



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, VINCULACIÓN Y
POSGRADO
DIRECCIÓN DE POSGRADO

“INFLUENCIA DE LA UTILIZACIÓN DE SIMULACIONES PARA EL
APRENDIZAJE DE PROGRAMACIÓN LINEAL EN EL NIVEL
MOTIVACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE PRIMERO DE
BACHILLERATO.”

TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE
MAGÍSTER EN MATEMÁTICA APLICADA CON MENCIÓN EN
MATEMÁTICA COMPUTACIONAL

AUTOR:

Lcda. María Fernanda Guallán Sárate

TUTOR:

Dra. Angélica María Urquizo Alcivar, PhD.

Riobamba, Ecuador. 2025

Declaración de Autoría y Cesión de Derechos

Yo, **María Fernanda Guallán Sárte**, con número único de identificación **0605831668**, declaro y acepto ser responsable de las ideas, doctrinas, resultados y lineamientos alternativos realizados en el presente trabajo de titulación denominado: “Influencia de la utilización de simulaciones para el aprendizaje de programación lineal en el nivel motivación de los estudiantes de primero de bachillerato.” previo a la obtención del grado de Magíster en Matemática Aplicada con mención en Matemática Computacional.

- Declaro que mi trabajo investigativo pertenece al patrimonio de la Universidad Nacional de Chimborazo de conformidad con lo establecido en el artículo 20 literal j) de la Ley Orgánica de Educación Superior LOES.
- Autorizo a la Universidad Nacional de Chimborazo que pueda hacer uso del referido trabajo de titulación y a difundirlo como estime conveniente por cualquier medio conocido, y para que sea integrado en formato digital al Sistema de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor, dando cumplimiento de esta manera a lo estipulado en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior LOES.

Riobamba, 23 de julio del 2025



Lcda. María Fernanda Guallán Sárte

N.U.I. 0605831668



Dirección de
Posgrado
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN,
VINCULACIÓN Y POSGRADO



ACTA DE CULMINACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

En la ciudad de Riobamba, a los tres días del mes de julio el año 2025, los miembros del Tribunal designado por la Comisión de Posgrado de la Universidad Nacional de Chimborazo, reunidos con el propósito de analizar y evaluar el Trabajo de Titulación bajo la modalidad Proyecto de titulación con componente investigación aplicada y/o desarrollo, CERTIFICAMOS lo siguiente:

Que, una vez revisado el trabajo titulado: *"Influencia de la utilización de simulaciones para el aprendizaje de programación lineal en el nivel motivación de los estudiantes de primero de bachillerato"* perteneciente a la línea de investigación: *Interpretar y analizar las soluciones obtenidas mediante aplicación de algoritmos de resolución de modelos matemáticos. La simulación entendida como el estudio, mediante un modelo, del comportamiento de un sistema a lo largo del tiempo*, presentado por el maestrante Guallán Sárate María Fernanda, portador de la cédula de ciudadanía No. 0605831668 estudiante del programa de Maestría en Matemática Aplicada Con Mención En Matemática Computacional, se ha verificado que dicho trabajo cumple al 100% con los parámetros establecidos por la Dirección de Posgrado de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Es todo cuanto podemos certificar, en honor a la verdad y para los fines pertinentes.

Atentamente,



Angelica Urquizo
TUTOR



Henry Villa
**MIEMBRO DEL
TRIBUNAL 1**



Paola Vinuesa
**MIEMBRO DEL
TRIBUNAL 2**



Campus La Dolorosa
Av. Eloy Alfaro y 10 de Agosto
Teléfono (593-3) 373-0880, ext. 2002
Riobamba - Ecuador

Unach.edu.ec
en movimiento



Dirección de
Posgrado
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN,
VINCULACIÓN Y POSGRADO



Riobamba, 7 de julio 2025

CERTIFICADO

De mi consideración:

Yo Angélica María Urquizo Alcívar, certifico que María Fernanda Guallán Sárate con cédula de identidad No. 0605831668 estudiante del programa de Maestría en Matemática Aplicada con mención en Matemática Computacional, cohorte 3 presentó su trabajo de titulación bajo la modalidad de Proyecto de titulación con componente de investigación aplicada/desarrollo denominado: INFLUENCIA DE LA UTILIZACIÓN DE SIMULACIONES PARA EL APRENDIZAJE DE PROGRAMACIÓN LINEAL EN EL NIVEL MOTIVACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE PRIMERO DE BACHILLERATO, el mismo que fue sometido al sistema de verificación de similitud de contenido COMPILATION identificando el 9% en el texto y el porcentaje de similitud de 1% en inteligencia artificial.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Atentamente,



Dra. Angélica María Urquizo Alcívar

CI: 0602763534

Adj.-

Resultado del análisis de similitud(Compilation)



Av. Eloy Alfaro y 10 de Agosto
Teléfono (593-3) 373-0880, ext. 2100 - 2103 - 2217
Riobamba - Ecuador
Unach.edu.ec
en movimiento

Dedicatoria

Este trabajo va dedicado a mis padres, a mis hermanos y a mis docentes que forjaron mis conocimientos a lo largo de mi vida estudiantil y profesional.

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a Dios por haberme dado la fuerza, la habilidad, fortaleza y sabiduría para cursar esta carrera de posgrado, además agradezco a mis padres por ser la fortaleza en cada etapa de mi vida, a mi tutora por su valioso tiempo y apoyo, y a mis docentes de maestría por haber fortalecido los conocimientos a lo largo del periodo académico.

María F. Guallán S.

Índice General

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	II
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
ÍNDICE GENERAL	VII
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
RESUMEN	12
INTRODUCCIÓN	14
CAPÍTULO 1 GENERALIDADES	16
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.3 OBJETIVOS	18
1.3.1 Objetivo General.....	18
1.3.2 Objetivos Específicos.....	18
1.4 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y PUESTOS DE TRABAJO	19
CAPÍTULO 2 ESTADO DEL ARTE Y LA PRÁCTICA.....	20
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	20
2.2 FUNDAMENTACIÓN LEGAL	22
2.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	24
2.3.1 Aprendizaje	24
2.3.2 Motivación	27
2.3.3 Fundamentos matemático en el aprendizaje de programación lineal.	28
2.3.4 Programación lineal	31
2.3.5 Simulaciones	34

2.3.6 GNU Octave.....	35
2.3.7 Octave en el aprendizaje de Programación Lineal.....	35
CAPÍTULO 3 DISEÑO METODOLÓGICO	41
3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	41
3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	41
3.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	42
3.3.1 Investigación aplicada.....	42
3.3.2 Investigación explicativa	42
3.3.3 Longitudinal.....	42
3.4 NIVEL DE INVESTIGACIÓN	42
3.4.1 Investigación descriptiva	42
3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	43
3.6 TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO E INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	45
3.7 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	45
3.7.1 Población.....	45
3.7.2 Tamaño de la Muestra.....	46
3.8 HIPÓTESIS.....	46
CAPÍTULO 4	47
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	47
4.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS RESULTADO	47
4.1.1 Test de motivación en el área de matemáticas antes de utilizar el simulador.....	47
4.1.2 Test de motivación después de utilizar el simulador	48
4.1.3 Prueba objetiva realizada a los estudiantes después de impartir la clase.....	49

4.1.4 Comparación del test de motivación antes y después de haber aplicado la simulación.....	50
4.2 Prueba de Hipótesis.....	52
4.2.1 Prueba de normalidad	52
4.2.2. Proceso de prueba de hipótesis	53
CAPÍTULO 5 MARCO PROPOSITIVO.....	55
5.1 PROPUESTA	55
CONCLUSIONES	70
RECOMENDACIONES	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
APÉNDICES	76
APÉNDICE A. TEST DE MOTIVACIÓN	76
APÉNDICE B. VALIDACIÓN DEL CUESTIONARIO	78
APÉNDICE C. PRUEBA DE NORMALIDAD	82
APÉNDICE D. LÍNEAS DE CÓDIGO DE LA SIMULACIÓN DE PROGRAMACIÓN LINEAL.....	83
APÉNDICE E. FOTOGRAFÍAS DEL GRUPO	88

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Datos del ejercicio de programación lineal</i>	32
Tabla 2 <i>Datos del ejercicio de programación lineal</i>	38
Tabla 3 <i>Diseño de la investigación</i>	41
Tabla 4 <i>Escalas del test de motivación</i>	43
Tabla 5 <i>Niveles de motivación</i>	43
Tabla 6 <i>Nivel de confiabilidad</i>	44
Tabla 7 <i>Calculo del alfa de Cronbach</i>	44
Tabla 8 <i>Test de motivación antes de la aplicación de la simulación</i>	47
Tabla 9 <i>Test de motivación después de la aplicación de la simulación</i>	48
Tabla 10 <i>Prueba Objetiva después de la aplicación de la simulación</i>	49
Tabla 11 <i>Nivel de motivación del antes y después de la simulación</i>	50
Tabla 12 <i>Comparación del test de motivación antes y después de la simulación</i>	51
Tabla 13 <i>Calculo del tamaño de efecto de la variable motivación</i>	52
Tabla 14 <i>Descripción de las sesiones</i>	58

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Posibles soluciones gráficas de un sistema de ecuaciones</i>	30
Figura 2 <i>Solución grafica</i>	33
Figura 3 <i>Representación gráfica de las restricciones</i>	38
Figura 4 <i>Región factible y valor optimo del problema de programación lineal</i>	39
Figura 5: <i>Valores de Z en cada punto del problema de Programación Lineal</i>	39
Figura 6 <i>Test de motivación antes de aplicar la simulación</i>	47
Figura 7 <i>Test de motivación después de aplicar la simulación</i>	49
Figura 8 <i>Test de motivación después de la aplicación de la simulación</i>	50
Figura 9 <i>Calculo de la media y la desviación estándar</i>	54
Figura 10 <i>Prueba t-student</i>	54
Figura 11 <i>Nivel de motivación antes de aplicar la simulación</i>	82
Figura 12 <i>Nivel de motivación después de aplicar la simulación</i>	82
Figura 13 <i>Aplicación del test y el cuestionario antes de la aplicación del simulador</i>	88
Figura 14 <i>Aplicación del simulador Octave</i>	88
Figura 15 <i>Aplicación del test y el cuestionario despues de la aplicación del simulador</i>	89

Resumen

El uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la educación para abordar contenidos relacionados con la asignatura de matemáticas ha sido primordial en los últimos años lo que da lugar a esta investigación, que tuvo como objetivo determinar cómo influye la utilización de simulaciones para el aprendizaje de programación lineal en el nivel motivación de los estudiantes de primero de bachillerato de la Unidad Educativa Comunitaria Intercultural Bilingüe “Manuel Aguilar” en el año lectivo 2024 – 2025. Se trata de un estudio de diseño preexperimental en la que se aplicó un test antes y después de aplicar la simulación para observar el grado de motivación de los estudiantes. El estudio, tuvo un enfoque cuantitativo ya que se utilizó estadística descriptiva e inferencial. La población estuvo constituida por los estudiantes de bachillerato de la Unidad Educativa mencionada tomando de allí una muestra no probabilística de tipo intencional de 11 estudiantes que corresponden a primero de bachillerato. El test de motivación en el aprendizaje de las matemáticas constó de 20 ítems. Para la prueba de hipótesis se utilizó la prueba t-student donde se comparó las medias y se concluyó que el uso de simulaciones para el aprendizaje de programación lineal mejora el nivel de motivación en el aprendizaje de matemáticas de los estudiantes de primero de bachillerato.

Palabras claves: *Enseñanza, Proceso de aprendizaje, Matemática, Programación informática.*

Abstract

The use of information and communication technologies (ICT) in education, particularly for teaching mathematics, has become increasingly important in recent years. This context gave rise to the present research, which aimed to determine how the use of simulations for learning linear programming influences the motivation levels of first-year high school students at the Intercultural Bilingual Community Education Unit “Manuel Aguilar” during the 2024–2025 academic year.

This study employed a pre-experimental design, applying a motivation test both before and after the use of simulations to observe changes in student motivation. The research followed a quantitative approach, utilizing both descriptive and inferential statistical methods. The population consisted of high school students from the institution, with an intentional non-probabilistic sample of 11 students from the first year of high school.

The mathematics learning motivation test included 20 items. To test the hypothesis, a student’s *t*-test was used to compare the means. The results led to the conclusion that the use of simulations for learning linear programming positively influences and improves the motivation levels of first-year high school students in mathematics.

Keywords: *Teaching, Learning process, Mathematics, Computer programming.*



Revised by
Mario N. Salazar
0604069781

Introducción

Las simulaciones dinámicas representan una innovación pedagógica eficaz simplificando la instrucción y el aprendizaje de conceptos abstractos, siendo estos más fáciles de comprender mediante la exploración práctica de modelos gráficos y la aplicación real de ecuaciones y funciones matemáticas (Cosquillo Chida et al., 2025).

La matemática tradicionalmente se ha basado en hojas de papel para resolver problemas estos pueden ser difíciles o fáciles. Sin embargo, esto presenta limitaciones en términos de tiempo y recursos. Con el auge de la tecnología se dio paso a la creación de nuevos espacios, herramientas y recursos interactivos para la resolución de los problemas matemáticos, el estudio realizado por (Camacho & Chicaiza, 2022), concluyen que generalmente los simuladores tuvieron una aceptación buena en la interiorización de conocimientos matemáticos en los alumnos de educación básica.

En consecuencia, este trabajo de tiene como objetivo medir el impacto de simuladores en la motivación de los estudiantes de primero de bachillerato en el aprendizaje de programación lineal en la Unidad Educativa Comunitaria Intercultural Bilingüe “Manuel Aguilar”, a través de un estudio preexperimental, por ende, es importante porque se propone aplicar esta medida en el proceso de enseñanza-aprendizaje para mejorar la motivación de los estudiantes en el área de matemáticas.

Para el desarrollo de la investigación se tiene los siguientes capítulos:

Capítulo I, Generalidades: Se expone de una manera más detallada la falta de motivación que existe en el aprendizaje de programación lineal, además, se describe los objetivos de investigación y la idea general de cómo se utilizara la simulación para el aprendizaje de programación lineal y así existe una motivación en los dicentes.

Capítulo II, Estado del arte y la práctica: Detalla una recopilación bibliográfica sobre el aprendizaje, enfatizando la importancia del aprendizaje experiencial, se menciona además la motivación, la simulación y programación lineal para su respectivo análisis.

Capítulo III, Diseño de la Investigación: Se enfatiza el tipo de investigación, la población y la muestra con la cual se realiza la investigación, la adquisición de datos y como se analiza.

Capítulo IV, Análisis y Discusión de Resultados: Se realiza un análisis descriptivo de los datos obtenidos, de la programación lineal y la motivación de cada uno de los grupos evaluados, posteriormente se realiza pruebas de normalidad para poder aplicar un test estadístico y así corroborar que la utilización de la simulación de programación lineal afecta a la motivación de los estudiantes.

Capítulo V, Marco Propositivo: Se describe ideas que apoyan a la investigación lo cual busca motivar a los estudiantes para un aprendizaje experimental a través de simuladores para el tema de programación lineal en la unidad educativa.

Capítulo VI, Conclusiones y Recomendaciones: En este apartado se redacta el cumplimiento de los objetivos plantados en la investigación y las recomendaciones que podría apoyar a posteriores investigaciones.

Capítulo 1

Generalidades

1.1 Planteamiento del Problema

Tras la evolución de la tecnología, la educación en el sector rural no puede quedarse en el pasado, es por ello que se ha visto una enorme falta de actualización en la implementación de recursos digitales al impartir clases de matemáticas, al no utilizar estos recursos se está negando el uso de la tecnología a los estudiantes por lo que al graduarse de bachilleres tienen un vacío y escasos conocimientos en el área de computación y mucho más en la utilización de recursos digitales para resolver problemas matemáticos.

(Molina-Pacheco & Mesa-Jiménez (2018) manifiestan en su artículo que, a partir de la experiencia de los docentes, una secuencia para la incorporación de las TIC para los centros educativos rurales, que incluye la planificación, capacitación de maestros, disposición y gestión de recursos, mantenimiento y seguimiento e incentivos. A partir de ellos se desea romper paradigmas y estereotipos que las escuelas rurales son instituciones cerradas al cambio tecnológico y de su propio avance como sociedad. Por lo dicho anteriormente se desea hacer esta investigación en la ciudad de Cayambe, parroquia Cangahua, comunidad Santa Rosa de Paccha en la unidad educativa comunitaria intercultural bilingüe “Manuel Aguilar”.

