáticas para estudiantes de nivelación en Educación Superior. *MQRInvestigar*, 8(3), 3966–3989. https://doi.org/10.56048/mqr20225.8.3.2024.3966-3989

Ramírez, T., Ortiz, J., & Fernández, P. (2024). Open-source software in mathematical education: The case of Octave. *Educational Computing*, 22(1), 89–102.

Reyes-Martínez, A., González-López, M. J., & Torres-Sánchez, R. (2024). *Evaluación de competencias matemáticas en educación superior: un enfoque multidimensional*. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, 27(1), 45-68. https://doi.org/10.12802/relime.24.2713

Smith, H., & Johnson, K. (2024). Interactive learning environments: A focus on computational tools. *Advances in Educational Technology*, 20(5), 333–350.

Smith, J., & Brown, K. (2023). Constructivism in the digital age: Using tools to enhance learning. *Journal of Digital Education*, 34(2), 123–145.

Taylor, D. (2023). Enhancing learning through visualization in mathematics. *Journal of STEM Education*, 10(2), 56–74.

Taylor, R., & Nguyen, T. (2023). Digital tools in mathematical education: A constructivist approach. *Educational Technology Journal*, 18(1), 45–65.

Tello, C., & Marcos, R. (2024). Octave en el aprendizaje de matemática en estudiantes de educación superior tecnológico, Huarochirí 2024. *Universidad César Vallejo*. Recuperado de https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/153180

UNESCO (2022). *Global Education Monitoring Report 2022: Transforming Education for an Inclusive World*. Recuperado de https://unesdoc.unesco.org/

Velásquez-Alarcón, J. D., Méndez-Vergaray, J., & Flores, E. (2023). MATLAB en las aplicaciones de la matemática. *Revista de Investigación en Ciencias de la Educación HORIZONTES*, 7(31), Octubre-Diciembre. https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v7i31.684

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge: Harvard University Press.

Wilson, R., Evans, M., & Brown, T. (2023). MATLAB in mathematics education: Bridging theory and application. *International Journal of Engineering and Mathematical Learning*, 21(3), 185–203.

Wing, J. M. (2017). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.

ANEXOS

Anexo 01. Matriz de Consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Técnicas / Instrumentos	Metodología
¿Cómo influye el uso de herramientas computacionales en la comprensión de conceptos matemáticos en estudiantes de la carrera de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Cajamarca durante el año 2024?	General: Determinar la influencia del uso de herramientas computacionales en la comprensión de conceptos matemáticos en estudiantes de la carrera de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Cajamarca en el año 2024. Específicas: - Evaluar el nivel de comprensión de conceptos matemáticos en los estudiantes de Industrias Alimentarias antes de la implementación de las herramientas computacionales, mediante un pre-	El uso de herramientas computacionales influye positivamente en la comprensión de conceptos matemáticos en estudiantes de la carrera de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Cajamarca en el año 2024 Específicas: - El nivel de comprensión de los conceptos matemáticos en los estudiantes de Industrias Alimentarias antes de la implementación de las herramientas computacionales presenta deficiencias significativas,	Herramientas computacionales	Diseño	- Adecuación de herramientas al contenido matemático - Alineación con los objetivos de aprendizaje - Complejidad progresiva de las actividades - Uso de recursos interactivos	Técnica: Observación Instrumento de recolección de datos: Fichas de observación	Tipo de Investigación: Aplicada Diseño de Investigación: Pre experimental GE:O1---X---O2 en donde: GE – Grupo de estudio O1 – Pretest X – Estrategia didáctica basada en resolución de problemas O2 – Post Test Población: 60 estudiantes que cursan el primer año en la carrera de Industrias Alimentarias, UNC, 2024 Muestra: 30 estudiantes de Matemática, correspondientes al Ciclo 2024 - 2
				Planificación	- Organización secuencial de actividades - Claridad de los objetivos de cada actividad - Disponibilidad de recursos y materiales - Prevención de problemas técnicos		
				Implementación	- Claridad en la instrucción de actividades - Apoyo del docente durante la actividad - Adaptación a las necesidades		

	test aplicado al inicio del estudio. - Describir y caracterizar las estrategias didácticas basadas en herramientas computacionales empleadas para mejorar la comprensión de conceptos matemáticos en los estudiantes. - Medir el nivel de comprensión de conceptos matemáticos en los estudiantes de Industrias Alimentarias después de la implementación de las herramientas computacionales, mediante un post-test al finalizar la intervención. Comparar los resultados obtenidos en el pre-test y el post-test para determinar la	evidenciando dificultades en la asimilación y aplicación de los conceptos evaluados en el pre-test. - Las estrategias didácticas basadas en herramientas computacionales presentan características distintivas, como interactividad, visualización dinámica y retroalimentación inmediata, que favorecen la comprensión de conceptos matemáticos en los estudiantes de Industrias Alimentarias. - El nivel de comprensión de los conceptos matemáticos en los estudiantes de Industrias Alimentarias mejora significativamente después de la implementación de las herramientas			de los estudiantes - Uso efectivo del tiempo en actividades computacionales		
			Comprensión de conceptos matemáticos	Interpretación de conceptos	- Definición de conceptos matemáticos - Identificación de propiedades matemáticas - Uso del vocabulario matemático apropiado - Relación entre diferentes conceptos - Claridad en la explicación de conceptos		
				Resolución de problemas	- Identificación de variables en problemas matemáticos - Aplicación de métodos de resolución - Paso a paso en la resolución-Interpretación de los resultados - Verificación de soluciones		
					- Adaptación de conceptos a		

	efectividad de las herramientas computacionales en el desarrollo de la comprensión matemática en los estudiantes de Industrias Alimentarias.	computacionales, reflejándose en un incremento en los puntajes del post-test. - Existen diferencias significativas entre los resultados del pre-test y el post-test en los niveles de comprensión de los conceptos matemáticos en los estudiantes de Industrias Alimentarias, lo que demuestra la efectividad de las herramientas computacionales en la mejora de la comprensión matemática.		Transferencia de conocimientos	nuevos problemas - Uso de conceptos en contextos no familiares - Transferencia entre áreas del conocimiento - Soluciones creativas en problemas complejos - Generalización de soluciones a diferentes contextos		
				Razonamiento lógico y crítico	- Formulación de argumentos matemáticos - Identificación de errores lógicos en problemas - Justificación de procedimientos matemáticos - Evaluación crítica de soluciones alternativas - Coherencia en la construcción de razonamientos		

Anexo 02. Instrumentos:

Ficha de observación

Herramientas Computacionales

I. DATOS INFORMATIVOS:

1.1. Universidad: Universidad Nacional de Cajamarca

1.2. Facultad: Educación

1.3. Escuela Académico Profesional: Matemática e Informática

1.4. Docente evaluador: ____

1.5. Fecha: _______________

II. INSTRUCCIONES:

Observe el desempeño del docente durante la clase y marque con una "X" el nivel que mejor describa su labor en cada uno de los siguientes aspectos, considerando la siguiente escala:

1 - Deficiente, 2 - Regular, 3 - Bueno

Dimensión 1: Diseño

Ítem	**1**	**2**	**3**
1. Se integran recursos interactivos (simulaciones, visualizaciones) que promueven la participación activa de los estudiantes.			
2. Las herramientas digitales seleccionadas son pertinentes para los conceptos matemáticos del curso.			
3. Las actividades computacionales están alineadas con los objetivos de aprendizaje de la materia.			
4. Las actividades están diseñadas para incrementar progresivamente en complejidad y favorecer la comprensión matemática.			

