

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA- LEÓN
ÁREA DE CONOCIMIENTO CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN Y HUMANIDADES
ÁREA ESPECÍFICA DE EDUCACIÓN
CARRERA DE MATEMÁTICA EDUCATIVA Y COMPUTACIÓN



**APRENDIZAJE DEL PLANO CARTESIANO PROGRAMANDO TRAYECTORIAS Y
MOVIMIENTOS DE ROBOTS BAJO EL ENFOQUE STEAM, EN ESTUDIANTES DE
CUARTO GRADO.**

**MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA
EDUCACIÓN, MENCIÓN MATEMÁTICA EDUCATIVA Y COMPUTACIÓN**

AUTORES:

- **BR. CÉSAR ENOC NARVÁEZ SILVA**
- **BR. LEÓNIDAS MOISÉS SALGADO RAYO**

TUTORA:

M.SC. KEYLA BROSKINA VALLECILLO RÍOS

LEÓN, JUNIO 2025

2025:46/19 SIEMPRE MÁS ALLÁ! AVANZAMOS EN LA REVOLUCIÓN!

AGRADECIMIENTO

Agradecemos, en primer lugar, a Dios por habernos brindado la salud, la fortaleza y la oportunidad de culminar esta etapa académica.

Expresamos también nuestro sincero agradecimiento a nuestras familias, por su apoyo incondicional, paciencia y aliento constante a lo largo de este proceso.

A nuestra tutora, Keyla Vallecillo, por su guía, disposición y valiosos aportes que enriquecieron este trabajo.

Reconocemos con gratitud a nuestros maestros, quienes nos han acompañado y formado durante este camino académico, y a la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, por brindarnos el espacio y las herramientas necesarias para nuestro desarrollo profesional.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a todos aquellos que sueñan con culminar una carrera universitaria, sobre todo a aquellos que tienen como meta dedicarse a la noble labor de enseñar, principalmente en el área de las matemáticas; deseo que la vida les dé la oportunidad de alcanzar sus sueños y metas.

César Enoc Narváez Silva

Dedico este trabajo a quienes me enseñaron que el conocimiento puede iluminar hasta los momentos más oscuros. A mi familia, por su apoyo incondicional y por estar siempre, incluso cuando no sabía cómo seguir. A mí mismo, por seguir adelante cuando muchas veces opté por rendirme. Y a aquellos que sienten que no pueden más: esto es prueba de que sí se puede. Que mi esfuerzo sirva de motivación a los que siguen sus sueños. Tomando en cuenta que cada pequeño paso cuenta, incluso cuando no lo parece.

Leónidas Moisés Salgado Rayo

RESUMEN

El aprendizaje del Plano Cartesiano representa un desafío para los estudiantes debido a su carácter abstracto y simbólico, el estudio titulado: Aprendizaje del Plano Cartesiano programando trayectorias y movimientos de robots bajo el enfoque STEAM, tuvo como objetivo analizar el impacto del enfoque STEAM, mediante la robótica educativa, en la comprensión del plano cartesiano en estudiantes de cuarto grado de primaria. La investigación se desarrolló bajo un paradigma sociocrítico, con enfoque cualitativo, método inductivo y alcance descriptivo. La muestra estuvo conformada por 10 estudiantes, y se aplicaron talleres con el software RoboMind, el cual permitió programar trayectorias sobre una cuadrícula similar al plano cartesiano. Se aplicaron rúbricas, observaciones y gráficos para registrar el desempeño estudiantil. Los resultados reflejan que el 90% de los estudiantes mejoró su comprensión de coordenadas, ubicación de puntos y diseño de trayectorias; además, mostraron mayor creatividad, pensamiento lógico y motivación al aprender matemáticas de forma práctica. También se evidenció un uso positivo de la tecnología y un alto nivel de compromiso en las actividades. Concluimos que el uso de la robótica educativa bajo el enfoque STEAM no solo facilita el aprendizaje del plano cartesiano, sino que también fortalece habilidades clave como la resolución de problemas, el pensamiento computacional y la creatividad, siendo una estrategia pedagógica innovadora y efectiva para la enseñanza de matemáticas en primaria.