En países como en España, México, Chile y en lugares urbanos del Ecuador ya se han implementado hace 3 o 5 años atrás el uso de programación en niños de 8 a 17 años por ende se desea investigar, planificar y observar el interés que tendrán los estudiantes del sector rural sobre la enseñanza en la asignatura de matemáticas como tema en específico fundamentos de programación lineal, mediante la utilización de Octave en el año lectivo 2024 – 2025.

Sin embargo, en la unidad educativa en estudio los más interesados en aplicaciones y simulaciones computacionales son los estudiantes de bachillerato porque al tener un laboratorio de computación y no ser utilizada de manera favorable para el proceso de enseñanza y aprendizaje los estudiantes tienen la curiosidad de cómo funciona es por ende que se ha decidido utilizar para impartir clases de matemática con el tema de fundamentos de programación lineal.

Además, esta investigación es importante para generar interés en investigaciones aplicadas en la educación del sector rural porque existe escases de información sobre la simulación computacional, por ende, se quiere realizar un acercamiento del tema y conocer su impacto en la motivación de aprender fundamentos de programación lineal.

1.2 Justificación de la Investigación

El aprendizaje activo, el aprendizaje por descubrimiento y la construcción del conocimiento son variaciones del método constructivista, donde el estudiante tienen la libertad de exploración dentro de un marco establecido. Por ende, los docentes no se comportan como personas que saben todo sobre el tema, sino que actúan como facilitadores que estimulan a los estudiantes para que descubran principios por ellos mismos y construyan el conocimiento a través de sus intentos de resolver problemas reales.

La presente investigación surge de la necesidad de explicar de manera más interactiva programación lineal a los estudiantes de primero de bachillerato con el propósito de motivar al utilizar recursos tecnológicos. La investigación busca proporcionar un nuevo método de enseñanza en el área de la matemática para que los estudiantes sean más interactivos, interesante y curiosidad de cómo funciona el programa, además se beneficiaran los docentes que imparten clases de matemáticas y otras áreas.

Debido a que no existe un número considerable de investigaciones aplicadas en la educación rural y específicamente en el tema de programación lineal a través de simulaciones, esta investigación permite tener un antecedente para futuras investigaciones utilizando metodologías comunes a este trabajo. Por último, la investigación es viable, pues dispones de los recursos necesarios para llevarla a cabo.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Determinar la influencia de la utilización de simulaciones para el aprendizaje de programación lineal en el nivel de motivación de los estudiantes de primero de bachillerato de la unidad educativa intercultural bilingüe “Manuel Aguilar” en el año lectivo 2024 – 2025.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Seleccionar un instrumento de recolección de datos que permita conocer el nivel de motivación de los estudiantes en matemática antes y después del uso de la simulación
- Aplicar la simulación en Octave para el aprendizaje de los fundamentos de programación lineal con los estudiantes de primero de Bachillerato General Unificado de la Unidad Educativa Intercultural Bilingüe “Manuel Aguilar” en el año lectivo 2024 – 2025.
- Comparar los niveles de motivación para el aprendizaje de los fundamentos de programación lineal de los estudiantes de primero de Bachillerato General Unificado de la Unidad Educativa Intercultural Bilingüe “Manuel Aguilar” en el año lectivo 2024 – 2025 antes y después de utilizar la simulación.

- Elaborar una propuesta de incorporación del uso de simulaciones en Octave para el aprendizaje de programación lineal.

1.4 Descripción de la Empresa y Puestos de Trabajo

Las unidades educativas rurales en Ecuador son instituciones educativas ubicadas en zonas con condiciones geográficas, culturales y socioeconómicas suelen ser diferentes en las zonas urbanas. Estas unidades tienen un papel clave en garantizar el acceso a la educación de niños, niñas y adolescentes de las comunidades muchas de ellas son indígenas, montubios o afroamericanos.

Las comunidades indígenas, algunas escuelas forman parte del sistema de Educación Intercultural Bilingüe, enseñando en lengua materna y castellano. Además, aunque ha habido avances, muchas unidades educativas aun enfrentan limitaciones en infraestructura, conectividad y recursos didácticos.

La Unidad Educativa Comunitaria Intercultural Bilingüe “Manuel Aguilar” inicia como centro escolar en el año de 2008. La unidad educativa se encuentra ubicada en la comunidad Santa Rosa de Paccha, de la parroquia Cangahua de la ciudad de Cayambe provincia Pichincha Ecuador.

Cuenta con niveles de Educación inicial, Educación General Básica, Bachillerato General Unificado, el mismo está regido por las normativas detalladas por el Ministerio de Educación del Ecuador.

Capítulo 2

Estado del Arte y la Práctica

2.1 Antecedentes Investigativos

En la investigación Herramientas de simulación en la enseñanza aprendizaje de matemática de Travéz Osorio (2020), buscó determinar herramientas de simulación para la enseñanza aprendizaje de matemática en los estudiantes de 1^{ro} de BGU, mediante una investigación mixta, descriptiva y un análisis de un estudio bibliográfico. Los resultados muestran que docentes y estudiantes están de acuerdo en que se requiere de herramientas de simulación durante las clases, esto motiva al estudiante para su proceso de aprendizaje en las clases. Se concluye que una vez desarrollado el trabajo es importante orientarse a las técnicas digitales aplicando herramientas de simulación. La investigación anteriormente mencionada fortalece a esta investigación a estudiar y poner en práctica simuladores para que los estudiantes se motiven y sean más participes en el entorno educativo.

Por otra parte, en el trabajo: La simulación gráfica, como estrategia de análisis e interpretación de funciones en el área de matemáticas en estudiantes del grado octavo. (Ospina Polanía, 2020) buscó determinar si con la implementación de simulaciones PhET se mejora el rendimiento académico de los estudiantes del grado octavo. La investigación presentó un diseño cuasi experimental con enfoque cuantitativo, y se aplicó una Preprueba y una Posprueba, de cuyo análisis e interpretación se dio validez a la hipótesis planteada. Como conclusión más relevante se destaca que la implementación de simulaciones PhET mejoró el rendimiento académico de los estudiantes en el área de matemática. La investigación de Rodríguez complementa a esta investigación en el contexto del enfoque cuantitativa y el planteamiento de hipótesis ya que se realizará una valoración antes y después de haber aplicado la simulación.

La investigación de López Tavares (2020) titulada: Estrategias didácticas para el uso eficaz de simulaciones interactivas en el aula, plasma una guía para los profesores que quieran iniciarse en el uso de las simulaciones, los cuales deben de contar con herramientas en el aula como un proyector y una computadora, y recomienda estrategias como: Indagación Grupal, Clases Demostrativas Interactivas e Instrucción por pares; concluyendo que las estrategias ayudan a los estudiantes a realizar predicciones, recolecten evidencia, construyan modelos, explicaciones y conclusiones, así como contribuir a la colaboración y argumentación entre estudiantes, y aumentar la motivación. El artículo mencionado utiliza simulaciones en el aula y se observa un buen resultado y es por ello por lo que en esta investigación se desea aplicar la simulación para el aprendizaje de programación lineal.

García Rivero et al. (2022) realizó una investigación: Programación Lineal de dos variables en un curso en línea al utilizar GeoGebra: una experiencia de clase, la cual tuvo como objetivo valorar el uso de GeoGebra como una herramienta cognitiva en la enseñanza de la resolución de problemas de programación lineal de desigualdades de dos variables basándose en el método gráfico. Al principio se plantea un cuestionario diagnóstico, luego una tarea matemática y finalmente un cuestionario. Se analiza si la actividad promueve el intercambio entre el registro semiótico y el registro gráfico. Concluyeron que los estudiantes manifestaron tener mayor seguridad e interés en el uso de GeoGebra logrando representar gráficamente el sistema de desigualdades. Esta investigación tiene el tema de estudio de programación lineal siendo el mismo tema para abordar en la investigación.

Finalmente en el trabajo: Aplicación del software GeoGebra en el aprendizaje de Programación Lineal con estudiantes del 5to grado de Educación Secundaria de la Institución Educativa N° 1136 JFK Salamanca de Monterrico Bello Durand (2022), estableció la influencia que tiene la aplicación del software GeoGebra en los logros de aprendizaje de Programación Lineal con estudiantes, la investigación tuvo un enfoque

cuantitativo, experimental porque se vio que existe relaciona la variable dependiente e independiente, además tuvo un diseño cuasiexperimental, con lo cual llegaron a la conclusión que la aplicación del software GeoGebra en la enseñanza de PL si influenció en el aprendizaje de los estudiantes aportando evidencias significativas en los logros de aprendizaje conceptual, procedimental y actitudinal bajo una metodología constructivista social a diferencia del grupo de control. Esta investigación se relaciona con la investigación actual con la metodología siendo esta la constructiva partiendo de la teoría a la práctica y favorece el proceso de enseñanza aprendizaje en matemáticas.

2.2 Fundamentación Legal

La norma jurídica suprema que rige en el Ecuador desde el 2008 es la Constitución de la República del Ecuador, la cual en el artículo 347 del numeral 8 establece que “incorporar las tecnologías de la información y comunicación en el proceso educativo y propiciar el enlace de la enseñanza con las actividades productivas o sociales” (Asamblea Nacional Constituyente de Ecuador, 2008), con lo cual se manifiesta que es obligatorio la utilización de recursos tecnológicos en el proceso educativo.

La ley que rige a todos los establecimientos educativos de la educación media es la “Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI), la cual en el artículo 2 literal h se menciona”:

Interaprendizaje y multiaprendizaje, se considera al aprendizaje y multiaprendizaje como instrumentos para potenciar las capacidades humanas por medio de la cultura, el deporte, el acceso a la información y sus tecnologías, la comunicación y el conocimiento, para alcanzar niveles de desarrollo personal y colectivo (Ley Orgánica de Educación Intercultural, 2011, p.11).

En el literal u: “se establece a la investigación, construcción y desarrollo permanente de conocimiento como garantía del fomento de la creatividad y de la producción de conocimiento, promoción de la investigación, y la experimentación para la innovación educativa y la formación científica” (Ley Orgánica de Educación Intercultural, 2011, p.13).

En el artículo 6 literal j; “garantizar la alfabetización digital y el uso de las tecnologías de la información y comunicación en el proceso educativo” (Ley Orgánica de Educación Intercultural, 2011, p.19).

Los artículos expuestos anteriormente, es obligación del docente garantizar una educación digital y la utilización de tecnologías, enfatizando la importancia de presente investigación en el contexto nacional y sin dejar a lado el sector rural.

2.3 Fundamentación Teórica

2.3.1 Aprendizaje

En la actualidad ya no podemos hablar de un aprendizaje significativo como tal, sino de un aprendizaje experiencial, porque los estudiantes están rodeados de tecnología deseando de una u otra manera aprender a cómo utilizarla, es ahí que las unidades educativas juega un papel importante porque el docente debe ser capaz de brindar información adecuada para su uso responsable de la tecnología y porque no utilizarla para impartir conocimiento, es por ello que al utilizar simuladores para que adquieran conocimiento los estudiantes es un avance en las unidades educativas.

El proceso de aprendizaje es aprender a adquirir nuevos conocimientos y habilidades, aunque también puede implicar la modificación o mejora de los conocimientos que ya se tienen, mediante la educación formal, la experiencia práctica, la investigación independiente y otras formas. El aprendizaje es indispensable en el desarrollo personal de un individuo, siendo una herramienta fundamental para su adaptación a un mundo en constante cambio.

2.3.1.1 Tipos de aprendizaje

El aprendizaje experiencial es donde es estudiante aprende a través de la manipulación de ordenadores que será en este caso de una manera más interactiva y al alcance de la tecnología en todo momento.

- **Aprendizaje asociativo**

Es un tipo de aprendizaje que se caracteriza por la asociación de determinados estímulos externos o sucesos con una idea o un comportamiento. Esta forma de aprender es conocida por ser una de las más completas y profundas, al tiempo que logra conseguir los mejores resultados.

- **Aprendizaje no asociativo**

El aprendizaje no asociativo se produce cuando nuestra respuesta varía ante un estímulo que se repite en el tiempo o es continuo, ya sea porque acabamos acostumbrándonos a él o porque terminamos por interiorizarlo. Con él varía nuestra sensibilidad según el momento en el que se produzca.

- **Aprendizaje cooperativo**

El aprendizaje en grupo es al que se hace referencia en el ámbito educativo. Hablamos de esos aprendizajes que no hace sólo el estudiante, sino junto al resto de sus compañeros. En estas dinámicas, el docente es el encargado de establecer los equipos de trabajo, asignar roles y funciones de cada alumno, además de guiarlos en el proceso.

- **Aprendizaje colaborativo**

El aprendizaje colaborativo se diferencia del cooperativo en cuanto al modo de constituir y funcionar los grupos de trabajo, aunque a veces son confundidos. En el colaborativo, el docente propone el tema o plantea un problema y los estudiantes deciden la forma de abordar el proyecto.

- **Aprendizaje emocional**

Con él se busca que aprendamos a conocer nuestras emociones y gestionarlas de una manera eficiente. El aprendizaje emocional, además de contribuir a nuestro bienestar y desarrollo personal, también favorece que nuestras relaciones interpersonales sean sanas.

- **Aprendizaje experiencial**

Este tipo de aprendizaje requiere de un cierto trabajo de autorreflexión y consiste en aprender a partir de las situaciones que vivimos o, incluso, de los errores que cometemos.

El aprendizaje experiencial puede diferir mucho según la persona, ya que difícilmente todos reaccionamos y actuamos igual ante las diversas situaciones de la vida.

- **Aprendizaje implícito**

Este aprendizaje se da cuando aprendemos algo, por lo general, sin una intencionalidad. Ocurre sin darnos cuenta y casi de forma automática, como, por ejemplo, las acciones de andar, hablar o movernos.

- **Aprendizaje explícito**

Este tipo de aprendizaje nos permite adquirir información nueva y destacada sobre personas, lugares y objetos. El explícito sí que tiene una intención y existe una conciencia, en tanto que somos conocedores de que estamos aprendiendo. Además, requiere de ciertos niveles de atención y ejercicio por parte de nuestro cerebro (Universidad Europea, 2024).

- **Aprendizaje memorístico**

Se trataba, hasta hace poco tiempo, del tipo de aprendizaje más utilizado en el ámbito educativo. Consistía en fijar en la memoria y recordar conceptos casi de manera automática, en muchas ocasiones sin llegar a entenderlos ni llevar a cabo reflexión alguna.

- **Aprendizaje observacional**

Se trata de una forma de aprender basada en lo visual. Este tipo de aprendizaje requiere la participación de, mínimo, dos personas: por un lado, una más experta que realiza una acción o tarea dando ejemplo (modelo) y, por el otro lado, la que observa e imita o reproduce la actuación de la persona modelo (aprendiz).

- **Aprendizaje por descubrimiento**

Actualmente, es uno de los tipos de aprendizaje más activos que existen. La participación e interacción con el docente hacen parte de sus bases, ya que el estudiante va

más allá y no se conforma sólo con lo que le han enseñado. Busca información por su cuenta para resolver las dudas que le han surgido, y los datos que encuentra en su esquema cognitivo los relaciona con conocimientos adquiridos previamente.

- **Aprendizaje receptivo**

En este tipo de aprendizaje, el estudiante se limita a recibir la información, ya sea por vía oral, escrita o audiovisual, e interiorizar ese contenido para poder reproducirlo posteriormente, por lo que podría considerarse como otro de los tipos de aprendizaje pasivos.

- **Aprendizaje experiencial**

El aprendizaje experiencial consiste en recopilar, organizar y seleccionar la información que estamos recibiendo para establecer una relación entre estos conocimientos nuevos y aquellos con los que ya se contaba previamente. De todos los tipos de aprendizaje, este es uno de los más efectivos.

Ahora bien, la teoría del aprendizaje del conectivismo en la era digital para hoy en día está en tendencia en el contexto de los estudiantes y como no utilizarlo en el aula de clases. Además, el conectivismo distribuye el conocimiento por medio de redes de conexiones y por ello, aprender es la capacidad de construcción por la que podemos superar esas dichas redes y distribuirlas no solo en el sujeto sino también en la sociedad – definiéndose como una muestra o modelo (función del docente) y la práctica del alumno que puede reflexionar sobre lo aprendido (Bello Durand, 2022b).