Dimensión 2: Planificación

Ítem	**1**	**2**	**3**
5. Se toman medidas preventivas para evitar problemas técnicos durante las actividades computacionales.			
6. Las actividades computacionales están organizadas de manera lógica y secuencial.			

7. Cada actividad computacional tiene objetivos claros y específicos que son comunicados al inicio.			
8. Todos los recursos y materiales digitales necesarios están disponibles antes de la implementación de la actividad.			

Dimensión 3: Implementación

Ítem	1	2	3
9. El tiempo asignado a cada actividad computacional es adecuado y permite cumplir los objetivos propuestos.			
10. Las instrucciones para las actividades computacionales son claras y comprensibles.			
11. Se brinda el apoyo necesario durante la realización de actividades computacionales.			
12. Se ajusta la actividad según el ritmo y nivel de comprensión de los estudiantes en tiempo real.			

Observaciones adicionales:

____

____

____

Firma del observador: ____________________

Fecha: ____________________

Escala de valoración	
Nivel bajo	10 – 17
Nivel medio	18 – 23
Nivel alto	24 - 30

Ficha de Observación

Comprensión de Conceptos Matemáticos

DATOS INFORMATIVOS:

1.1. Universidad: Universidad Nacional de Cajamarca

1.2. Facultad: Educación

1.3. Escuela Académico Profesional: Matemática e Informática

1.4. Estudiante evaluado: ____

1.5. Docente evaluador: ____

1.6. Fecha: ________________

II. INSTRUCCIONES:

Evalúe el desempeño del estudiante y marque con una "X" el nivel que mejor describa su rendimiento en cada uno de los siguientes aspectos, considerando la siguiente escala: 1 - Muy bajo 2 - Bajo 3 - Medio 4 - Alto 5 - Muy alto

1 - Muy bajo, 2 - Bajo, 3 - Medio, 4 - Alto, 5 - Muy alto

Dimensión 1: Interpretación de conceptos

Ítem	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1. El estudiante explica los conceptos matemáticos con claridad y precisión.					
2. El estudiante es capaz de definir correctamente los conceptos matemáticos clave.					
3. El estudiante identifica las propiedades relevantes en cada concepto matemático presentado.					
4. El estudiante utiliza vocabulario matemático adecuado al expresar ideas y soluciones.					
5. El estudiante es capaz de relacionar conceptos matemáticos distintos de manera coherente.					

Dimensión 2: Resolución de problemas

Ítem	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
6. El estudiante revisa y verifica la precisión de sus soluciones.					
7. El estudiante identifica correctamente las variables involucradas en el problema.					

8. El estudiante aplica el método de resolución adecuado para cada problema matemático.					
9. El estudiante sigue un procedimiento ordenado y lógico en la resolución de problemas.					
10. El estudiante interpreta los resultados obtenidos en el contexto del problema planteado.					

Dimensión 3: Transferencia de conocimientos

Ítem	1	2	3	4	5
11. El estudiante generaliza soluciones a problemas en contextos diversos.					
12. El estudiante adapta conocimientos previos para resolver problemas novedosos.					
13. El estudiante aplica conceptos matemáticos en situaciones no abordadas en clase.					
14. El estudiante conecta conceptos matemáticos con otras disciplinas relacionadas.					
15. El estudiante utiliza soluciones innovadoras para problemas que requieren adaptación.					

Dimensión 4: Razonamiento lógico y crítico

Ítem	1	2	3	4	5
16. El estudiante construye razonamientos matemáticos coherentes y estructurados.					
17. El estudiante elabora argumentos matemáticos sólidos y bien estructurados.					
18. El estudiante reconoce errores en el razonamiento o en la solución de problemas.					
19. El estudiante justifica adecuadamente los procedimientos utilizados en la resolución.					
20. El estudiante evalúa y compara diferentes métodos de solución para un mismo problema.					

Firma del observador: ____________________

Fecha: ____________________

Escala de valoración por dimensión	
Nivel bajo	5 – 12
Nivel medio	13 – 18
Nivel alto	19 - 25

Escala de valoración por variable	
Nivel bajo	20 – 47
Nivel medio	48 – 73
Nivel alto	74 - 100

Prueba Escrita: Comprensión de Conceptos Matemáticos

Nombre del estudiante: __________________________________ **Fecha:** _______________

Indicaciones: Resuelva todos los ejercicios con orden y claridad. Justifique sus respuestas cuando sea necesario. Puntaje total: **20 puntos**.

Parte I: Interpretación de conceptos (5 puntos)

1. (1 pt) Define con tus propias palabras qué es una función lineal y proporciona un ejemplo con su representación algebraica.
2. (1 pt) ¿Qué representa la pendiente de una recta en un contexto práctico? Explica y da un ejemplo.
3. (1 pt) Relaciona los siguientes conceptos: derivada – tasa de cambio – pendiente. ¿Qué tienen en común?
4. (1 pt) Distingue entre una ecuación y una expresión algebraica. Da un ejemplo de cada una.
5. (1 pt) ¿Qué papel cumple el eje de simetría en una parábola? Muestra su ubicación en un boceto.

Parte II: Resolución de problemas (5 puntos)

6. (2 pt) Se sabe que un alimento se enfría según la ecuación: $T(t) = 20 + 60e^{-0,5t}$. ¿Cuál será la temperatura después de 2 horas? Interpreta tu resultado.
7. (1.5 pt) Resuelve el siguiente sistema de ecuaciones lineales:

$$\begin{cases} 3x + 2y = 12 \\ x - y = 1 \end{cases}$$

   Justifica el método que empleaste.

8. (1.5 pt) Una mezcla requiere 3 L de solución A y 5 L de solución B. Si el costo por litro es de S/4 y S/6 respectivamente, calcula el costo total. Luego, determina cuántos litros adicionales de B se podrían usar si el presupuesto es de S/40.

Parte III: Transferencia de conocimientos (5 puntos)

9. (2 pt) En la industria alimentaria, se debe determinar el volumen de una lata cilíndrica usando la fórmula $V = \pi r^2 h$. Si el radio es de 4 cm y la altura de 12 cm, calcule el volumen. Luego, explique cómo usaría esta fórmula si el radio se duplica.