Palabras claves: Aprendizaje, Plano Cartesiano, STEAM, RoboMind.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, LEÓN
FUNDADA EN 1812

CARTA AVAL

En mi calidad de tutora remito el trabajo monográfico “Aprendizaje del plano cartesiano programando trayectorias y movimientos de robots bajo el enfoque STEAM, en estudiantes de cuarto grado”, que va en correspondencia con el **Área temática:** población, educación, inclusión social e intercultural, la **Línea:** tecnología educativa y **Sub líneas de Investigación:** uso de software libre en unidades didácticas en el desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje, correspondiente al Área de Conocimiento Ciencias de la Educación y Humanidades, presentado por el Br. César Enoc Narváez Silva con número de carné 20-06068-6 y el Br. Leónidas Moisés Salgado Rayo con número de carné 20-01894-6 estudiantes de la carrera de Matemática Educativa y Computación, cumple con las normativas orientadas en el reglamento de la forma de finalización de estudios de la UNAN-León para ser sometido al proceso revisión y aprobación.

Dado en la ciudad de León a los 9 días del mes de mayo del 2025.

Atentamente,

M.Sc. Keyla Broskina Vallecillo Ríos
Docente Área Específica de Educación
UNAN-León

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes	2
1.2. Planteamiento del problema	4
1.3. Justificación.....	5
2. OBJETIVOS	6
3. MARCO TEÓRICO	7
3.1. Importancia de las matemáticas en la educación básica	7
3.2. Teorías del Aprendizaje Relacionadas con la Enseñanza de la Matemática	8
3.3. Plano cartesiano	11
3.4. Metodología STEAM	12
3.5. Impacto de la Enseñanza	15
3.6. Herramienta RoboMind	16
4. DISEÑO METODOLÓGICO.....	21
4.1. Tipo de Estudio	21
4.2. Área de estudio	22
4.3. Línea de investigación	22
4.4. Población	22
4.5. Tipo de muestreo	23
4.6. Fuentes de información de datos	23
4.7. Procedimiento de recolección de datos	24
4.8. Plan de análisis	24
4.9. Operacionalización de variables.....	25
4.10. Consideraciones éticas	28
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
5.1. Análisis y Resultados de la fase de Diagnóstico.....	29
6. PLAN DE ACCIÓN	42
6.1. Análisis y Resultados de la ejecución del Plan de Acción	49
7. CONCLUSIÓN.....	55
8. RECOMENDACIONES.....	56
9. BIBLIOGRAFÍA.....	57

10.	ANEXOS	60
10.1.	Anexo 1. Taller Aprendizaje del Plano cartesiano	60
10.2.	Anexo 2: Rúbrica de evaluación aplicado a estudiantes de cuarto grado	64
10.3.	Anexo 3 Rúbrica del Plan de Acción	66
10.4.	Anexo 4. Evidencias del Taller del diagnóstico.....	68
10.5.	Anexo 5. Evidencias de Taller de Plan de Acción	69

1. INTRODUCCIÓN

Vivimos en una era en la que la tecnología está profundamente integrada en la vida cotidiana y en los procesos educativos. Las nuevas generaciones de estudiantes, quienes ya son nativos digitales, crecen en contacto constante con dispositivos inteligentes, aplicaciones, entornos virtuales e inteligencia artificial. Esta realidad plantea un reto para las autoridades educativas y los mismos docentes, quienes deben adaptar sus metodologías a los intereses y formas de aprender de estos estudiantes, promoviendo experiencias educativas más activas, significativas y contextualizadas.

En este contexto, el enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) se presenta como una alternativa para el desarrollo de competencias propias de la realidad actual. Este enfoque no solo busca fortalecer el aprendizaje de contenidos académicos, sino también fomentar el pensamiento crítico, la creatividad, la resolución de problemas y el trabajo colaborativo. Su aplicación en el aula permite que los estudiantes experimenten con el conocimiento, construyan soluciones y comprendan los fenómenos de manera más concreta, conectando la teoría con la práctica.