2.3.2 Motivación

La motivación se define como el conjunto de factores internos o externos que determinan en parte las acciones de una persona. En otras palabras, se dice que cuando alguien está motivado, sus acciones y energías están dirigidas a alcanzar una meta concreta (Santander Open Academy, 2021).

Actualmente, la motivación suele identificarse como la clave del éxito precisamente porque es la que impulsa al resto de habilidades que conducen a un objetivo y que son la voluntad, la perseverancia, el optimismo y la actitud positiva, entre muchas otras.

Como educadores, no solo se considera los aspectos cognitivos de los alumnos, también es necesario prestar atención a cada ámbito de su desarrollo. La motivación es capaz de afectar directamente a los alumnos a partir de las condiciones poco en el ámbito educativo y al uso indebido del efecto por parte de las personas de su entorno.

2.3.2.1 Tipos de motivación

- Motivación Intrínseca

La motivación intrínseca es aquella que nace del interior de cada uno y es independiente a cualquier tipo de estímulo externo. Las recompensas que consiguen alimentando este tipo de motivación son puramente íntimas: amor propio, satisfacción personal, independencia, fuerza interior, confianza, etc.

- Motivación Extrínseca

La motivación extrínseca, en cambio, es el conjunto de acciones que llevas a cabo para conseguir una recompensa externa. La motivación extrínseca busca la validación personal por parte de un tercero: los elogios o los refuerzos psicológicos son aspectos clave de la motivación extrínseca (Open Academy, 2021).

2.3.3 Fundamentos matemático en el aprendizaje de programación lineal.

En el enunciado de los fundamentos se usará como base matemática el libro de Grossman y Flores (2012) para el estudio de Programación lineal.

- a. La pendiente de una recta que pasa por los puntos (x_1, y_1) y (x_2, y_2) se define en la ecuación 1:

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{\Delta_y}{\Delta_x} \quad (1)$$

- b. Si $x_1 - x_2 = 0$ y y_2 es diferente a y_1 , entonces la recta tiene una posición vertical por lo tanto “m” no está definida.
- c. Toda recta (excepto cuando “m” no está definida) se puede expresar escribiendo su ecuación en la forma $y = mx + b$ siendo “m” la pendiente de la recta y “b” es la imagen de 0.
- d. Si la ecuación de la recta fuera $ax + by + c = 0$, “b” diferente de 0, luego el valor de “m” sería $-a/b$.
- e. Si m_1 es pendiente de L_1 , m_2 es la pendiente de L_2 donde “m” es diferente a 0 se observa lo siguiente:
- L_1 y L_2 son rectas perpendiculares si y solo si $m_1 \times m_2 = -1$
 - L_1 y L_2 son rectas paralelas si y solo si $m_1 = m_2$

2.3.3.1 Sistema de ecuaciones lineales con dos variables

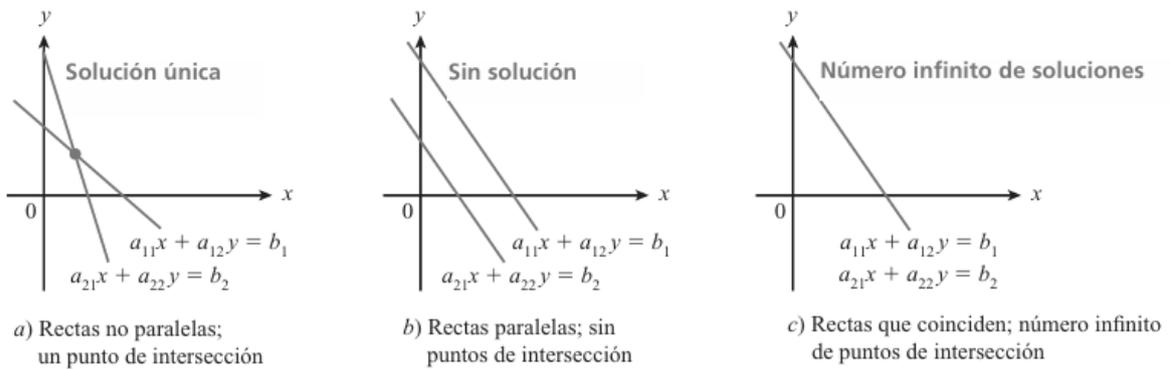
Tenemos el sistema de dos ecuaciones lineales con dos variables:

$$\begin{cases} a_{11}x + a_{12}y = b_1 \\ a_{21}x + a_{22}y = b_2 \end{cases} \quad (2)$$

Donde $a_{11}, a_{12}, a_{21}, a_{22}, b_1$ y b_2 pertenece a todos los reales. Cada ecuación se representa mediante una línea recta. El valor de $m_1 = -\frac{a_{11}}{a_{12}}$ y el valor de $m_2 = -\frac{a_{21}}{a_{22}}$ siempre y cuando a_{12} y a_{22} sean diferentes de cero. El conjunto de soluciones del sistema es un par (x, y) que satisface el sistema de ecuaciones. La solución podría ser única, vacía o tener infinitas soluciones.

A continuación, se muestra casos de posibles soluciones graficas de un sistema de ecuaciones lineales con dos variables.

Figura 1 Posibles soluciones gráficas de un sistema de ecuaciones



Nota: La figura representa tres tipos de soluciones de un sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas. Tomado del libro Algebra Lineal de Grossman (2012).

2.3.3.1 Inecuaciones lineales con dos variables

Es una expresión matemática que puede representarse de cuatro maneras:

$$ax + by \geq c \quad (3)$$

$$ax + by \leq c \quad (4)$$

$$ax + by > c \quad (5)$$

$$ax + by < c \quad (6)$$

Donde a, b, c pertenecen a los números reales con a y b diferente de 0.

2.3.3.2 Sistema de inecuaciones lineales con dos variables

Son dos conjuntos formados por dos inecuaciones lineales con dos incógnitas. La solución general está formada por un conjunto de los puntos del plano $A(x, y)$ que cumplen simultáneamente todas las inecuaciones del sistema, A la solución general de estos sistemas de la llama región factible; Por ejemplo:

$$\begin{cases} a_{11}x + a_{12}y \leq b_1 \\ a_{21}x + a_{22}y \leq b_2 \end{cases} \quad (7)$$

El signo \leq que aparece en las inecuaciones puede ser sustituido por cualquier otro signo de desigualdad $<, >, \leq$ ó \geq

La intersección de todos los semiplanos soluciones será la región factible del sistema.

2.3.4 Programación lineal

La programación lineal es un método de optimización que se ocupa del cumplimiento de un determinado objetivo, como maximizar las utilidades o minimizar el costo, en presencia de restricciones como recursos limitados. El término lineal denota que las funciones matemáticas que representa n el objetivo y las restricciones son lineales. El término programación no significa “programación en computadora”; más bien denota “programar” o “fijar una agenda” (Chapra & Canale, 2012).

El problema básico de la programación lineal consiste en dos partes principales: la función objetivo y un conjunto de restricciones. En un problema de maximización, la función objetivo, por lo general se expresa como en la ecuación 8:

$$\text{Maximizar: } Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \quad (8)$$

donde c_j = a la contribución de cada unidad de la j-ésima actividad, y x_j = magnitud de la j-ésima actividad. Así el valor de la función objetivo Z, es la contribución total debida al número total de actividades, n.

Las restricciones se representan, en forma general, como

$$a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{in}x_n \leq b_i \quad (9)$$

donde a_{ij} = cantidad del i -ésimo recurso que se consume por cada unidad de la j -ésima actividad, y b_i = cantidad del i -ésimo recurso que está disponible. Es decir, los recursos limitados. El segundo tipo general de restricción especifica que todas las actividades deben tener un valor positivo:

$$x_i \geq 0 \quad (10)$$

Puesto que se representa la noción realista de que, en algunos problemas, la actividad negativa es físicamente imposible, por ejemplo, no se pueden producir bienes negativos.

Ejemplo

En una fábrica de joyería producen anillos sencillos que tienen 5 gramos de oro y 10 gramos de plata, y los vende cada uno a 250 dólares mientras que los anillos adornados llevan 10 gramos de oro y 5 gramos de plata y los vende cada uno a 500 dólares, si se dispone en los talleres de 1.5 kg de cada metal entonces ¿Cuántos anillos de cada tipo debe de fabricar para obtener la máxima ganancia?

Tabla 1 Datos del ejercicio de programación lineal

VARIABLES	ANILLOS	ORO	PLATA	GANANCIAS
x_1	Sencillos	5	10	250
x_2	Adornados	10	5	500
Recursos		1500	1500	

Nota: La tabla muestra las características de los tipos de anillos que se describen en el ejemplo.

Desarrollo una formulación de programación lineal para maximizar las ganancias con base a la tabla 1.

$$\text{Ganancia total} = 250x_1 + 150x_2$$

$$\text{Maximizar } Z = 250x_1 + 150x_2$$

Las restricciones son las siguientes tomando en cuenta que no se puede exceder de los 1500 gramos por metal.

$$\text{Total, de anillo sencillo} = 5x_1 + 10x_2 \leq 1500$$

Las restricciones restantes se desarrollarán de forma similar: la formulación completa resultante de PL está dada por:

$$\text{Maximizar } Z = 250x_1 + 150x_2$$

sujeta a las siguientes restricciones

$$5x_1 + 10x_2 \leq 1500$$

$$10x_1 + 5x_2 \leq 1500$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

Solución grafica

Primero, se traza las restricciones sobre el espacio solución, así como en la figura 2, los valores posibles de x_1 y x_2 que obedecen dicha restricción se hallan por debajo de esas líneas y observa como estas encierran una región donde todas se satisfacen. Este es el espacio solución factible siendo esto el área ABCD en la gráfica.

Figura 2 Solución grafica



Nota: Elaborado por la aplicación GeoGebra

En la figura 2 se determina los valores óptimos y al sustituir en la función objetivo y en las inecuaciones respectivas encontramos el valor óptimo para generar ganancias.

Valor B:

$$x_1 = 100$$

$$x_2 = 100$$

Se reemplaza en la función objetivo los valores

$$\text{Maximizar } Z = 250x_1 + 150x_2$$

$$Z = 250(100) + 150(100)$$

$$Z = 40000$$

El valor máximo de la función objetivo es de 40000, en este punto x_1 y x_2 son 100, donde se indica que se deben de realizar 100 anillos sencillo y 100 anillos adornados para obtener las máximas ganancias.

2.3.5 Simulaciones

La Simulación es un término ampliamente utilizado en referencia a modelos informáticos que representan sistemas físicos (productos o procesos). Proporciona una representación simplificada que captura características operativas importantes de un sistema real (PMC México, 2022).

Las Unidades Educativas Comunitarios Interculturales Bilingües adoptan el curricular general de matemática del ministerio de educación para el proceso de enseñanza y aprendizaje en Bachillerato General Unificado, en el bloque de geometría y medida se presentan aplicaciones de programación lineal (conjunto de soluciones factibles, puntos extremos, solución óptima): un modelo simple de línea de producción, un modelo en la industria química y un problema de transporte simplificado (Ministerio de Educación, 2019)

Para entender programación lineal se dicta clases previas de los fundamentos de programación siendo estos:

- Ecuaciones
- Inecuaciones
- Sistema de ecuaciones
- Sistema de inecuaciones
- Graficas de función lineal
- Grafica de inecuaciones
- Soluciones enteras positivas

2.3.6 GNU Octave

El proyecto GNU es un proyecto colaborativo de software libre con el objetivo de crear un sistema operativo completamente libre: el sistema GNU.

GNU Octave es un lenguaje de alto nivel, destinado principalmente a cálculos numéricos. Este lenguaje proporciona capacidades para la resolución numérica de problemas lineales y no lineales, y para realizar otras pruebas numéricas. También proporciona capacidades gráficas extensas para la visualización y manipulación de datos.

Octave se utiliza normalmente a través de su interfaz de línea de comandos interactiva, pero también se puede utilizar para escribir programas no interactivos. El lenguaje de programación Octave es bastante similar a Matlab, por lo que la mayoría de los programas son reutilizables en este lenguaje (López & Marín, 2016)

2.3.7 Octave en el aprendizaje de Programación Lineal

El uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación ha acercado a las personas que en tiempo real puedan obtener información mejorando así el proceso de enseñanza y aprendizaje. Estos deben de ser utilizadas como un recurso de apoyo en las

materias es por ello que el uso no debe de ser paralelo a la enseñanza sino debe de estar incorporada a esta.

Es por ello se propone usar paulatinamente OCTAVE en las actividades de enseñanza – aprendizaje de PL desde el trazado de puntos, rectas, intersecciones, grafico de inecuaciones y de sistema de inecuaciones hasta lograr que los estudiantes puedan desarrollar ejercicios y problemas contextualizados en el tema. Octave es gratuito y compartir los códigos son fáciles de entender para ello hemos usado las computadoras de la unidad educativa.

La programación lineal es una técnica matemática que se utiliza para optimizar el rendimiento o la eficiencia de un sistema. Esta técnica es ampliamente utilizada en el mundo empresarial para resolver problemas de planificación, asignación de recursos y toma de decisiones. En un problema de programación lineal, se busca encontrar el valor máximo o mínimo de una función objetivo, como por ejemplo maximizar las ganancias de una empresa o minimizar los costos de producción de un producto. La función objetivo se encuentra sujeta a restricciones que deben cumplirse, como por ejemplo el presupuesto disponible para la empresa o la cantidad de recursos disponibles para la producción del producto (Ortega, 2024).

El conjunto solución de un sistema de desigualdades lineales en dos variables son todos los pares ordenados (x,y) que satisfacen todas las desigualdades del sistema simultáneamente. La región factible de un problema de programación lineal de dos variables es el conjunto de puntos de coordenadas (x,y) que cumplen con todas las restricciones del problema. Es decir, es el conjunto solución del sistema de desigualdades a la cuales está sujeto el problema de programación lineal.

2.3.7.1 Procedimiento para resolver problemas de programación lineal

Se usará los siguientes pasos:

- a. Determinar las variables de decisión.
- b. Elaborar una tabla donde se detalle los datos del problema.
- c. Determinar la función objetivo.
- d. Determinar las restricciones.
- e. Determinar la región factible.
- f. Determinamos los vértices de la región factible.
- g. Evaluamos los vértices en la función factible.
- h. Hallamos el máximo o mínimo del problema.

Es importante señalar que las respuestas pueden tener una única solución, infinitas soluciones o no tenerlas.

A continuación, se muestra un ejemplo de programación lineal utilizando simulación en el Programa Octave:

Una sastrería ubicada en la ciudad de Cayambe invierte 2 horas en cortar tela y 4 horas en coserlos para hacer vestidos deportivos, pero para la confección de vestidos de fiesta invierte 4 horas en el corte y 2 horas en el cosido de estas prendas. En un día de trabajo esta sastrería solo puede disponer a lo máximo de 20 horas para el corte y a lo máximo 16 horas para el cosido. Si las ganancias por un vestido deportivo son de 34 dólares, y por uno de fiesta son de 31 dólares. Maximice las ganancias.

- a. Definimos variables

$$\begin{cases} x: \text{cantidad de vestidos deportivos} \\ y: \text{cantidad de vestidos de fiesta} \end{cases}$$

b. Elaborar una tabla donde se detalle los datos del problema.

Tabla 2 Datos del ejercicio de programación lineal

VARIABLES	ARTÍCULOS	CORTAR	COSER	GANANCIAS
x	Vestidos deportivos	2	4	34
y	Vestidos de fiesta	4	2	31
Tiempo disponible		20	16	

Nota: La tabla muestra los componentes de los tipos de anillos que se describen en el ejemplo.

c. A partir de la tabla 2 determinar la función objetivo.