10. (1.5 pt) Una curva de enfriamiento de un producto se ajusta a la forma $y = ae^{-kt}$. Si en el curso aprendiste funciones exponenciales, ¿cómo podrías utilizar esa función para estimar cuándo se alcanza la temperatura ambiente?

11. (1.5 pt) Describe una situación real en tu carrera donde aplicarías el uso de sistemas de ecuaciones lineales. Modela el problema brevemente.

Parte IV: Razonamiento lógico y crítico (5 puntos)

12. (2 pt) Analiza este procedimiento:

    Se afirma que $(x+3)^2 = x^2 + 9$. ¿Es correcto? Justifica.

13. (1.5 pt) Evalúa el siguiente razonamiento: "Si al aumentar el insumo A, el rendimiento mejora, entonces siempre debemos maximizar A." ¿Qué opinas? Argumenta desde la lógica matemática.

14. (1.5 pt) Comparar los métodos de sustitución y reducción para resolver sistemas de ecuaciones. ¿En qué casos es más ventajoso uno u otro?

Puntaje Total: ________ **Firma del evaluador:** ______________________

Tabla 16

Estrategia didáctica basada en Herramientas Computacionales en 10 actividades de aprendizaje

N°	Diseño				S1	Planificación				S2	Implementación				S3	Total
	It 1	It 2	It 3	It 4		It 5	It 6	It 7	It 8		It 9	It 10	It 11	It 12		
1	3	3	3	2	11	3	3	3	3	12	3	2	3	3	11	34
2	3	3	3	2	11	2	3	2	3	10	3	3	3	3	12	33
3	2	3	3	3	11	3	2	3	2	10	3	2	3	3	11	32
4	3	2	3	3	11	2	2	3	3	10	3	2	2	3	10	31
5	2	2	3	2	9	2	3	2	2	9	3	3	3	3	12	30
6	3	3	3	3	12	3	3	2	2	10	3	3	3	3	12	34
7	3	2	2	3	10	3	2	3	3	11	3	2	3	3	11	32
8	3	2	3	2	10	2	2	3	3	10	3	2	2	3	10	30
9	2	3	2	3	10	3	3	2	2	10	3	3	3	3	12	32
10	3	2	3	3	11	2	2	3	3	10	3	2	3	3	11	32
					106					102					112	320

Tabla 17

Base de datos - Variable Comprensión de Conceptos Matemáticos - Pre test

N°	Interpretación de conceptos					S1	Resolución de problemas					S2	Transferencia de conocimientos					S3	Razonamiento lógico y crítico					S4	Total
	It 1	It 2	It 3	It 4	It 5		It 6	It 7	It 8	It 9	It 10		It 11	It 12	It 13	It 14	It 15		It 16	It 17	It 18	It 19	It 20		
1	2	2	2	4	3	13	2	4	4	2	4	16	2	3	2	4	4	15	4	3	2	3	2	14	58
2	2	2	4	4	3	15	3	3	2	2	2	12	2	3	2	4	2	13	4	3	4	3	4	18	58
3	2	4	2	4	3	15	3	3	2	3	3	14	4	4	4	3	2	17	4	3	4	4	3	18	64
4	4	2	2	4	3	15	3	3	4	3	2	15	4	4	4	2	2	16	2	2	4	2	4	14	60
5	3	4	2	2	4	15	4	2	2	3	4	15	2	4	2	2	3	13	4	4	3	3	3	17	60
6	2	3	2	4	2	13	2	3	3	3	4	15	2	3	2	3	3	13	3	3	4	2	3	15	56
7	3	4	3	3	4	17	4	2	2	3	3	14	4	2	4	4	4	18	3	4	4	3	4	18	67
8	3	3	2	3	2	13	3	4	3	2	2	14	3	3	4	4	3	17	2	3	3	2	2	12	56
9	3	3	4	2	4	16	3	4	4	4	2	17	3	3	4	2	4	16	4	4	2	3	2	15	64
10	3	3	4	2	2	14	4	2	2	3	2	13	3	4	2	3	3	15	4	2	2	4	4	16	58
11	4	3	3	2	3	15	3	3	4	3	2	15	3	3	3	4	4	17	4	3	3	2	4	16	63
12	3	2	3	4	4	16	4	4	4	2	3	17	2	2	4	2	2	12	3	4	3	3	4	17	62
13	4	4	2	4	3	17	2	3	2	2	3	12	4	4	2	2	3	15	4	2	3	2	2	13	57
14	3	4	2	2	2	13	4	4	2	3	3	16	4	2	4	2	2	14	4	3	3	3	4	17	60
15	3	4	2	4	3	16	4	2	2	4	3	15	2	3	3	3	2	13	4	2	3	2	4	15	59
16	4	2	3	4	4	17	4	3	4	4	2	17	3	2	4	3	4	16	3	3	2	2	4	14	64
17	4	4	4	3	2	17	3	3	2	4	4	16	3	3	4	3	2	15	4	4	2	2	3	15	63
18	4	3	2	2	2	13	4	2	3	2	2	13	4	4	4	4	2	18	3	4	3	4	2	16	60
19	2	4	4	4	3	17	4	2	2	3	4	15	3	4	2	2	4	15	3	2	4	4	2	15	62
20	2	3	2	3	2	12	2	2	3	2	4	13	4	3	2	4	2	15	2	3	3	4	3	15	55
21	3	2	4	2	2	13	2	2	4	4	4	16	3	4	2	2	4	15	2	2	3	2	3	12	56
22	2	4	2	2	3	13	2	3	2	4	3	14	4	4	3	4	3	18	4	3	4	4	2	17	62
23	2	3	4	2	4	15	2	4	2	3	3	14	3	2	3	4	2	14	2	2	2	4	2	12	55
24	3	3	2	4	3	15	4	4	3	2	3	16	3	3	3	4	3	16	4	3	2	2	3	14	61

25	3	3	3	3	3	15	4	2	4	4	3	17	2	3	2	3	3	13	3	2	2	2	4	13	58
26	4	3	2	3	2	14	3	3	2	2	2	12	2	4	2	2	4	14	4	2	4	2	3	15	55
27	2	4	3	3	4	16	2	3	3	3	2	13	2	2	2	3	3	12	4	4	4	4	2	18	59
28	2	2	2	3	3	12	4	2	3	3	2	14	3	2	2	2	4	13	4	4	3	2	3	16	55
29	4	3	3	2	4	16	4	2	2	4	3	15	4	2	2	3	2	13	2	4	3	2	3	14	58
30	3	4	2	3	3	15	4	3	2	4	3	16	4	3	4	4	2	17	4	2	4	3	4	17	65
						443						441						448						458	1790

Tabla 18

Base de datos - Variable Comprensión de Conceptos Matemáticos - Pos test

N°	Interpretación de conceptos					S1	Resolución de problemas					S2	Transferencia de conocimientos					S3	Razonamiento lógico y crítico					S4	Total
	It 1	It 2	It 3	It 4	It 5		It 6	It 7	It 8	It 9	It 10		It 11	It 12	It 13	It 14	It 15		It 16	It 17	It 18	It 19	It 20		
1	3	3	3	5	4	18	5	5	5	5	5	25	4	5	5	5	5	24	3	4	5	3	3	18	85
2	5	5	5	3	5	23	3	4	4	3	4	18	4	5	5	4	3	21	3	5	3	3	5	19	81
3	3	4	3	3	4	17	3	5	3	4	3	18	3	5	4	4	4	20	3	3	4	4	5	19	74
4	4	5	3	3	5	20	3	5	5	3	3	19	5	3	3	3	5	19	5	3	4	3	4	19	77
5	4	3	3	3	4	17	5	5	4	5	5	24	3	5	3	3	4	18	5	3	5	5	5	23	82
6	5	5	3	4	4	21	3	3	4	5	5	20	5	5	3	5	5	23	5	4	3	3	4	19	83
7	5	5	5	4	5	24	4	5	4	5	4	22	4	4	5	5	4	22	4	4	3	4	4	19	87
8	4	4	3	4	3	18	3	3	3	4	4	17	4	3	4	3	4	18	3	5	4	5	3	20	73
9	3	3	3	4	3	16	3	4	4	4	5	20	3	5	5	4	3	20	5	3	4	5	4	21	77
10	3	5	3	3	3	17	5	5	4	5	3	22	4	5	5	3	5	22	4	4	4	4	4	20	81
11	5	4	4	3	4	20	5	3	4	5	5	22	4	4	3	4	5	20	4	4	5	4	4	21	83
12	5	5	3	5	3	21	3	3	3	5	4	18	4	3	5	5	5	22	3	5	4	3	4	19	80
13	5	3	4	5	5	22	4	3	3	4	3	17	5	4	5	5	4	23	4	4	5	5	4	22	84
14	3	5	3	3	3	17	4	5	3	3	3	18	3	3	3	4	5	18	5	4	4	5	4	22	75
15	4	3	5	5	5	22	3	5	3	5	3	19	3	3	3	3	4	16	4	3	4	4	5	20	77
16	5	4	4	3	5	21	3	3	3	4	4	17	3	4	3	4	3	17	4	5	5	4	4	22	77
17	4	4	4	3	4	19	4	3	5	3	5	20	4	5	4	5	5	23	4	3	5	3	5	20	82
18	5	3	3	3	5	19	5	3	5	5	4	22	5	5	4	5	5	24	3	3	3	3	3	15	80
19	5	5	3	3	4	20	4	3	4	5	3	19	4	5	5	3	3	20	3	4	4	4	5	20	79
20	5	4	5	5	3	22	4	3	4	4	3	18	3	3	4	4	3	17	5	5	3	3	3	19	76
21	5	4	5	3	5	22	5	4	3	5	3	20	5	5	4	4	4	22	4	3	3	5	5	20	84
22	4	3	4	3	4	18	5	5	4	3	5	22	3	3	3	4	4	17	3	4	3	5	4	19	76
23	4	5	5	4	5	23	5	4	4	4	4	21	3	3	5	4	5	20	3	4	3	5	4	19	83
24	5	4	5	4	5	23	4	5	3	4	5	21	5	4	3	3	4	19	4	3	5	5	3	20	83

25	5	3	4	5	3	20	5	3	4	4	5	21	4	4	5	3	4	20	5	3	5	4	4	21	82
26	4	5	3	4	5	21	3	4	5	3	3	18	5	4	3	5	3	20	5	5	5	3	3	21	80
27	5	5	4	5	5	24	3	3	3	4	5	18	5	3	4	4	3	19	3	5	3	4	3	18	79
28	5	5	5	3	4	22	3	4	3	4	3	17	5	5	4	3	5	22	3	3	4	4	4	18	79
29	4	3	3	3	3	16	3	5	5	5	3	21	3	3	4	5	4	19	5	5	5	5	4	24	80
30	3	3	3	4	4	17	3	5	4	3	4	19	4	3	5	4	4	20	4	3	4	4	4	19	75
						600						593						605						596	2394

SESIONES DE APRENDIZAJE

Sesión de Aprendizaje N.° 1

Título de la sesión: Exploración de funciones algebraicas básicas en 2D con GeoGebra y MATLAB

Competencia: Resuelve problemas de variación de cantidades continuas

Capacidad: Interpreta y representa información en diversos formatos

Indicador de logro: Representa funciones lineales y cuadráticas en el plano cartesiano utilizando software computacional.

Propósito de la sesión:
Al finalizar la sesión, el estudiante representa e interpreta funciones lineales y cuadráticas utilizando software de visualización 2D, reconociendo sus elementos clave (pendiente, intercepto, vértice, concavidad) y comparando gráficamente sus comportamientos.

Recursos didácticos:

- Computadoras personales con acceso a GeoGebra y MATLAB
- Guía impresa de actividades paso a paso
- Proyector multimedia y pizarra
- Cuaderno de apuntes del estudiante

Estrategias metodológicas:

- Activación de conocimientos previos
- Exploración guiada con software
- Aprendizaje activo individual y colaborativo
- Comparación y análisis gráfico
- Retroalimentación formativa

Secuencia didáctica:
Inicio (10 minutos):

- El docente plantea preguntas como: ¿Qué es una función? ¿Cómo se representa gráficamente una recta? ¿Qué ocurre si cambio el coeficiente de una parábola?

- Se presenta un gráfico sencillo proyectado para motivar la participación.

Desarrollo (60 minutos):

- Los estudiantes trabajan con funciones lineales en GeoGebra, modificando pendientes e interceptos.

- Luego, exploran funciones cuadráticas en MATLAB, observando cómo cambian las gráficas al alterar coeficientes.

- Se registran las observaciones en una tabla comparativa.

- El docente realiza acompañamiento personalizado y plantea pequeños retos de visualización.

Cierre (20 minutos):

- Los estudiantes exponen brevemente sus observaciones.

- Se realiza una reflexión colectiva: ¿Qué aprendimos con el uso de GeoGebra y MATLAB? ¿Cuál fue la diferencia respecto a trabajar sin software?

- El docente retroalimenta y refuerza los conceptos clave.

Evaluación:

- **Técnica:** Observación directa

- **Instrumento:** Lista de cotejo

Criterio: Representa correctamente funciones lineales y cuadráticas, identifica elementos gráficos principales (intersecciones, vértice, concavidad) y utiliza adecuadamente el software asignado.