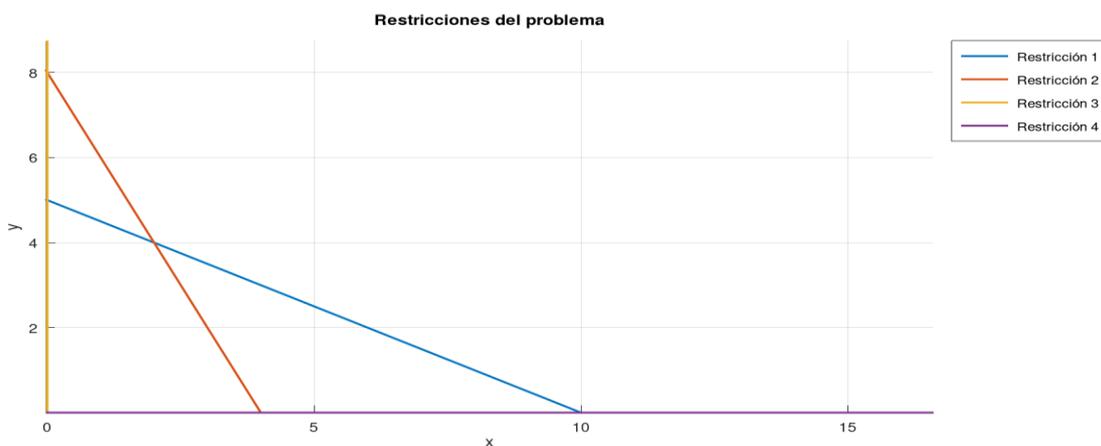
$$F(x, y) = 34x + 31y$$

d. Determinar las restricciones.

$$\begin{cases} 2x + 4y \leq 20 \\ 4x + 2y \leq 16 \\ x \geq 0 \\ y \geq 0 \end{cases}$$

e. Determinar la región factible.

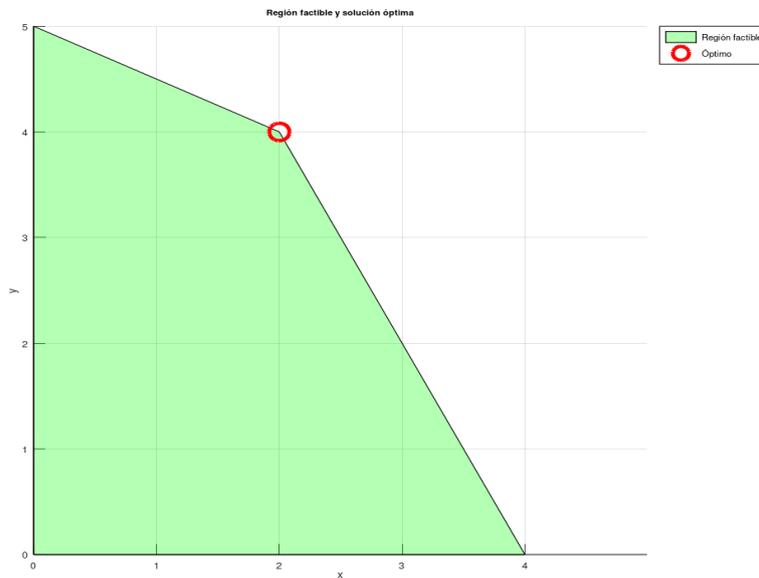
Figura 3 Representación gráfica de las restricciones



Nota: Elaborado a partir del programa Octave

f. Determinamos los vértices de la región factible.

Figura 4 Región factible y valor óptimo del problema de programación lineal



Puntos factibles:

```
0 0
0 5
2 4
4 0
```

g. Evaluamos los vértices en la función factible.

Figura 5: Valores de Z en cada punto del problema de Programación Lineal

Valor de Z en cada punto:

```
0
155
192
136
```

h. Hallamos el máximo del problema.

Punto óptimo: (x=2.00, y=4.00) con z=192.00

Al utilizar la simulación en Octave permite resolver un ejercicio en el menor tiempo posible esto se da porque existe una simulación donde se ingresa cada una de las restricciones del problema de PL y en un par de segundos la simulación demuestra los

resultandos incluyendo la gráfica. Los resultados al aplicar este método de resolución de ejercicios en comparación con los métodos tradicionales son más exactos porque utiliza valores exactos lo que no ocurre con el método tradicional por lo que se digita dos o tres decimales para hallar la solución además la gráfica en el simulador nos ayuda a notar de manera rápida la solución lo que tardaríamos al realizar por el método tradicional optada en la Unidad Educativa.

Capítulo 3

Diseño Metodológico

3.1 Enfoque de la Investigación

La investigación tiene un enfoque cuantitativo porque se va a obtener datos medibles, con los cuales se busca explicar el nivel de motivación del grupo en estudio. Además, se emplea técnicas estadísticas como el t-student para realizar las comparaciones de las medias y obtener conclusiones basados en los datos y realizar recomendaciones para la utilización de simuladores.

3.2 Diseño de la Investigación

El diseño será preexperimental debido a que se trabajará con un solo grupo de la UECIB “Manuel Aguilar” tomando datos sobre el nivel de motivación antes y después del uso del simulador. A continuación, se muestra una tabla donde se detalla cómo se abordó la investigación.

Tabla 3 *Diseño de la investigación*

Grupo	Asignación	Secuencia de registro		
		Pretest	Tratamiento	Postest
Estudiantes de primero de bachillerato	NA	O_1 Motivación para el aprendizaje de programación lineal	x Clases utilizando la simulación Octave.	O_2 Motivación para el aprendizaje de programación lineal

Nota: Elaborado a partir de Metodología de la investigación (Hernández Sampieri, 2014)

Se realizaron ocho sesiones de 45 minutos, las dos primeras sesiones se dieron clases de aspectos preliminares de programación lineal, las dos siguientes secciones se explicó las definiciones, características y proceso de programación lineal, finalmente las dos últimas

secciones se utilizó la simulación en Octave para observar las restricciones, la región factible y el valor óptimo si deseamos maximizar o minimizar.

3.3 Tipo de Investigación

3.3.1 Investigación aplicada.

En esta investigación se pretende aplicar una simulación creada por Octave para la enseñanza y aprendizaje de programación lineal en bachillerato para lograr evidenciar si influye o no en la motivación del aprendizaje en la matemática.

3.3.2 Investigación explicativa

En la investigación se desea explicar cómo la simulación computacional influirá en la motivación del aprendizaje de fundamentos de programación lineal en los estudiantes de primero de bachillerato.

3.3.3 Longitudinal

La investigación será longitudinal porque se hará un seguimiento a los estudiantes en un determinado tiempo, en el periodo académico 2024 – 2025, donde se aplicó la simulación en Octave para evidenciar el nivel de motivación en el aprendizaje de fundamentos de programación lineal.

3.4 Nivel de Investigación

3.4.1 Investigación descriptiva

Se desea describir los métodos de aprendizaje, conceptos fundamentales de programación lineal, tipos de motivación y la simulación computacional en Octave. La investigación descriptiva busca proporcionar una imagen clara y precisa de cómo se presenta variables estudiadas sin establecer relaciones de causa y efecto (Hernández Sampieri, 2014).

3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

El instrumento utilizado fue el cuestionario donde se midió el nivel de motivación a partir de un test de 20 ítems, siendo 13 ítems de motivación intrínseca y 7 ítems de motivación extrínseca, este test fue tomado de Diaz Dumont et al. (2023) los autores manifiestan que la escala permite medir la motivación hacia la matemática y siendo esta un fenómeno abstracto (variable abstracta), establece dos factores (variables empíricas) que facilitan su medición; sustentada en la motivación intrínseca y la motivación extrínseca.

La escala tipo Likert permite medir el grado de acuerdo con afirmaciones es por ello que en el cuestionario se utiliza la escala para medir la intensidad de la respuesta del encuestado, considerando las siguientes escalas:

Tabla 4 Escalas del test de motivación

Escala	Puntaje
Nunca	1
Muy pocas veces	2
Algunas veces	3
Casi siempre	4
Siempre	5

Nota: Tomado de Diaz Dumont et al., (2023)

A partir de la escala anterior los niveles y rangos del test de motivación se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 5 Niveles de motivación

Nivel	Rango
Alta	76 - 100
Media	48 – 75
Baja	20 – 47

Nota: Tomado de Diaz Dumont et al., (2023)

Para determinar el grado de confiabilidad del instrumento de medición del tema de investigación que se está trato se usó el Coeficiente Alfa de Cronbach.

Tabla 6 Nivel de confiabilidad

Nivel	Rango
Elevado	0,80 a 1
Aceptable	0,60 a 0,79
Moderado	0,40 a 0,59
Baja	0,20 a 0,39
Muy baja	0 a 0,19

Para que un instrumento de medición de un indicador o variable tenga una confiabilidad ACEPTABLE el coeficiente Alfa de Cronbach debe ser mayor que 0.60 y ELEVADA el coeficiente Alfa de Cronbach debe ser mayor que 0.80.

Tabla 7 Calculo del alfa de Cronbach

Dimensiones	Ítems	Coeficiente Alfa de Cronbach: α
A. Motivación intrínseca	13	0.893
B. Motivación extrínseca	7	0.890
Total de ítems	20	0.851

Nota: Tomado de Diaz Dumont et al., (2023)

Observamos que en la Tabla 7 se puede apreciar que los coeficientes Alfa de Cronbach correspondientes a cada una de las dimensiones de la variable EMMA son superiores a 0.80. Además, tomando en cuenta todos los ítems, el coeficiente α es mayor a 0.80, por lo cual concluimos que la confiabilidad del instrumento de medición es Elevada.

Este test fue aplicada a los estudiantes de Primero de Bachillerato General Unificado antes y después de la aplicación del simulador en Octave, con la finalidad de medir si existe

un cambio en el grupo debido a la utilización de la simulación como recurso didáctico en el aprendizaje de programación lineal.

Además, como apoyo se realizó un cuestionario de 10 preguntas sobre programación lineal el mismo que se enfocó en el desarrollo de la destreza adquirida por los estudiantes acerca de la programación lineal.

El cuestionario fue realizado por el investigador siendo validado por dos expertos, un docente de la unidad educativa en estudio y otro docente de una unidad educativa rural. El cuestionario se divide en dos partes, la primera parte en preguntas preliminares para el estudio de programación lineal y lo demás en preguntas sobre el tema en estudio.

3.6 Técnicas para el Procesamiento e Interpretación de Datos

Se utilizó estadística descriptiva para presentar los datos, tablas y gráficos del test de motivación y del cuestionario elaborados luego de realizar las clases con el simulador en hojas de cálculo Excel los mismos que ayudaron a interpretar de manera visible los datos obtenidos.

Además, se utilizó estadística inferencial al aplicar t-student una prueba paramétrica para realizar la prueba de hipótesis siendo este una plataforma en lineal.

3.7 Población y Muestra

3.7.1 Población

En el año 2024 – 2025, la Unidad Educativa Comunitaria Intercultural Bilingüe cuenta con 30 estudiantes en Bachillerato General Unificado, los mismos que se encuentran distribuidos en tres paralelos.

3.7.2 Tamaño de la Muestra

La muestra se constituyó con los estudiantes de Primero de Bachillerato que son 11, debido a que en este nivel se aborda el tema de programación lineal básica.

El número de estudiantes para realizar el trabajo de investigación es pequeño por el contexto donde se encuentra a Unidad Educativa que pertenece a una zona rural de Cayambe, y se observó la baja potencia estadística que se derivado de la muestra.

3.8 Hipótesis

H_1 : El uso de simulaciones para el aprendizaje de programación lineal mejora el nivel de motivación en el aprendizaje de matemáticas en los estudiantes de primero de bachillerato de la unidad educativa intercultural bilingüe “Manuel Aguilar” en el año lectivo 2024 – 2025.

$$H_1: \mu_1 > \mu_2$$

H_0 : El uso de simulaciones para el aprendizaje de programación lineal no mejora el nivel de motivación por el aprendizaje de matemáticas en los estudiantes de primero de bachillerato de la unidad educativa intercultural bilingüe “Manuel Aguilar” en el año lectivo 2024 – 2025.

$$H_1: \mu_1 = \mu_2$$

Capítulo 4

Análisis y Discusión de los Resultados

4.1 Análisis Descriptivo de los Resultado

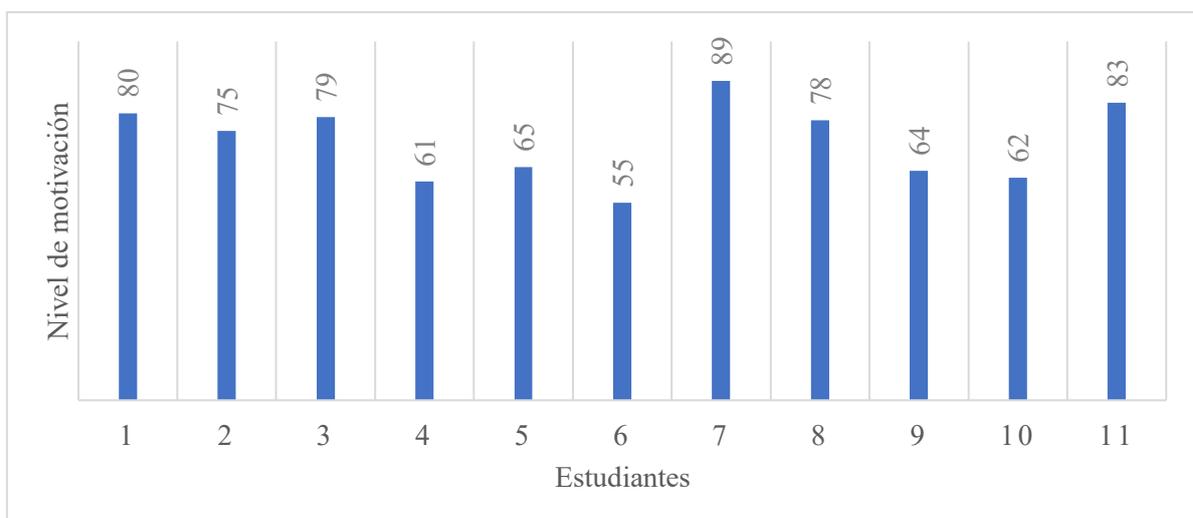
4.1.1 Test de motivación en el área de matemáticas antes de utilizar el simulador.

Tabla 8 Test de motivación antes de la aplicación de la simulación

PRETEST	Motivación Intrínseca													Motivación Extrínseca						Nivel de motivación		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		20	
Estudiantes	1	5	3	5	3	4	2	1	3	5	5	5	4	3	4	5	4	5	5	5	4	80
	2	4	3	4	5	2	1	2	1	5	5	5	2	5	5	5	2	5	5	5	4	75
	3	5	3	5	3	2	3	1	1	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4	4	79
	4	2	3	4	2	4	2	1	2	3	4	2	2	4	3	2	5	5	5	4	2	61
	5	4	3	4	1	2	1	3	4	3	3	5	3	2	4	3	5	2	4	5	4	65
	6	3	2	4	2	2	2	1	3	4	4	3	3	2	2	3	4	4	3	2	2	55
	7	5	2	5	5	4	4	5	3	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4	89
	8	4	4	5	2	3	4	2	2	5	5	5	5	5	4	5	3	5	4	4	2	78
	9	4	2	5	2	1	3	2	1	5	4	5	4	3	5	4	3	2	4	3	2	64
	10	5	2	3	2	4	3	2	1	3	3	3	2	3	3	3	4	5	4	4	3	62
	11	5	4	4	5	3	2	5	2	5	5	5	5	5	4	5	2	5	5	4	3	83

Nota: Datos de la prueba ENMA donde se evidencia niveles de motivación de entre 48 – 75 siendo estos estudiantes que tienen una motivación media y niveles de motivación de 76 – 100 lo que significa una motivación alta.

Figura 6 Test de motivación antes de aplicar la simulación



Nota: Datos de la prueba ENMA

Análisis: Conforme a lo expuesto en la tabla 2, es posible evidenciar que más de la mitad de los estudiantes tienen un nivel de motivación entre media y alta siendo un resultado del test antes de la aplicación del simulador para el aprendizaje de programación lineal.

Interpretación: Los resultados obtenidos del grupo en estudio, demuestran que los estudiantes tienen un interés personal interno que siente para realizar sus actividades, además existe factores internos que intervienen para alcanzar los objetivos de enseñanza y aprendizaje en la asignatura de matemáticas.