Escala: Logrado / En proceso / No logrado

Duración total estimada: 90 minutos

Sesión de Aprendizaje N.° 2

Título de la sesión: Análisis gráfico de sistemas de ecuaciones lineales con MATLAB y GeoGebra

Competencia: Resuelve problemas de variación de cantidades continuas

Capacidad: Plantea y resuelve ecuaciones con eficiencia, justificando los procedimientos utilizados

Indicador de logro: Representa sistemas de ecuaciones lineales en el plano cartesiano mediante software computacional y determina gráficamente su solución.

Propósito de la sesión:

Al finalizar la sesión, el estudiante representa gráficamente sistemas de dos ecuaciones lineales con dos incógnitas, utilizando MATLAB y GeoGebra, e interpreta su solución gráfica como punto de intersección, reconociendo los casos de solución única, sin solución y solución infinita.

Recursos didácticos:

- Computadoras con acceso a MATLAB y GeoGebra
- Actividades impresas con ejercicios de sistemas de ecuaciones
- Pizarra, plumones y proyector multimedia
- Cuaderno del estudiante

Estrategias metodológicas:

- Aprendizaje basado en problemas
- Exploración guiada en laboratorio
- Análisis comparativo de gráficos
- Resolución colaborativa de situaciones contextualizadas

Secuencia didáctica:

Inicio (10 minutos):

- El docente plantea una situación contextual (ej. mezcla de insumos o producción combinada) que se resuelve con un sistema de ecuaciones.
- Se formula el problema y se anticipan posibles soluciones con la participación del grupo.

Desarrollo (60 minutos):

- Los estudiantes representan gráficamente los sistemas de ecuaciones en GeoGebra, verificando intersección.
- Luego lo replican en MATLAB con comandos básicos como fplot, ezplot y hold on.
- Identifican y describen los diferentes tipos de soluciones gráficas.
- El docente propone nuevos sistemas para que los resuelvan autónomamente, aplicando lo aprendido.

Cierre (20 minutos):

- Los estudiantes presentan un caso resuelto con explicación verbal.
- Se elabora una síntesis colectiva sobre el valor de los gráficos para entender la solución de un sistema.
- El docente realiza retroalimentación y destaca buenas prácticas en el uso del software.

Evaluación:

- Técnica: Observación directa
- Instrumento: Lista de cotejo
- Criterio: Representa correctamente el sistema de ecuaciones en el plano cartesiano y reconoce el tipo de solución; emplea adecuadamente las herramientas digitales asignadas.

Escala: Logrado / En proceso / No logrado

Duración total estimada: 90 minutos

Sesión de Aprendizaje N.° 3

Título de la sesión: Representación y análisis de funciones exponenciales aplicadas a procesos industriales utilizando MATLAB

Competencia: Resuelve problemas de variación de cantidades continuas

Capacidad: Modela situaciones con funciones y establece relaciones de variación entre cantidades

Indicador de logro: Representa funciones exponenciales aplicadas a contextos industriales usando MATLAB y analiza sus características principales (crecimiento, punto inicial, tasa).

Propósito de la sesión:

Al finalizar la sesión, el estudiante representa y analiza funciones exponenciales aplicadas a fenómenos de la industria alimentaria (como crecimiento bacteriano o decaimiento químico) utilizando MATLAB, interpretando la forma de la gráfica y sus parámetros.

Recursos didácticos:

- Computadoras con acceso a MATLAB
- Actividades prácticas impresas con contextos de aplicación industrial
- Proyector, pizarra y guía docente
- Calculadora científica y cuaderno

Estrategias metodológicas:

- Aprendizaje contextualizado
- Modelamiento matemático con software
- Análisis gráfico y numérico
- Trabajo en parejas para discusión e interpretación

Secuencia didáctica:

Inicio (10 minutos):

- Se presenta un caso real sobre crecimiento poblacional de microorganismos en un alimento almacenado.
- Se formulan preguntas como: ¿Cómo se comporta la cantidad de bacterias en el tiempo? ¿Qué tipo de gráfica esperas?

Desarrollo (60 minutos):

- Se introduce la función tipo $f(t) = A \cdot e^{kt}$ y se explican los parámetros con ejemplos.
- Los estudiantes usan MATLAB para graficar funciones con diferentes valores de A y k.
- Se analizan casos de crecimiento y decaimiento (según el signo de k).
- Se resuelve un ejercicio completo contextualizado con interpretación de resultados.

Cierre (20 minutos):

- Los grupos presentan sus conclusiones sobre el comportamiento gráfico.
- El docente refuerza los conceptos clave, particularmente el efecto de los parámetros sobre la curva.
- Se reflexiona sobre la utilidad del software para visualizar fenómenos reales en la industria.

Evaluación:

- **Técnica:** Resolución de problema aplicado + observación directa
- **Instrumento:** Lista de cotejo
- **Criterio:** Representa con precisión una función exponencial contextualizada, interpreta los parámetros correctamente y utiliza MATLAB de forma adecuada.
- **Escala:** Logrado / En proceso / No logrado

Duración total estimada: 90 minutos

Sesión de Aprendizaje N.° 4

Título de la sesión: Aplicación de funciones logarítmicas en el análisis de pH y concentración usando MATLAB

Competencia: Resuelve problemas de variación de cantidades continuas

Capacidad: Establece relaciones funcionales en contextos científicos y tecnológicos

Indicador de logro: Interpreta y representa funciones logarítmicas en contextos químicos mediante MATLAB, comprendiendo su forma gráfica y el efecto de sus parámetros.

Propósito de la sesión:

Al finalizar la sesión, el estudiante modela situaciones relacionadas con el pH y concentración de soluciones en procesos de la industria alimentaria utilizando funciones logarítmicas en MATLAB, y analiza sus características fundamentales.

Recursos didácticos:

- Computadoras con acceso a MATLAB
- Guía de ejercicios contextualizados sobre pH y concentración
- Proyector y pizarra
- Cuaderno del estudiante

Estrategias metodológicas:

- Aprendizaje basado en problemas
- Modelación funcional con apoyo computacional
- Análisis de datos y representación gráfica
- Trabajo colaborativo por pares

Secuencia didáctica:

Inicio (10 minutos):

- El docente presenta un problema sobre el cálculo del pH en soluciones ácidas y básicas: "¿Cómo varía el pH con la concentración de iones H^+?"
- Se motiva a los estudiantes a anticipar el tipo de comportamiento gráfico esperado.

Desarrollo (60 minutos):

- Se explica la función $pH = -\log_{10}[H^{+}]$ y se resuelven ejemplos teóricos.
- Los estudiantes ingresan datos de concentración y grafican la función logarítmica en MATLAB usando fplot y log10.
- Se comparan gráficas para diferentes rangos de concentración y se interpreta el dominio y el comportamiento asintótico.
- Se desarrollan problemas que vinculan los conceptos a la formulación y control de productos alimentarios.

Cierre (20 minutos):

- Los grupos exponen sus resultados y discuten cómo el software ayudó a comprender mejor el comportamiento del pH.
- Se construye una tabla resumen con observaciones clave sobre funciones logarítmicas.
- El docente retroalimenta destacando la importancia del modelo logarítmico en procesos científicos.

Evaluación:

- **Técnica:** Análisis de ejercicio contextualizado
- **Instrumento:** Lista de cotejo
- **Criterio:** Interpreta y representa funciones logarítmicas con base en datos químicos; utiliza MATLAB con precisión para obtener la gráfica e interpreta sus elementos principales (crecimiento lento, dominio, asíntotas).
- **Escala:** Logrado / En proceso / No logrado

Duración total estimada: 90 minutos

Sesión de Aprendizaje N.° 5

Título de la sesión: Resolución gráfica de ecuaciones cuadráticas aplicadas a la formulación de productos alimentarios usando GeoGebra

Competencia: Resuelve problemas de variación de cantidades continuas

Capacidad: Utiliza modelos matemáticos para interpretar situaciones concretas

Indicador de logro: Resuelve gráficamente ecuaciones cuadráticas aplicadas a contextos industriales con apoyo del software GeoGebra, interpretando las soluciones en función de los datos del problema.

Propósito de la sesión:

Al finalizar la sesión, el estudiante resuelve e interpreta ecuaciones cuadráticas contextualizadas en problemas de formulación alimentaria, representando sus soluciones gráficamente en GeoGebra y analizando los puntos de intersección con el eje x como valores críticos para la toma de decisiones.

Recursos didácticos:

- Computadoras con GeoGebra instalado
- Hoja de ejercicios contextualizados sobre rendimiento y mezclas en procesos de producción
- Proyector, pizarra y marcadores
- Cuaderno del estudiante

Estrategias metodológicas:

- Resolución de problemas con apoyo gráfico
- Modelamiento de situaciones reales
- Interpretación de soluciones dentro del contexto industrial
- Aprendizaje activo y participativo

Secuencia didáctica:

Inicio (10 minutos):

- El docente presenta un caso relacionado con la optimización del rendimiento de una mezcla alimentaria cuya cantidad óptima depende de una ecuación cuadrática.
- Se discute colectivamente qué tipo de solución se espera y cómo se puede interpretar gráficamente.

Desarrollo (60 minutos):

- Los estudiantes resuelven la ecuación cuadrática dada, representando su gráfica en GeoGebra.
- Identifican las raíces como puntos de corte con el eje x, analizando si tienen sentido físico (e.g., volumen, concentración).
- Se desarrollan ejemplos con soluciones reales dobles, reales iguales o sin solución real, reflexionando sobre su significado práctico.
- El docente guía el proceso con preguntas clave: ¿Qué representa el vértice? ¿Tiene sentido hablar de valores negativos en este contexto?

Cierre (20 minutos):

- Se contrastan distintas formas de resolución: algebraica vs gráfica.
- El grupo expone observaciones sobre la utilidad del software para tomar decisiones informadas.
- El docente cierra reforzando la importancia del pensamiento gráfico y contextual en problemas aplicados.

Evaluación:

- **Técnica:** Solución de problemas + observación directa
- **Instrumento:** Lista de cotejo
- **Criterio:** Representa e interpreta correctamente las raíces de una función cuadrática en un contexto alimentario; utiliza con precisión GeoGebra para obtener la gráfica y extraer información útil.
- **Escala:** Logrado / En proceso / No logrado

Duración total estimada: 90 minutos

Sesión de Aprendizaje N.° 6

Título de la sesión: Modelación de fenómenos de enfriamiento con funciones exponenciales y MATLAB

Competencia: Resuelve problemas de variación de cantidades continuas

Capacidad: Modela y representa situaciones con funciones exponenciales en contextos reales

Indicador de logro: Aplica funciones exponenciales decrecientes para modelar el enfriamiento de productos alimentarios utilizando MATLAB, interpretando la gráfica y los parámetros del modelo.

Propósito de la sesión:

Al finalizar la sesión, el estudiante modela e interpreta el proceso de enfriamiento de un producto alimentario utilizando una función exponencial decreciente del tipo: $T(t) = T_a + (T_0 - T_a)e^{-kt}$ mediante simulaciones en MATLAB, y analiza cómo varía la temperatura con el tiempo.

Recursos didácticos:

- Computadoras con MATLAB instalado
- Guía de laboratorio con datos de temperatura real o simulada
- Pizarra, proyector y hoja de fórmulas
- Cuaderno de apuntes del estudiante

Estrategias metodológicas:

- Aprendizaje por modelamiento
- Resolución de problemas contextualizados
- Simulación con apoyo computacional
- Análisis gráfico y de parámetros

Secuencia didáctica:

Inicio (10 minutos):

- El docente contextualiza la sesión con una situación industrial: enfriamiento de una mezcla tras cocción.
- Se formula la pregunta: ¿Cómo cambia la temperatura con el tiempo? ¿Qué variables intervienen?

Desarrollo (60 minutos):

- Se presenta el modelo de enfriamiento de Newton y se explican los parámetros T_0, T_a, k y t.
- Los estudiantes codifican el modelo en MATLAB, usando fplot, exp, y legend.
- Se analizan diferentes escenarios modificando k y temperaturas iniciales.
- Se reflexiona sobre la pertinencia del modelo para procesos reales en alimentos (curvas de enfriamiento seguras, tiempos mínimos requeridos, etc.).

Cierre (20 minutos):

- Se realiza una síntesis sobre los beneficios de modelar fenómenos industriales con funciones matemáticas.
- Se analiza cómo la interpretación gráfica permite tomar decisiones prácticas (como tiempo mínimo para envasado).
- El docente retroalimenta resaltando el valor de la matemática aplicada con herramientas computacionales.

Evaluación:

- **Técnica:** Simulación guiada + análisis gráfico
- **Instrumento:** Lista de cotejo
- **Criterio:** Modela e interpreta correctamente una situación de enfriamiento usando funciones exponenciales y MATLAB; identifica parámetros clave y los representa gráficamente con precisión.
- **Escala:** Logrado / En proceso / No logrado

Duración total estimada: 90 minutos

Sesión de Aprendizaje N.° 7

Título de la sesión: Visualización de áreas bajo la curva con integrales definidas usando GeoGebra

Competencia: Resuelve problemas de variación de cantidades continuas

Capacidad: Interpreta y calcula el área bajo una curva en contextos aplicados utilizando herramientas gráficas

Indicador de logro: Representa integrales definidas como área bajo la curva en GeoGebra y relaciona gráficamente la solución con una magnitud física del contexto industrial.