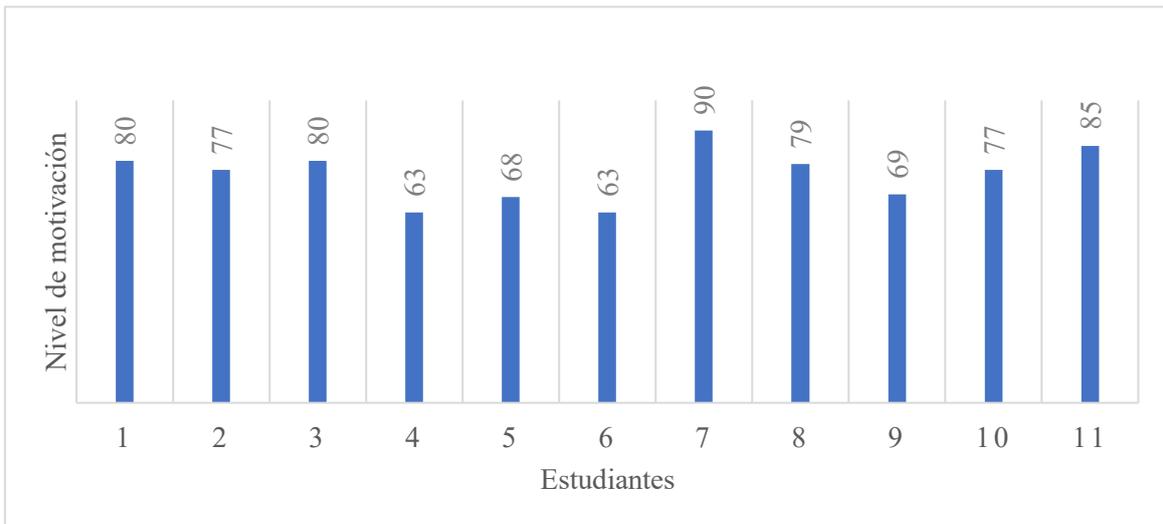
4.1.2 Test de motivación después de utilizar el simulador

Tabla 9 Test de motivación después de la aplicación de la simulación

POSTEST	Motivación Intrínseca													Motivación Extrínseca						Nivel de motivación		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		20	
Estudiantes	1	5	3	5	2	3	1	1	2	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	80	
	2	4	3	4	3	4	2	3	3	4	4	4	3	4	4	5	5	4	4	5	5	77
	3	5	3	5	3	2	2	3	4	4	5	5	4	3	5	5	5	5	5	4	3	80
	4	2	3	4	1	1	1	1	3	5	4	4	3	4	3	2	5	5	5	4	3	63
	5	4	4	4	4	3	1	3	3	5	3	5	3	2	2	2	5	3	4	5	3	68
	6	4	3	4	2	2	1	2	1	3	5	5	4	4	4	3	1	3	4	4	4	63
	7	5	3	5	5	4	3	4	3	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	90
	8	5	5	4	1	3	4	2	2	5	5	5	5	5	2	5	2	5	5	4	5	79
	9	4	3	4	4	4	1	4	1	3	5	5	4	4	4	3	1	3	4	4	4	69
	10	4	3	4	3	4	2	3	3	4	4	4	3	4	4	5	5	4	4	5	5	77
	11	5	4	5	5	4	2	5	2	5	5	5	5	3	4	5	3	5	5	4	4	85

Nota: donde se evidencia niveles de motivación de entre 48 – 75 siendo estos estudiantes que tienen una motivación media y niveles de motivación de 76 – 100 lo que significa una motivación alta.

Figura 7 Test de motivación después de aplicar la simulación



Nota: Fuente test de motivación

Análisis: Conforme a lo expuesto en la tabla 4, es posible evidenciar que más del 75% de los estudiantes tienen un nivel de motivación entre media y alta siendo esto muy importante para el proceso de enseñanza y aprendizaje

Interpretación: Los resultados obtenidos después de la aplicación de la simulación de programación lineal la mayoría de los estudiantes tienen una motivación autónoma lo que constituye una pieza clave para el logro de los dominios en el área de matemáticas.

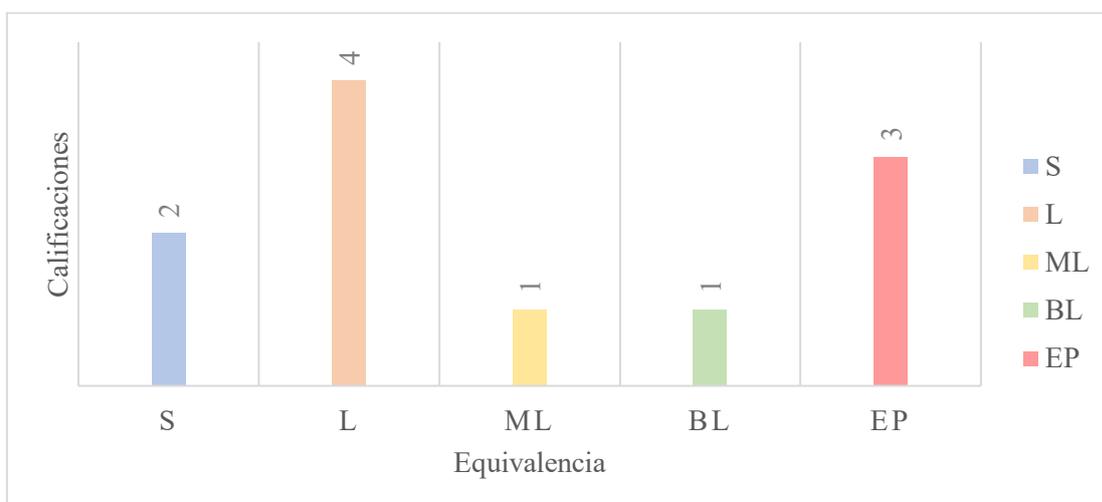
4.1.3 Prueba objetiva realizada a los estudiantes después de impartir la clase

Tabla 10 Prueba Objetiva después de la aplicación de la simulación

Equivalencia cuantitativa	Equivalencia cuantitativa	Frecuencia	Porcentaje
Superado (S)	9.5 - 10	2	18.18%
Logrado (L)	8.50 - 9.49	4	36.36%
Medianamente Logrado (ML)	7.5 - 8.49	1	9.09%
Básicamente Logrado (BL)	6.50 -7.49	1	9.09%
En proceso (EP)	1 - 6.49	3	27.28%
Total		11	100%

Nota: Fuente test de motivación

Figura 8 Test de motivación después de la aplicación de la simulación



Nota: Fuente del cuestionario después de aplicar la simulación de programación lineal

Análisis: Conforme a lo expuesto en la tabla 5, es posible evidenciar que 7 estudiantes que corresponde al 40.63% han logrado alcanzar los dominios requeridos del tema estudiando en esta investigación.

Interpretación: Los resultados obtenidos muestran que cada uno de los estudiantes tienen su forma de aprender por lo tanto se encuentran distribuidos desde logran alcanzar los dominios a en proceso de alcanzar los dominios teniendo en cuenta que su motivación no es baja.

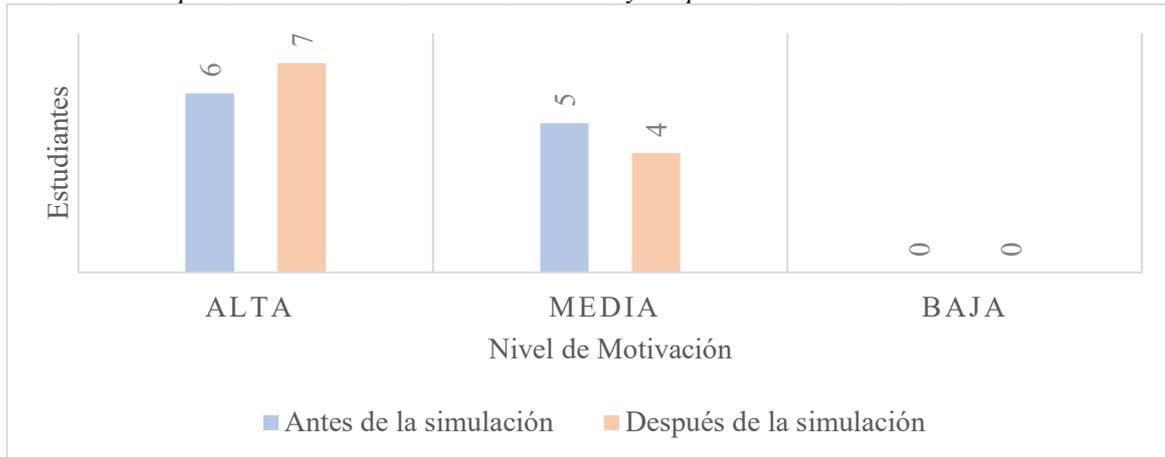
4.1.4 Comparación del test de motivación antes y después de haber aplicado la simulación

Tabla 11 Nivel de motivación del antes y después de la simulación

Nivel de motivación	Antes de la simulación	Porcentaje	Después de la simulación	Porcentaje
Alta	6	54.55%	7	63.64%
Media	5	45.45%	4	36.36%
Baja	0	0.00%	0	0.00%
Total	11	100.00%	11	100.00%

Nota: Fuente test de motivación

Tabla 12 Comparación del test de motivación antes y después de la simulación



Nota: Fuente test de motivación

Análisis: Conforme a lo expuesto en la tabla 6, es posible evidenciar que los estudiantes en el nivel de motivación existen una pequeña diferencia, antes de aplicar la simulación existía 5 estudiantes que corresponde al 54.55% que tuvieron un nivel de motivación media y después de aplicar la simulación existió 4 estudiantes que corresponde al 36.36% que tuvieron un nivel de motivación media.

Interpretación: Los resultados obtenidos demuestran que existe una muy pequeña diferencia entre el cambio de motivación antes y después de la aplicación de la simulación para el aprendizaje de programación lineal siendo esto un resultado adecuado para la investigación.

4.1.5 Tamaño de efecto con el estadístico *D* de Cohen

D de Cohen La *d* de Cohen es un tamaño de efecto apropiado para la comparación entre dos medias. Se usa típicamente para representar la magnitud de las diferencias entre dos (o más) grupos en una variable determinada, donde los valores más grandes representan una mayor diferenciación entre los dos grupos en esa variable.

Tabla 13 *Calculo del tamaño de efecto de la variable motivación*

	Grupo 1	Grupo 2
Significar	71.9091	75.5455
Desviación estándar	10,91288	8,76771
Tamaño del efecto d_{Cohen}	0.367	
Tamaño del efecto $Vidrio' \Delta$	0.415	
Tamaño del efecto de lenguaje común <i>CLES</i>	0.602	

Nota: Realizado en Psychometrica

En la tabla 13 se muestra el tamaño del efecto siendo este de 0.367 y se encuentra entre 0.2 y 0.5. Se considera que esta diferencia es no estadísticamente significativa.

4.2 Prueba de Hipótesis

4.2.1 Prueba de normalidad

Para determinar si existe una diferencia en la motivación entre las medias del antes y después de aplicar la simulación se aplicó el estadístico t-student, pero antes de aplicar fue necesario demostrar que los datos obtenidos se distribuyen normalmente. Por lo cual, al nivel de motivación de los estudiantes se sometió a la prueba de normalidad.

En el apéndice se muestra la prueba de normalidad utilizando el estadístico Shapiro-Wilk ya que los datos son menos de 30, al tener un p valor es de 0.5368 mayor a 0,05 se puede manifestar que no existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula, siendo esta que los datos se asemejan a una distribución normal.

En el apéndice se muestra la prueba de normalidad utilizando el estadístico Shapiro-Wilk ya que los datos son menores de 30, al tener un p valor es de 0.5043 mayor a 0,05 se puede manifestar que no existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula, siendo esta que los datos se asemejan a una distribución normal.

A partir del estadístico Shapiro-Wilk, se puede manifestar que los datos se ajustan a una distribución normal, por ende, es posible aplicar t-student en los datos obtenidos del nivel de motivación.

4.2.2. *Proceso de prueba de hipótesis*

4.2.2.1 Planteamiento de las hipótesis

H_1 : El uso de simulaciones para el aprendizaje de programación lineal mejora el nivel de motivación en el aprendizaje de matemáticas de los estudiantes de primero de bachillerato de la unidad educativa intercultural bilingüe “Manuel Aguilar” en el año lectivo 2024 – 2025.

$$H_1: \mu_D > \mu_A$$

H_0 : El uso de simulaciones para el aprendizaje de programación lineal no mejora el nivel de motivación en el aprendizaje de matemáticas de los estudiantes de primero de bachillerato de la unidad educativa intercultural bilingüe “Manuel Aguilar” en el año lectivo 2024 – 2025.

$$H_0: \mu_D = \mu_A$$

4.2.2.2 Nivel de significancia $\alpha=0,05$

4.2.2.3 Criterio

Se uso el software SPSS donde se rechaza la H_0 si $p\text{-valor} < 0,05$

4.2.2.4 Cálculos

Se realizó la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, por tener menos de 50 datos, y se comprobó que los datos se distribuyen normalmente.

Por tal motivo se usa la prueba t para media emparejadas, obteniendo los siguientes resultados:

Figura 9 *Calculo de la media y la desviación estándar*

Prueba T

[ConjuntoDatos0]

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	mot_antes	71,9091	11	10,91288	3,29036
	mot_despues	75,5455	11	8,76771	2,64356

Nota: Captura de pantalla de software SPSS

Figura 10 *Prueba t-student*

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	mot_antes - mot_despues	-3,63636	4,38800	1,32303	-6,58426	-,68847	-2,749	10	,021

Nota: Captura de pantalla de software SPSS

4.2.2.5 Decisión

En la figura 13 se muestra el $p - valor = 0,021 < 0,05$, se rechaza la hipótesis nula y por lo tanto se concluye que el uso de simulaciones para el aprendizaje de programación lineal mejora el nivel de motivación en el aprendizaje de matemáticas de los estudiantes de primero de bachillerato de la unidad educativa intercultural bilingüe “Manuel Aguilar” en el año lectivo 2024 – 2025.

Con todo lo mencionado anteriormente se puede manifestar que existe una diferencia de motivación al no usar simuladores en las clases de matemática y al usar simuladores para explicar el tema de programación lineal de forma gráfica.

Capítulo 5

Marco Propositivo

5.1 Propuesta

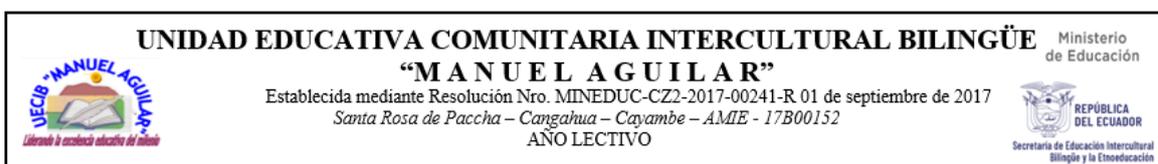
A partir de los resultados obtenidos, se puede identificar que el aprendizaje de los estudiantes se ve estimulado por la aplicación de nuevas tecnologías en proceso de enseñanza y aprendizaje, es por ello que al elaborar simulaciones en Octave, siendo este un programa gratuito y libre que los docentes pueden utilizar, además se puede considerar como un elemento básico para cálculos matemáticos y por no programas en Octave.

Estas simulaciones fueron realizadas con ayuda de Inteligencia Artificial donde se muestra cada uno de los pasos a seguir para resolver un problema de programación lineal como son las restricciones, la función objetivo, los vértices de las posibles soluciones, la región factible y si se desea maximizar o minimizar lo que nos piden en el problema, siendo estas simulaciones aplicables en primero de bachillerato, de más sirve como base para la generaciones de nuevos simuladores según los requerimientos del problema a resolver.

Las simulaciones en el área de las matemáticas permiten a que los estudiantes tengan una visión del mundo abstracto y permite visualizar muchas posibilidades y cambios y no se puedan llevar a cabo en la práctica del diario vivir. Es por ello, que en la Unidad Comunitaria Educativa Intercultural Bilingüe “Manuel Aguilar” se realizó una propuesta para su implementación en los futuros años lectivos.

Además, se utiliza el programa Octave para realizar las simulaciones por que se desea introducir una experiencia inicial con programa de nivel universitario y ayudar a que los estudiantes tengan conocimientos básicos de lenguajes de programación ya que hoy en día están en auge, además de ser un programa libre y muy utilizados en niveles académico-superiores y en el mundo laboral.

Finalmente es necesario de capacitar a los docentes de todos los niveles de bachillerato en diversos softwares, programas y lenguajes de programación más utilizados a nivel nacional e internacional a partir de las capacitaciones los docentes serán capaces de aplicar los conocimientos teóricos de matemáticas de diversas maneras.



PROPUESTA DE UTILIZACIÓN DE OCTAVE PARA ENSEÑAR PROGRAMACIÓN LINEAL

1. DATOS INFORMATIVOS

- 1.1. Área: Matemáticas
- 1.2. Responsable: Maria Guallán
- 1.3. Lugar/Fecha: Cangahua 28 de enero de 2025

2. DESCRIPCIÓN

2.1. Nombre

Programación lineal en Octave

2.2. Antecedentes y justificación

La matemática es una ciencia abstracta donde se utiliza el razonamiento lógico para resolver cada uno de los problemas, siendo una herramienta fundamental los diagramas, figuras o esquemas para representar el problema matemático es por eso por lo que en esta propuesta se desea exponer de manera grafica problemas de programación lineal usando Octave para los estudiantes y docentes de bachillerato de la Unidad Educativa Comunitaria Intercultural Bilingüe Manuel Aguilar.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Incorporar el uso de simulaciones en Octave en el aprendizaje de programación lineal

3.2 Objetivos específicos

- Utilizar Octave para generar una simulación sobre programación lineal
- Ejemplificar una actividad de aprendizaje incorporando Octave para el tema de programación lineal de primer año de bachillerato

4. ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE: Usando Octave para programación lineal

Esta actividad se recomienda para primer año de Bachillerato, en el bloque de geometría y medida.

Al finalizar la sesión de clase el estudiante:

- Desarrolla problemas sobre programación lineal
- Determina el sistema de desigualdades
- Determina la función objetivo
- Grafica el sistema de desigualdades
- Determina la región factible
- Determina los vértices de la región factible
- Optimiza la función objetivo
- Interpreta la Respuesta

4.1 Duración: se estima que la actividad se realice en ocho sesiones de 45 minutos que se describe en la tabla a continuación:

Tabla 14 Descripción de las sesiones

SESIONES	TEMA	SUBTEMAS
1	Fundamentos de programación lineal	- Ecuaciones
2		- Inecuaciones
3	Fundamentos de programación lineal	- Sistema de ecuaciones
4		- Sistema de inecuaciones
5	Programación lineal	- Graficas de función lineal - Grafica de inecuaciones - Soluciones enteras positivas
6	Proceso para hallar el mínimo o el máximo de un problema de programación lineal.	- Definición - Características - Región factible - Tipos de soluciones
7	Resoluciones de ejercicios de programación lineal.	- Determinar las variables de decisión.
8		- Elaborar una tabla donde se detalle los datos del problema.
		- Determinar la función objetivo.
		- Determinar las restricciones.
		- Determinar la región factible.
		- Determinamos los vértices de la región factible.
		- Evaluamos los vértices en la función factible.
		- Hallamos el máximo o mínimo del problema.
		Sin la ayuda de la simulación y con la ayuda de la simulación en Octave

Nota: Elaboración Propia

4.2 Forma de trabajo: Individual o en parejas, según la disponibilidad de equipos

4.3 Materiales y Equipos:

4.3.1 Computadora

Una computadora que tenga internet es suficiente si se desea trabajar en lineal, pero se recomienda instalar para tener más funciones disponibles.

La instalación de GNU Octave es bastante liviano, por lo que no requiere una computadora de alto rendimiento. Sin embargo, la computadora debe tener mínimas características para instalar y usar Octave con fluidez:

- Sistema operativo: Windows 7/8/10/11 (64 bits).

- Procesador: Intel o AMD de 1 GHz o superior.
- Memoria RAM: Al menos 2 GB.
- Espacio en disco: Unos 2 GB de espacio libre para la instalación y paquetes.
- Resolución de pantalla: 1024x768 o superior.

4.3.2 Hojas de trabajo por parte del docente

En la cual se evidencia algunos conceptos básicos y ejercicios que se va a trabajar en la simulación Octave.

4.3.3 Cuaderno de matemáticas

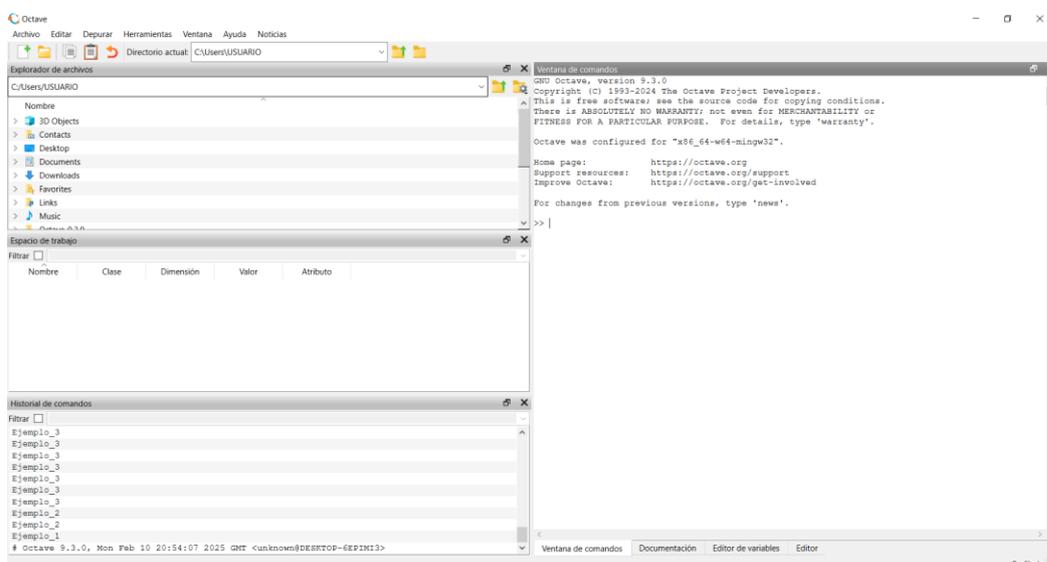
Los estudiantes deben tener el cuaderno donde se debe anotar todo lo relacionado a las clases de programación lineal.

4.4 Prerrequisitos: Conocimiento de gráficas de funciones, ecuaciones e inecuaciones lineales con dos incógnitas, sistemas de inecuaciones lineales con dos incógnitas.

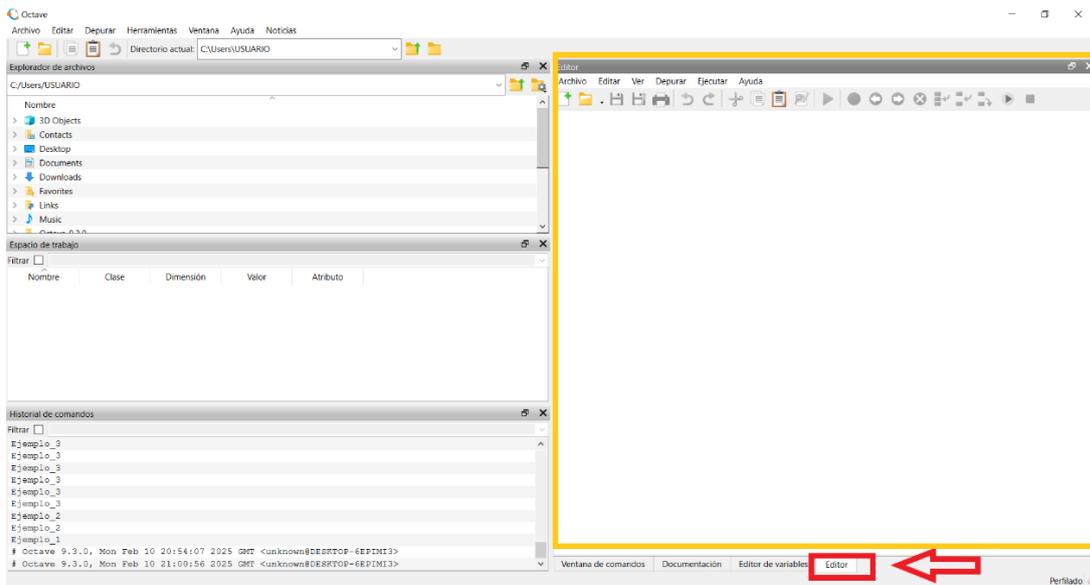
4.5 Actividades iniciales: Entorno de Octave

Para que los estudiantes se familiaricen con el entorno Octave, en forma conjunta con su docente se deben realizar las siguientes actividades:

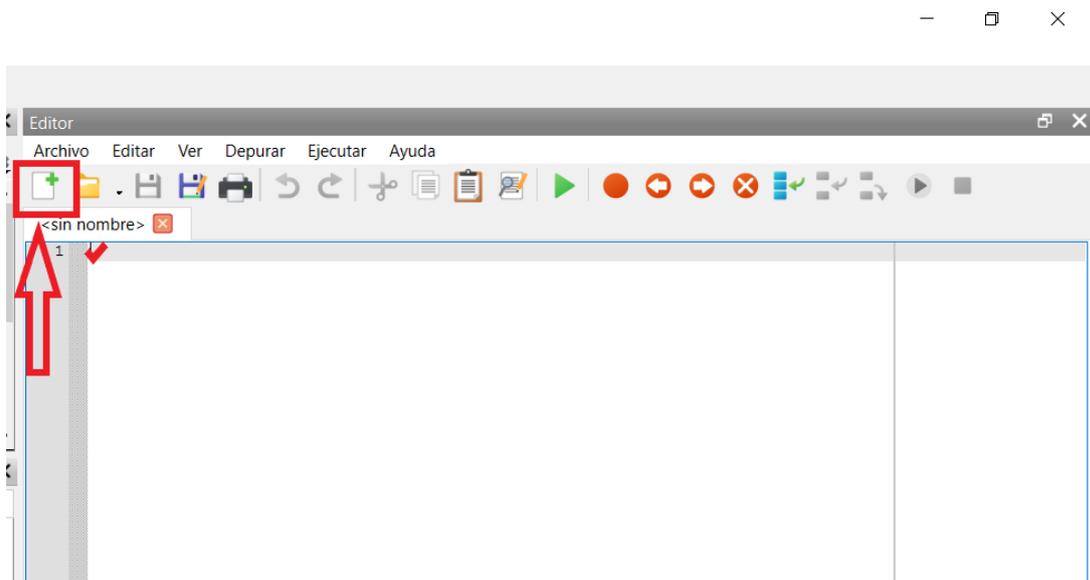
a. Abrir el programa Octave



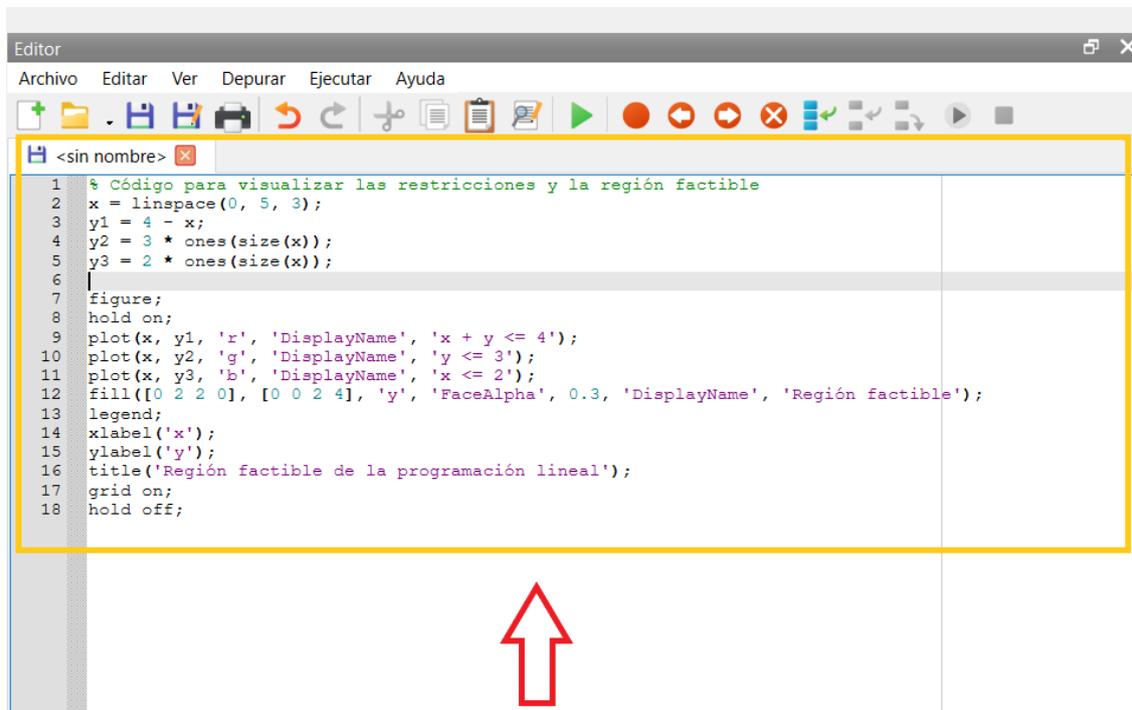
b. Nos dirigimos a la pestaña de **Editor** y hacemos un clic.



c. En la parte superior izquierda de la ventana que se abrió hacemos clic en la hoja blanca con un signo más color verde.

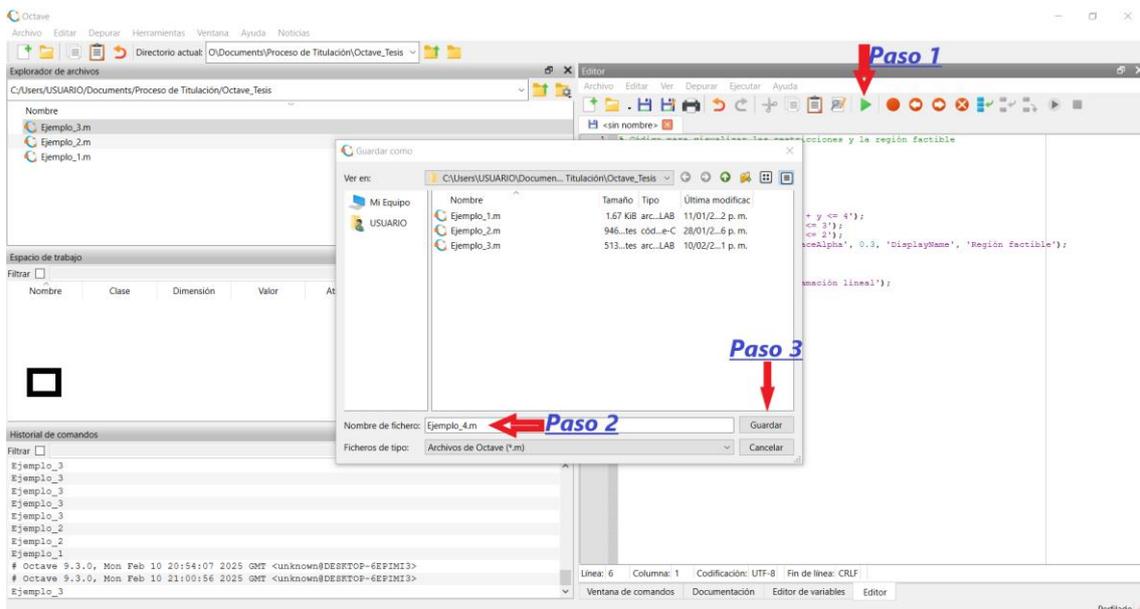


- d. Luego alado del número uno haga un clic y copie las líneas de código que está en el blog de notas con el nombre de Ejercicio 1.



```
1 % Código para visualizar las restricciones y la región factible
2 x = linspace(0, 5, 3);
3 y1 = 4 - x;
4 y2 = 3 * ones(size(x));
5 y3 = 2 * ones(size(x));
6
7 figure;
8 hold on;
9 plot(x, y1, 'r', 'DisplayName', 'x + y <= 4');
10 plot(x, y2, 'g', 'DisplayName', 'y <= 3');
11 plot(x, y3, 'b', 'DisplayName', 'x <= 2');
12 fill([0 2 2 0], [0 0 2 4], 'y', 'FaceAlpha', 0.3, 'DisplayName', 'Región factible');
13 legend;
14 xlabel('x');
15 ylabel('y');
16 title('Región factible de la programación lineal');
17 grid on;
18 hold off;
```

- e. Después hacer un clic en la flecha color verde para ejecutar el código, aparecerá una ventana para guardar el archivo.