Propósito de la sesión:

Al finalizar la sesión, el estudiante interpreta el área bajo una curva como resultado de una integral definida en un contexto aplicado (producción acumulada, volumen, concentración, etc.) y representa dicha área gráficamente mediante GeoGebra, analizando su significado en términos del problema planteado.

Recursos didácticos:

- Computadoras con GeoGebra
- Guía con ejercicios contextualizados (acumulación de producción, concentración de ingredientes)
- Pizarra, proyector y marcadores
- Cuaderno del estudiante

Estrategias metodológicas:

- Aprendizaje por visualización
- Resolución de problemas en contextos reales
- Interpretación gráfico-matemática
- Discusión colaborativa

Secuencia didáctica:

Inicio (10 minutos):

- El docente plantea una situación de producción acumulada: “Una máquina produce cierta cantidad de producto por hora, ¿cómo representamos la producción total durante cierto intervalo?”

- Se motiva al estudiante a anticipar qué representa el área bajo la curva.

Desarrollo (60 minutos):

- Se presentan funciones de tipo $f(t) = t^2$, $f(t) = sin(t)$ o funciones de tasa de producción reales.
- Los estudiantes utilizan GeoGebra para graficar la función y sombrear el área bajo la curva entre dos puntos dados.
- Se interpreta el resultado como cantidad total acumulada.
- Se exploran cambios al modificar los límites de integración y la función base.
- El docente guía la interpretación de resultados con preguntas: ¿Qué representa esta área? ¿Qué pasa si cambiamos los límites?

Cierre (20 minutos):

- Discusión grupal sobre las ventajas de visualizar la integral como área.
- Síntesis de los casos trabajados y su interpretación contextual.
- El docente refuerza la conexión entre el concepto abstracto y su significado práctico en la industria.

Evaluación:

- **Técnica:** Ejercicio aplicado + observación directa
- **Instrumento:** Lista de cotejo
- **Criterio:** Representa correctamente el área bajo la curva en un contexto industrial, interpreta el valor de la integral como magnitud física acumulada y utiliza apropiadamente GeoGebra.
- **Escala:** Logrado / En proceso / No logrado

Duración total estimada: 90 minutos

Sesión de Aprendizaje N.° 8

Título de la sesión: Cálculo de integrales definidas con MATLAB en el análisis de concentración de nutrientes

Competencia: Resuelve problemas de variación de cantidades continuas

Capacidad: Modela y calcula cambios acumulados en contextos reales mediante el uso de integrales definidas

Indicador de logro: Aplica MATLAB para calcular integrales definidas en contextos de concentración de nutrientes o aditivos, interpretando el resultado como cantidad total acumulada.

Propósito de la sesión:

Al finalizar la sesión, el estudiante resuelve integrales definidas utilizando MATLAB para estimar cantidades acumuladas de nutrientes, saborizantes o aditivos en un intervalo de tiempo o espacio, y relaciona el resultado con un fenómeno real del ámbito alimentario.

Recursos didácticos:

- Computadoras con MATLAB
- Guía de problemas contextualizados (nutrientes, aditivos, concentración)
- Pizarra, proyector, tabla de fórmulas
- Cuaderno de notas

Estrategias metodológicas:

- Aprendizaje basado en resolución de problemas
- Modelamiento computacional de integrales
- Análisis de resultados numéricos y su interpretación contextual
- Comparación entre métodos simbólicos y numéricos

Secuencia didáctica:

Inicio (10 minutos):

- El docente plantea un problema como: “¿Cuánto ácido ascórbico se ha acumulado en un producto al disolverse durante 5 minutos, si su tasa de liberación es variable?”
- Se identifican las variables y se anticipa la función que modela la situación.

Desarrollo (60 minutos):

- Se presentan funciones como $f(t) = 2t$, $f(t) = e^{-t}$, $f(t) = \sin(t)$ etc., representando tasas de concentración.
- Los estudiantes implementan funciones en MATLAB y usan el comando integral() o int() para calcular el área bajo la curva entre dos límites definidos.
- Se comparan los resultados obtenidos de forma numérica y simbólica (cuando es posible).
- Se discute el significado del resultado como "cantidad total acumulada".

Cierre (20 minutos):

- Presentación de resultados por parte de los estudiantes.
- Discusión colectiva: ¿qué representa físicamente la integral? ¿cómo ayuda MATLAB en el análisis de procesos industriales?
- Retroalimentación docente destacando buenas prácticas de modelado y análisis.

Evaluación:

- **Técnica:** Resolución computacional guiada + análisis contextual
- **Instrumento:** Lista de cotejo
- **Criterio:** Utiliza MATLAB para calcular integrales definidas aplicadas a problemas industriales; interpreta correctamente el resultado en su contexto.
- **Escala:** Logrado / En proceso / No logrado

Duración total estimada: 90 minutos

Sesión de Aprendizaje N.° 9

Título de la sesión: Comparación de métodos analíticos y computacionales en la resolución de problemas matemáticos aplicados

Competencia: Resuelve problemas de cantidad y de cambio en contextos aplicados

Capacidad: Analiza la eficiencia y aplicabilidad de diversos métodos de resolución matemática en situaciones reales

Indicador de logro: Compara soluciones obtenidas por métodos tradicionales y por software (GeoGebra y MATLAB), valorando la utilidad de las herramientas computacionales en el análisis de problemas de la industria alimentaria.

Propósito de la sesión:

Al finalizar la sesión, el estudiante resuelve un conjunto de problemas representativos de funciones, ecuaciones e integrales mediante métodos analíticos y software computacional, comparando los resultados, tiempos y precisión, y valorando el aporte de cada enfoque en el contexto profesional.

Recursos didácticos:

- Computadoras con MATLAB y GeoGebra
- Hoja de ejercicios mixtos (manual y computacional)
- Pizarra, proyector y hojas de observación
- Cuaderno del estudiante

Estrategias metodológicas:

- Aprendizaje comparativo
- Evaluación de eficiencia de métodos
- Trabajo por estaciones (manual y digital)
- Discusión crítica y metacognitiva

Secuencia didáctica:

Inicio (10 minutos):

- El docente presenta el reto: “Resolverán un mismo problema de dos maneras: manualmente y con software. ¿Cuál es más eficiente? ¿Cuál prefieren y por qué?”

- Se explican las consignas y el formato de trabajo colaborativo.

Desarrollo (60 minutos):

- Se organiza a los estudiantes en estaciones:
    - Estación 1: Resolución de una ecuación cuadrática manualmente y con GeoGebra.
    - Estación 2: Cálculo de un área bajo curva con regla de Simpson manual y con integral() en MATLAB.
    - Estación 3: Representación de una función de concentración con gráficos hechos a mano y en MATLAB.
- En cada estación, los estudiantes resuelven, registran tiempos, ventajas, dificultades y resultados.