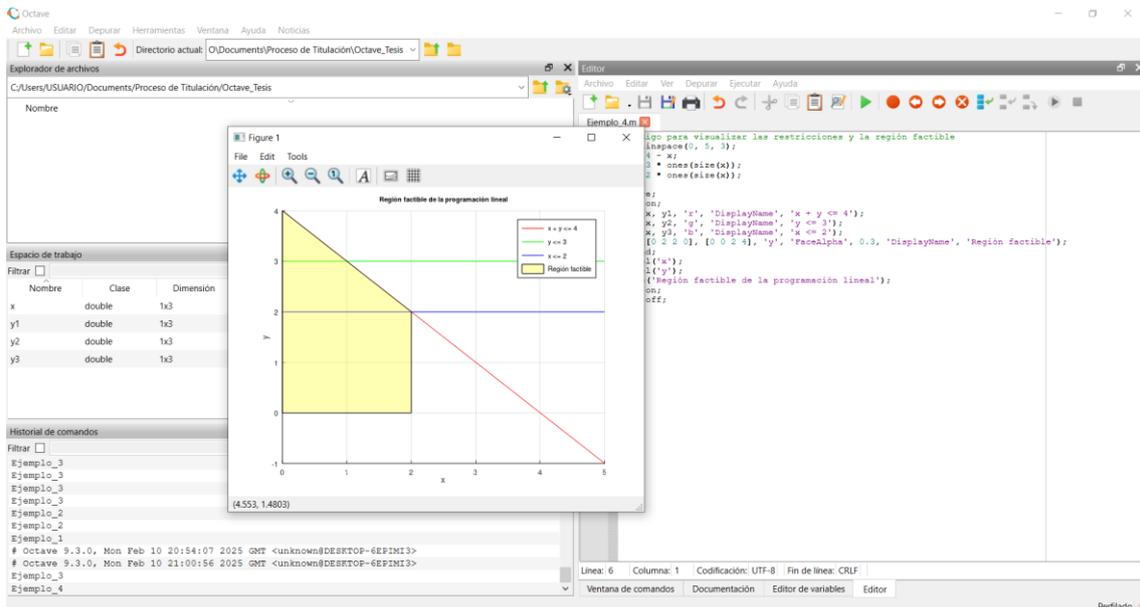


The screenshot shows the Octave interface with the 'Guardar como' dialog box open. The dialog box has a table of files in the current directory:

Nombre	Tamaño	Tipo	Última modificac
Ejemplo_1.m	1.67 KIB	arc..LAB	11/01/2..2 p.m.
Ejemplo_2.m	946	.tes.cód..e-C	28/01/2..6 p.m.
Ejemplo_3.m	513	.tes.arc..LAB	10/02/2..1 p.m.

The 'Nombre de fichero:' field contains 'Ejemplo_4.m'. The 'Ficheros de tipo:' dropdown is set to 'Archivos de Octave (*.m)'. The 'Guardar' button is highlighted with a red arrow labeled 'Paso 3'. A red arrow labeled 'Paso 1' points to the green run button in the editor. A red arrow labeled 'Paso 2' points to the 'Ejemplo_4.m' text in the filename field.

- f. Al guardar el archivo se ejecutará el código y aparecerá un diagrama del ejercicio a resolver.



La grafica muestra la región factible del problema de programación lineal, siendo este los valores que satisfacen la ecuación a minimizar o maximizar.

4.6 Ejercicio de aplicación: los estudiantes juntamente con el docente realizan el ejercicio de programación lineal.

4.6.1 Problema de tipos de bicicleta



Bicicleta de montaña



Bicicleta de paseo

Se desea fabricar dos tipos de bicicletas montaña y de paseo para esto se dispone de 80kg de acero y 120 kg de aluminio. La de montaña llevan dos kg de cada material, mientras que

las de paseo llevan 1kg de acero y tres kg de Aluminio. Con la bicicleta de paseo se gana 120 dólares y las de montaña se gana 90 dólares. ¿Cuántas bicicletas de cada tipo debe de fabricarse y vender para tener la máx. Ganancia?

Solución

1. Elección de incógnitas

Cantidad de bicicletas de montaña (x)

Cantidad de bicicletas de paseo (y)

2. Tabla de restricciones

Tipo de bicicletas	Insumo Acero para una bicicleta (kg)	Insumo Aluminio para una bicicleta (kg)	Costos en dólares
Bicicletas montaÑeras	$2x$	$2x$	90
Bicicletas de paseo	y	$3y$	120
Total	≤ 80	≤ 120	

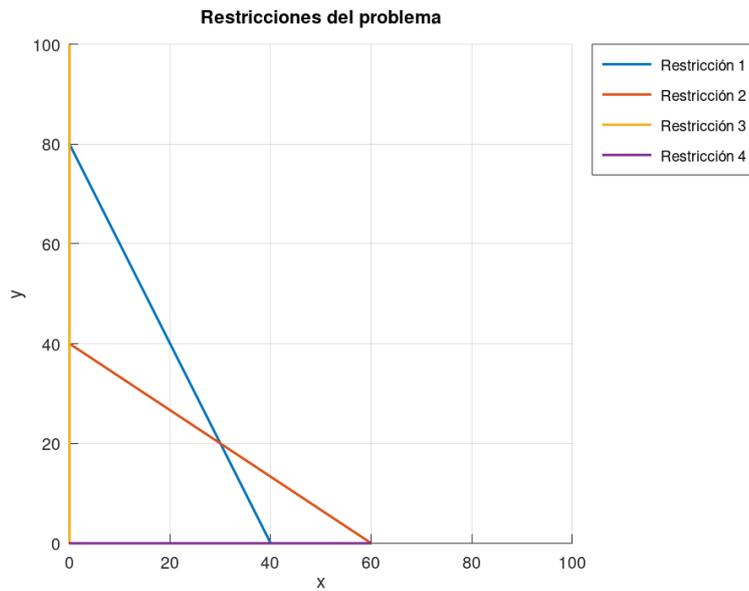
3. Restricciones

$$\begin{cases} 2x + y \leq 80 \\ 2x + 3y \leq 120 \\ x \geq 0 \\ y \geq 0 \end{cases}$$

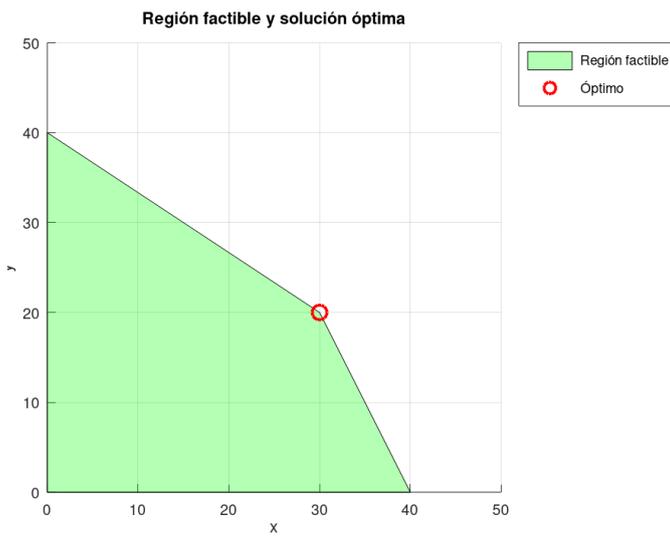
4. Función objetivo

$$F(x, y) = 90x + 120y$$

5. Determinar la región factible



6. Determinar los vértices de la región factible



Puntos factibles:

0	0
0	40
30	20
40	0

7. Evaluar los vértices en la función objetivo

Valor de Z en cada punto:

0
4800
5100
3600

8. Hallamos el máximo de ganancias

Punto óptimo: $(x=30.00, y=20.00)$ con $Z=5100.00$

El máximo valor es de 5100 dólares y se da al fabricar: 30 bicicletas montañeras y 20 bicicletas de paseo.

4.6.2 Problema producción diferente tipos de vestidos



Vestido deportivo

Vestido de fiesta

Una sastrería ubicada en la ciudad de Cayambe invierte 2 horas en cortar tela y 4 horas en coserlos para hacer vestidos deportivos, pero para la confección de vestidos de fiesta invierte 4 horas en el corte y 2 horas en el cosido de estas prendas. En un día de trabajo esta sastrería solo puede disponer a lo máximo de 20 horas para el corte y a lo máximo 16 horas para el cosido. Si las ganancias por un vestido deportivo son de 34 dólares, y por uno de fiesta son de 31 dólares. Maximice las ganancias.

Solución

1. Elección de incógnitas

Cantidad de vestidos deportivos (x)

Cantidad de vestidos de fiesta (y)

2. Tabla de restricciones

Tipo de vestido	Tiempo de corte de tela	Tiempo de cosido	Costos en dólares
Vestido deportivo	$2x$	$4x$	34
Vestido de fiesta	$4y$	$2y$	31
Total	≤ 20	≤ 16	

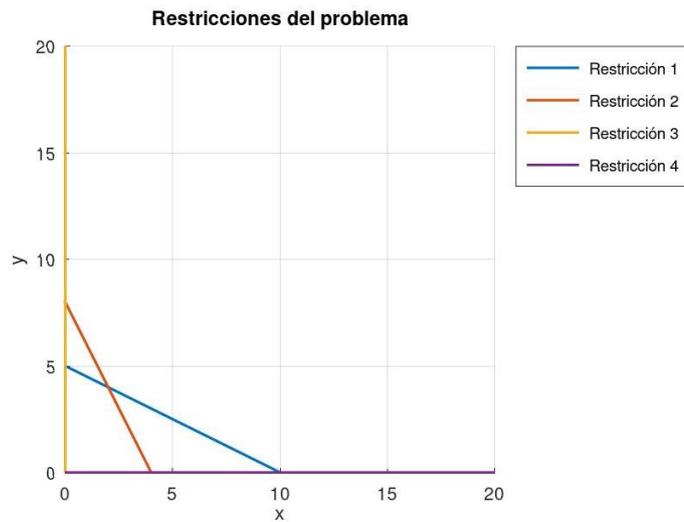
3. Restricciones

$$\begin{cases} 2x + 4y \leq 20 \\ 4x + 2y \leq 16 \\ x \geq 0 \\ y \geq 0 \end{cases}$$

4. Función objetivo

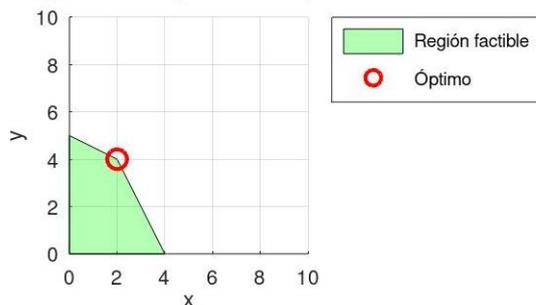
$$F(x, y) = 34x + 31y$$

5. Determinar la región factible



6. Determinar los vértices de la región factible

Región factible y solución óptima



Puntos factibles:

0	0
0	5
2	4
4	0

7. Evaluar los vértices en la función objetivo

Valor de Z en cada punto:

0
155
192
136

8. Hallamos el máximo de ganancias

Punto óptimo: $(x=2.00, y=4.00)$ con $Z=192.00$

El máximo de ganancia es de 192 dólares y se da al fabricar: 2 vestidos deportivos y 4 vestidos de fiesta.

4.7 Actividades de evaluación: los estudiantes resolverán los problemas con lo explicado anteriormente donde deben de seguir los siguientes pasos para maximizar o minimizar la función objetivo.

- Determinar las variables de decisión.
- Elaborar una tabla donde se detalle los datos del problema.
- Determinar la función objetivo.
- Determinar las restricciones.
- Determinar la región factible.
- Determinamos los vértices de la región factible.
- Evaluamos los vértices en la función factible.
- Hallamos el máximo o mínimo del problema.

Ejercicio 1



La compañía el Rey S.A. fabrica motos y bicicletas, si produce a lo más 60 motos y a lo más 120 bicicletas al mes, o también se puede producir a lo más 160 unidades de ambos tipos. Si la utilidad por una moto es de \$ 134 y por una bicicleta es de \$ 20. Maximice las ganancias.

Ejercicio 2



Roxana es la administradora de una tienda por departamentos del Mall del Sur y desea liquidar un saldo de 100 faldas y 200 blusas de la campaña navideña del año pasado para ello lanzan dos ofertas la primera oferta estándar ofrece una falda y una blusa que se vende a \$30, la segunda oferta Premium consiste en tres blusas y una falda las cuales se vende en \$50. Se sabe además que no se puede ofrecer menos de 20 paquetes de la primera oferta, ni menos de 10 paquetes de la segunda oferta. ¿Determina el ingreso total máximo que tendrá la tienda en esta campaña y cuántas ofertas de cada tipo se debe de vender?

5. ANEXOS

En el siguiente enlace se muestran varios problemas de programación lineal realizadas en Octave.

Enlace: https://docs.google.com/document/d/1_AuzWTtxlNejxY6lXT0jhzWuGuaHWQ-C/edit?usp=sharing&oid=104846042102922783307&rtpof=true&sd=true

Conclusiones

- Se logró seleccionar un instrumento adecuado para la recolección de datos, que permitió identificar y comparar el nivel de motivación de los estudiantes en matemática antes y después de aplicar de la simulación en Octave, evidenciando su utilidad para evaluar el interés de los estudiantes hacia el aprendizaje de programación lineal.
- La implementación de la simulación en Octave permitió resolver problemas de programación línea de manera más simplificada y en un lapso corto siendo un método de enseñanza-aprendizaje buena en áreas abstractas como la matemática.
- Se probó estadísticamente, que el uso de simulaciones para el aprendizaje de programación lineal mejora el nivel de motivación en el aprendizaje de matemáticas de los estudiantes de primero de bachillerato de la unidad educativa intercultural bilingüe “Manuel Aguilar” en el año lectivo 2024 – 2025.
- Se elaboró una propuesta orientada a la incorporación del uso de simulaciones en Octave como recurso didáctico. La propuesta fue diseñada a partir de las necesidades encontradas en el proceso de aprendizaje a partir de criterios pedagógicos, tecnológicos y curriculares con el propósito de favorecer la comprensión de conceptos fundamentales y fomentar una mayor motivación en los estudiantes.

Recomendaciones

Se recomienda seguir introduciendo programación lineal a través de líneas de código por que la gran mayoría de simulaciones están realizadas por líneas de código y, porque no impartirles a estudiantes de bachillerato.

Además, como docentes en el área de matemática se recomienda seguir introduciendo la tecnología en sectores rurales y así fortalecer la motivación extrínseca en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Fomentar el razonamiento lógico en los estudiantes con la finalidad que sean ellos quienes generen sus propias simulaciones o las modifiquen según su necesidad, motivando el aprendizaje autónomo de cada uno de los docentes.