Cierre (20 minutos):

- Socialización de conclusiones: ¿qué método fue más claro, más rápido, más comprensible?
- Se elabora un cuadro comparativo colectivo: *método analítico vs método computacional*.
- El docente retroalimenta reforzando la importancia de conocer ambos enfoques y usarlos con criterio técnico.

Evaluación:

- **Técnica:** Comparación crítica + participación en estaciones
- **Instrumento:** Lista de cotejo y matriz de análisis comparativo
- **Criterio:** Resuelve problemas con ambos métodos, compara con argumentos válidos y demuestra juicio crítico sobre la aplicabilidad de herramientas computacionales.

Escala: Logrado / En proceso / No logrado

Duración total estimada: 90 minutos

Sesión de Aprendizaje N.° 10

Título de la sesión: Elaboración de informe técnico sobre aplicaciones matemáticas asistidas por software en procesos industriales

Competencia: Comunica y argumenta soluciones a problemas matemáticos en contextos científicos y tecnológicos

Capacidad: Interpreta resultados obtenidos mediante herramientas computacionales y comunica conclusiones con claridad y sustento técnico

Indicador de logro: Elabora un informe técnico sobre un problema matemático resuelto con MATLAB o GeoGebra, describiendo el procedimiento, justificando los resultados y proponiendo recomendaciones en el contexto de un proceso alimentario.

Propósito de la sesión:

Al finalizar la sesión, el estudiante elabora un informe técnico estructurado, donde presenta la modelación, resolución y análisis de un problema contextualizado de la industria alimentaria resuelto mediante herramientas computacionales, desarrollando competencias de comunicación técnica y argumentación matemática.

Recursos didácticos:

- Computadoras con acceso a MATLAB y/o GeoGebra
- Plantilla de informe técnico digital (estructura base)
- Guías con rúbrica de evaluación y ejemplos de informes
- Pizarra, proyector y rúbrica impresa para retroalimentación

Estrategias metodológicas:

- Aprendizaje por proyecto
- Comunicación de resultados técnicos
- Escritura estructurada guiada
- Evaluación auténtica

Secuencia didáctica:

Inicio (10 minutos):

- Se explica el objetivo del informe técnico y su estructura básica: introducción, desarrollo, análisis y conclusiones.
- El docente muestra un ejemplo de informe y explica los criterios de evaluación.

Desarrollo (60 minutos):

- Cada estudiante selecciona un problema previamente trabajado en sesiones anteriores (funciones, sistemas, integrales, etc.).
- Con apoyo de MATLAB o GeoGebra, generan las gráficas o cálculos necesarios.
- Redactan su informe en base a la plantilla, incluyendo título, objetivo, planteamiento del problema, desarrollo con capturas o códigos, resultados numéricos y análisis contextual.
- El docente asesora individualmente y resuelve dudas específicas.

Cierre (20 minutos):

- Los estudiantes presentan en forma breve (2-3 minutos) el problema abordado y sus principales conclusiones.
- Se realiza una retroalimentación cruzada entre pares (peer review).
- El docente comenta logros comunes y brinda orientación para futuras entregas de este tipo de documentos en la carrera profesional.

Evaluación:

- **Técnica:** Producción escrita técnica + exposición oral
- **Instrumento:** Rúbrica de evaluación del informe técnico
- **Criterios:** Claridad en la presentación del problema, coherencia en el desarrollo, uso adecuado del software, interpretación contextual de los resultados y presentación formal del documento.
- **Escala:** Logrado / En proceso / No logrado

Duración total estimada: 90 minutos

Criterios de Evaluación	Cumple (1)	No cumple (0)
Utiliza correctamente el software GeoGebra para representar funciones matemáticas básicas		
Utiliza MATLAB para resolver problemas aplicados de funciones, ecuaciones o integrales		
Interpreta gráficamente el comportamiento de funciones (crecimiento, decrecimiento, vértice, asíntotas, etc.)		
Reconoce el significado de la solución gráfica de ecuaciones o sistemas en contextos reales		
Comprende el significado físico del área bajo la curva en contextos de acumulación o concentración		
Aplica modelos matemáticos a situaciones industriales de forma contextualizada y significativa		
Argumenta de forma lógica y coherente sus procedimientos y resultados		
Compara adecuadamente métodos manuales y computacionales justificando su elección		
Elabora informes técnicos claros y estructurados con base en los resultados obtenidos mediante software		
Participa activamente en la solución colaborativa y exposición de problemas en el laboratorio computacional		

Universidad Nacional de Cajamarca
"Norte de la Universidad Peruana"

Repositorio Digital Institucional

CONSTANCIA DE AUTORIZACIÓN

1. Datos del autor:

Nombres y Apellidos: María Esther Atalaya Chacón

DNI/Otros Nº: 74070386

Correo electrónico: matalayae15@unc.edu.pe

Teléfono: 983797491

2. Grado académico o título profesional

☐Bachiller ☒Título profesional ☐Segunda especialidad

☐Maestro ☐Doctor

3. Tipo de trabajo de investigación

☒Tesis ☐Trabajo de investigación ☐Trabajo de suficiencia profesional

☐Trabajo académico

Título: USO DE HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES PARA LA COMPRENSIÓN DE CONCEPTOS MATEMÁTICOS EN ESTUDIANTES DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS, UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, 2024

Asesor: MCs. Ever Rojas Huamán

Jurados: Dr. Luis Enrique Zelaya de los Santos, Dr. Cesar Garrido Jaeger y MCs. José Rosario Calderón Bacón

Fecha de publicación: 30 / 10 / 2025

Escuela profesional/Unidad:
Escuela Académico Profesional de Educación

4. Licencias

Bajo los siguientes términos autorizo el depósito de mi trabajo de investigación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Nacional de Cajamarca.

Con la autorización de depósito de mi trabajo de investigación, otorgo a la Universidad Nacional de Cajamarca una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi trabajo de investigación, en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido por conocerse, a través de los diversos servicios provistos por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de la UNC, Colección de Tesis, entre otros, en el Perú y en el extranjero, por el tiempo y veces que considere necesarias, y libre de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Nacional de Cajamarca podrá reproducir mi trabajo de investigación en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Universidad Nacional de Cajamarca
"Norte de la Universidad Peruana"

Repositorio Digital Institucional

CONSTANCIA DE AUTORIZACIÓN

Declaro que el trabajo de investigación es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, o coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicho trabajo de investigación no infringe derechos de autor de terceras personas. La Universidad Nacional de Cajamarca consignará el nombre del(los) autor(es) del trabajo de investigación, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la presente licencia.

Autorizo el depósito (marque con una X)

__X__ Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.

______ Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha ______/______/______

______ No autorizo

Firma

05 / 02 / 2026
Fecha