Referencias Bibliográficas

- Arias Hernández, J. D., Jiménez López, A. F., & Porras Castro, H. O. (2016). Desarrollo de aplicaciones en python para el aprendizaje de física computacional (Development of Python applications for learning computational physics). *Ingeniería Investigación y Desarrollo*, 16(1), 72. <https://doi.org/10.19053/1900771x.5122>
- Bello Durand, J. B. (2022a). *Aplicación del software GeoGebra en el aprendizaje de Programación Lineal con estudiantes del 5to grado de Educación Secundaria de la Institución Educativa N° 1136 JFK Salamanca de Monterrico.*
- Bello Durand, J. B. (2022b). *Aplicación del software GeoGebra en el aprendizaje de Programación Lineal con estudiantes del 5to grado de Educación Secundaria de la Institución Educativa Salamanca de Monterrico.* Universidad Nacional de Educación.
- Bernal, M., & Peña, L. K. (2023). *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias INVESTIGATIVE COMPETENCES: PYTHON MODELING FOR MECHANICAL PHYSICS TEACHING.*
- Buitrago, R. E. (2020). El aprendizaje, la enseñanza, los pensamientos y las interacciones en la escuela. *Praxis & Saber*, 11(25), 9–20. <https://doi.org/10.19053/22160159.v11.n25.2020.10580>
- Casas, P. F. (2020). *Introducción a la simulación.*
- Camacho, A., & Chicaiza, P. (2022). *Simuladores Virtuales para la Transferencia de Conocimiento Sobre Números Enteros.* 4(2806–5794), 236–246.
- Chapra, S., & Canale, R. (2012). *Métodos numéricos para ingenieros* (McGrawHill, Vol. 6). <https://www.facebook.com/pages/Interfase->

- Cosquillo Chida, J. L., Lara Macias, L. A., Góngora Caicedo, K. J., Nuñez Calle, J. J., Villarreal Pallo, C. N., & Allauca Melena, M. L. (2025). Simulaciones Dinámicas como Innovación en Modelado Matemático: Aplicaciones, Métodos y Desafíos Computacionales. *Revista Científica de Salud y Desarrollo Humano*, 6(1). <https://doi.org/10.61368/r.s.d.h.v6i1.546>
- Diaz Dumont, J. R., Ledesma Cuadros, M. J., Tito Cárdenas, J. V., & Diaz Tito, L. P. (2023). Escala de motivación hacia la matemática (EMMA). En *Escala de motivación hacia la matemática (EMMA)*. Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle (UNE) - Fondo Editorial La Cantuta. <https://doi.org/10.54942/lacantuta.22>
- Garcia Rivero, M., Curbelo Duró, N. R., & Flores Sánchez, V. (2022). Programación Lineal de dos variables en un curso en línea utilizando GeoGebra: una experiencia de clase. *Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo*, 11(2), 033–051. <https://doi.org/10.23925/2237-9657.2022.v11i2p033-051>
- Guerrero, D., Cano, A., & Perdomo, E. (2016). La motivación en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en la Escuela Latinoamericana de Medicina. *VARONA, Revista Científico-Metodológica*, 62, 1–9. <https://www.redalyc.org/pdf/3606/360657458018.pdf>
- Grossman, S., & Flores, J. (2012). *ÁLGEBRA LINEAL: Vol. Séptima* (E. Zuñiga, Ed.).
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación* (Punta Santa Fe, Vol. 6).
- López, B., & Marín, M. J. (2016, mayo 25). *Introducción a Octave*. UCOdemy. <http://www.uco.es/ucodemy/tema/1>
- López Tavares, D. B. (2020). Estrategias didácticas para el uso eficaz de simulaciones interactivas en el aula. *Am. J. Sci. Educ*, 7, 2–3. www.lajse.org

- Ministerio de Educación. (2019). *Currículo de Bachillerato* (Vol. 2).
www.educacion.gob.ec
- Molina-Pacheco, L. E., & Mesa-Jiménez, F. Y. (2018). Las TIC en escuelas rurales: realidades y proyección para la integración. *Praxis & Saber*, 9(21), 75–98.
<https://doi.org/10.19053/22160159.v9.n21.2018.8924>
- Open Academy. (2021, abril 12). *Motivación intrínseca y extrínseca*. Blog Santander.
<https://www.santanderopenacademy.com/es/blog/motivacion-intrinseca-y-extrinseca.html>
- Ortega, C. (2024, noviembre 11). *Programación lineal*. QuestionPro.
<https://www.questionpro.com/blog/es/programacion-lineal/>
- Ospina Polanía, L. K. (2020). *Tecnologías Educativas Estrategias Didácticas*.
- PMC México. (2022, septiembre 29). *Simulación*. linkedin.
<https://www.linkedin.com/pulse/simulaci%C3%B3n-qu%C3%A9-es-y-para-sirve-pmc-mexico/>
- Travéz Osorio, G. M. (2020). *Herramientas de simulación en la enseñanza aprendizaje de matemáticas*. Universidad Tecnológica Indoamérica.
- Rochina, S., Ortiz, J., & Paguay, L. (2020). the Methodology of Teaching Learning in Higher Education: *Revista Científica de la Universidad de Cienfuegos*, 12(1), 386–389.
<http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v12n1/2218-3620-rus-12-01-386.pdf>
- Santander Open Academy. (2021, abril 13). *Motivación intrínseca y extrínseca*.
<https://www.santanderopenacademy.com/es/blog/motivacion-intrinseca-y-extrinseca.html>
- SEIBE. (2024). *Lineamientos Pedagógicos para Docentes de las CECIBs y UECIBs* (Vol. 1, p. 21).

Universidad Europea. (2024, mayo 27). *Tipos de aprendizaje.*

<https://ecuador.universidadeuropea.com/blog/tipos-aprendizaje/>

Apéndices

Apéndice A. Test de motivación

TEST

CUESTIONARIO DE MOTIVACIÓN

ÁREA DE MATEMÁTICAS

Apellidos: _____ Nombre: _____

Edad: _____ Sexo: _____ Curso: _____

INSTRUCCIONES: Estimado alumno, el presente cuestionario tienen el propósito de recopilar información sobre el interés que tiene por el área de matemáticas. Le agradecería leer atentamente y marcar con una (X) la opción correspondiente a la información solicitada. Es **totalmente anónimo** y su procesamiento es reservado, estos datos servirán para conocer cuál es tu situación y tu motivación hacia el curso y mejorar, si es necesario, aquellos aspectos que lo requieran. Si no comprendido algo preguntarlo ahora. Te pido **SINCERIDAD EN TU RESPUESTA**, en beneficio de la educación.

NO COMIENZE A CONTESTAR HASTA QUE TE LO INDIQUE

MOTIVACIÓN	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Muy pocas	Nunca
1.- Pongo mucho interés en lo que hacemos en la clase de matemáticas.					
2.- Durante la clase deseo con frecuencia que no termine.					
3.- Pongo gran atención a lo que dice el profesor.					
4.- Habitualmente tomo parte en las discusiones o actividades que se realizan en clase, porque siento el deseo de hacerlo.					
5.- No me distraigo en clases haciendo garabatos hablando con mis compañeros/as o escribiéndome mensajes.					
6.- En ocasiones, soy yo quien explico a mis compañeros el trabajo realizado en clases pues siento que deseo hacerlo.					
7.- En clase no suelo aburrirme o quedarme dormido.					

8.- En la asignatura de matemáticas, realizó trabajos extra por mi propia iniciativa.					
9.- En clase me siento a gusto y bien.					
10.- Estoy conforme con las actividades académicas que se realizan en el salón de clases.					
11.- Estoy conforme con mi aprendizaje.					
12.- Mis expectativas son altas al inicio de la clase, porque pienso que el profesor utilizara recursos que conozco y aprenderé mejor.					
13.-Se han alcanzado mis expectativas con respecto a la forma a de enseñar y entenderme del profesor					
14.-Considero que la motivación por los estudios es resultado de interactuar con el profesor usando diversos medios.					
15.- Considero que es importante el esfuerzo que ponemos en aprender sea productivo y me sienta motivado para hacerlo.					
16.-Considero que los mismos estudiantes son responsables de auto motivarse.					
17.-Considero que los profesores deben ser creativos para plantear sus temas tratados y que sea un docente actualizado.					
18.- Estoy contento con lo mucho que avanzado en mis estudios.					
19.- Estoy satisfecho con el logro de mis metas académicas en matemáticas					
20.- Considero que los recursos utilizados por el profesor ayudan a entender mejor el tema tratado y al entenderlo me siento con ganas de investigar más.					

Fuente: Cuestionario Motivación en Matemáticas Díaz Jorge (2013)

Apéndice B. Validación del Cuestionario



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, VINCULACIÓN Y
POSGRADO
DIRECCIÓN DE POSGRADO

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS INFORMATIVOS

Apellido y Nombre del Informante	Cargo o Institución donde Labora	Nombre del Instrumento de Evaluación	Autor del Instrumento
Lic. Lanchimba Abel	Docente	Cuestionario	Lcda. Guallán María
Título de la investigación: Influencia de la utilización de simulaciones para el aprendizaje de programación lineal en el nivel motivación de los estudiantes de primero de bachillerato.			
Objetivo de la investigación: Determinar la influencia de la utilización de simulaciones para el aprendizaje de programación lineal en el nivel de motivación de los estudiantes de primero de bachillerato de la unidad educativa intercultural bilingüe “Manuel Aguilar” en el año lectivo 2024 – 2025.			
Objetivo del instrumento: Recolectar datos e información sobre la adquisición de conocimientos sobre de programación lineal, con el fin alcanzar los objetivos de la investigación.			

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0- 20%	Regular 21- 40%	Buena 41- 60 %	Muy buena 61-80%	Excelente 81- 100%
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado				X	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables				X	
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				X	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos del tema a tratar				X	
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para cumplir los objetivos					X

7. COHERENCIA	Entre el contenido y lo que se pretende medir				X	
8. OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno o más adecuado					X
III. OPINION DE APLICACIÓN						
Aplicable [<input type="checkbox"/>] Aplicable después de corregir [<input checked="" type="checkbox"/>] No aplicable [<input type="checkbox"/>]						
IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN						
Lugar y fecha	Institución donde labora	Firma del Experto			Teléfono	
24-02-2025	UECIB "MANUEL AGUILAR"				0994796558	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, VINCULACIÓN Y
POSGRADO
DIRECCIÓN DE POSGRADO

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS INFORMATIVOS

Apellido y Nombre del Informante	Cargo o Institución donde Labora	Nombre del Instrumento de Evaluación	Autor del Instrumento
José Antonio Lema I	UECIB 24 de octubre	Cuestionario	Lcda. Guallán María
Título de la investigación: Influencia de la utilización de simulaciones para el aprendizaje de programación lineal en el nivel motivación de los estudiantes de primero de bachillerato.			
Objetivo de la investigación: Determinar la influencia de la utilización de simulaciones para el aprendizaje de programación lineal en el nivel de motivación de los estudiantes de primero de bachillerato de la unidad educativa intercultural bilingüe “Manuel Aguilar” en el año lectivo 2024 – 2025.			
Objetivo del instrumento: Recolectar datos e información sobre la adquisición de conocimientos sobre de programación lineal, con el fin alcanzar los objetivos de la investigación.			

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0- 20%	Regular 21- 40%	Buena 41- 60 %	Muy buena 61-80%	Excelente 81- 100%
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado					X
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables					X
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					X
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos del tema a tratar					X
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para cumplir los objetivos					X

7. COHERENCIA	Entre el contenido y lo que se pretende medir					X
8. OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno o más adecuado					X
III. OPINION DE APLICACIÓN						
<p style="text-align: center;"> Aplicable [x] Aplicable después de corregir [] No aplicable [] </p>						
IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN						
Lugar y fecha	Institución donde labora	Firma del Experto			Teléfono	
16/02/2025	UECIB 24 de octubre	 <p> JOSE ANTONIO LEMA ILLICACHI <small>Firmado digitalmente por JOSE ANTONIO LEMA ILLICACHI Fecha: 2025.02.16 18:33:57 -05'00'</small> </p>			0987653090	

Apéndice C. Prueba de Normalidad

Figura 11 Nivel de motivación antes de aplicar la simulación

La prueba de Shapiro-Wilk no mostró una desviación significativa de la normalidad, $W(11) = .94, p = .537$

Parámetro	Valor
Valor p	0.5366
O	0.9396
Tamaño de la muestra (n)	11
Promedio (\bar{x})	71.9091
Mediana	75
Desviación estándar de la muestra (S)	10.9129
Suma de cuadrados	1190.9091
b	33.4514
Oblicuidad	-0.04065
Forma asimétrica	 Potencialmente simétrico (pval=0,951)
Exceso de curtosis	-1.3166
Forma de curtosis	 Potencialmente mesocúrtico , colas normales (pval=0,303)
Valores atípicos	

Nota: Captura de pantalla del aplicativo en línea statskingdom

Figura 12 Nivel de motivación después de aplicar la simulación

La prueba de Shapiro-Wilk no mostró una desviación significativa de la normalidad, $W(11) = .94, p = .504$

Parámetro	Valor
Valor p	0.5043
O	0.937
Tamaño de la muestra (n)	11
Promedio (\bar{x})	75.5455
Mediana	77
Desviación estándar de la muestra (S)	8.7677
Suma de cuadrados	768.7273
b	26.8386
Oblicuidad	-0.1033
Forma asimétrica	 Potencialmente simétrico (pval=0,876)
Exceso de curtosis	-0.8408
Forma de curtosis	 Potencialmente mesocúrtico , colas normales (pval=0,511)
Valores atípicos	

Nota: Captura de pantalla del aplicativo en línea statskingdom

Apéndice D. Líneas de código de la simulación de programación lineal

```
clc; clear;

% Número de restricciones del usuario
n = input("Ingrese el número de restricciones: ");
A = []; b = []; sentido = [];
% Ingresar restricciones
fprintf("Formato de restricción: a*x + b*y <= c (ingrese a, b, c, tipo)\n");
for i = 1:n
    fprintf("\nRestricción %d:\n", i);
    a = input(" Coeficiente de x (a): ");
    b_ = input(" Coeficiente de y (b): ");
    c = input(" Término independiente (c): ");
    tipo = input(" Tipo ('<=', '>=', '='): ", "s");
    A = [A; a, b_];
    b = [b; c];
    sentido = [sentido; tipo];
end
% Agregar restricciones x >= 0 y y >= 0 automáticamente
A = [A; 1, 0; 0, 1];
b = [b; 0; 0];
sentido = [sentido; ">="; ">="];
% Ingresar función objetivo
fprintf("\nFunción objetivo: Z = p*x + q*y\n");
p = input(" Coeficiente de x (p): ");
q = input(" Coeficiente de y (q): ");
tipo_opt = input("¿Desea maximizar o minimizar? (max/min): ", "s");
% Graficar restricciones con colores
figure;
hold on;
x = linspace(-10, 20, 400);
```

```

colores = lines(size(A, 1)); % colores automáticos
leyendas = {};
for i = 1:size(A, 1)
    a = A(i, 1);
    b_ = A(i, 2);
    c = b(i);
    color = colores(i, :);
    if abs(b_) > 1e-6
        y = (c - a * x) / b_;
        plot(x, y, 'Color', color, 'LineWidth', 1.5);
    else
        xval = c / a;
        line([xval, xval], ylim, 'Color', color, 'LineWidth', 1.5);
    end
    leyendas{end+1} = sprintf('Restricción %d', i);
end
title('Restricciones del problema');
xlabel('x'); ylabel('y');
grid on;
% Establecer escala 1 en 1 para ambos ejes (x e y)
axis equal;
axis([0 20 0 20]); % Puedes ajustar estos valores según el rango de tus datos
legend(leyendas, 'Location', 'northeastoutside');
hold off;
% Encontrar vértices (intersecciones)
puntos = [];
for i = 1:size(A, 1)
    for j = i+1:size(A, 1)
        A_temp = [A(i, :); A(j, :)];
        b_temp = [b(i); b(j)];

```

```

if rank(A_temp) == 2
    punto = A_temp \ b_temp;
    puntos = [puntos; punto'];
end
end
end
% Filtrar puntos factibles
factibles = [];
for i = 1:size(puntos, 1)
    x_ = puntos(i, 1);
    y_ = puntos(i, 2);
    valido = true;
    for j = 1:size(A, 1)
        switch strtrim(sentido(j, :))
            case '<='
                if A(j,1)*x_ + A(j,2)*y_ > b(j) + 1e-5
                    valido = false;
                end
            case '>='
                if A(j,1)*x_ + A(j,2)*y_ < b(j) - 1e-5
                    valido = false;
                end
            case '='
                if abs(A(j,1)*x_ + A(j,2)*y_ - b(j)) > 1e-5
                    valido = false;
                end
        end
    end
end
if valido
    factibles = [factibles; x_, y_];
end

```

```

end
end
% Eliminar duplicados y NaN
factibles = unique(factibles, "rows");
factibles = factibles(~any(isnan(factibles), 2), :);
% Evaluar función objetivo
Z = p * factibles(:,1) + q * factibles(:,2);
if strcmp(tipo_opt, 'max')
    [Zopt, idx] = max(Z);
else
    [Zopt, idx] = min(Z);
end
punto_optimo = factibles(idx, :);
% Resultados
fprintf("\nPuntos factibles:\n");
disp(factibles);
fprintf("Valor de Z en cada punto:\n");
disp(Z);
fprintf("Punto óptimo: (x=%.2f, y=%.2f) con Z=%.2f\n", punto_optimo(1),
punto_optimo(2), Zopt);
% Dibujar región factible y solución óptima
figure;
hold on;
fill(factibles(:,1), factibles(:,2), 'g', 'FaceAlpha', 0.3);
plot(punto_optimo(1), punto_optimo(2), 'ro', 'MarkerSize', 10, 'LineWidth', 2);
title('Región factible y solución óptima');
xlabel('x'); ylabel('y');
grid on;
% Establecer escala 1 en 1 para ambos ejes (x e y)
axis equal;
axis([0 20 0 20]); % Ajustar límites si es necesario

```

```
legend('Región factible', 'Óptimo', 'Location', 'northeastoutside');  
hold off;
```

Apéndice E. fotografías del grupo

Figura 13 *Aplicación del test y el cuestionario antes de la aplicación del simulador*



Nota: Elaboración propia

Figura 14 *Aplicación del simulador Octave*



Nota: Elaboración propia

Figura 15 *Aplicación del test y el cuestionario despues de la aplicación del simulador*



Nota: Elaboración propia