El presente estudio analiza el impacto del enfoque STEAM, mediante el uso de la robótica educativa, en la comprensión del Plano Cartesiano por parte de estudiantes de cuarto grado de primaria. El aprendizaje del Plano Cartesiano representa un desafío para los estudiantes de este nivel, debido a su carácter abstracto y simbólico. A través de la implementación de actividades que involucraron la programación de trayectorias y movimientos de un robot utilizando el software Robomind, se buscó propiciar una comprensión más significativa y contextualizada de este contenido matemático.

1.1. Antecedentes

Este trabajo de investigación se centra en el aprendizaje del plano cartesiano mediante la aplicación del Modelo STEAM y la integración de la robótica educativa en el proceso de enseñanza dirigido a estudiantes de cuarto grado de primaria. La fundamentación teórica se sustenta en una revisión exhaustiva de diversas fuentes bibliográficas, incluyendo artículos científicos disponibles en plataformas digitales.

Martínez Moreno (2017), en su estudio titulado *Secuencia didáctica para el fortalecimiento de la enseñanza aprendizaje del plano cartesiano en los estudiantes del grado quinto de primaria de la fundación educativa Santa Isabel de Hungría sede Alfonso López Cali-Colombia*, desarrolló una secuencia didáctica con el objetivo de mejorar la comprensión del plano cartesiano en estudiantes de quinto grado, a partir de la identificación de dificultades que los estudiantes enfrentan en la comprensión y manejo del plano cartesiano, como la falta de dominio en la representación gráfica y ubicación de puntos en el plano. El estudio concluyó que la implementación de estrategias didácticas dinámicas permitió facilitar el aprendizaje mediante actividades prácticas y participativas.

Marín Gutiérrez (2013), en su estudio titulado *El entorno virtual de Scratch como mediación lúdico-pedagógica para potenciar la comprensión del plano cartesiano*, partió de la dificultad que presentaban los estudiantes en la comprensión del plano cartesiano. El estudio tuvo como objetivo utilizar Scratch, una plataforma de programación (también sirve como una plataforma para introducir el concepto de programación en robótica) como herramienta lúdico-pedagógica para mejorar la comprensión de este concepto. Los resultados indicaron que el uso de Scratch facilitó el aprendizaje, permitiendo a los estudiantes interactuar de manera divertida con el contenido, lo que potenció su comprensión y motivación hacia el tema.

En el estudio de Ramírez & Sosa (2013), *Aprendizaje de y con robótica*, algunas experiencias, se menciona que la robótica puede ser una herramienta eficaz para la enseñanza de conceptos matemáticos, como por ejemplo el plano cartesiano. Específicamente, en este estudio se destaca que el uso de robots programables facilita

la comprensión del plano cartesiano al permitir que los estudiantes trabajen con coordenadas y desplazamientos en un entorno tangible y visual. Al programar robots para moverse en una cuadrícula, los estudiantes pueden aplicar el concepto de coordenadas, reforzando la comprensión de la ubicación de puntos y movimientos en los ejes, lo que mejora su aprendizaje de este tema que puede ser muy abstracto para muchos estudiantes.

Casado Fernández & Checa Romero (2020), en su estudio titulado Robótica y Proyectos STEAM: Desarrollo de la creatividad en las aulas de Educación Primaria, exploran cómo la robótica y los proyectos STEAM pueden fomentar la creatividad en los estudiantes de educación primaria. El estudio analiza cómo la integración de disciplinas como la ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas permite a los estudiantes resolver problemas de manera innovadora. Se concluye que la robótica promueve el aprendizaje colaborativo, el pensamiento crítico y la creatividad, proporcionando un enfoque práctico que involucra a los estudiantes en actividades significativas y motivadoras.

Ruiz et al. (2019), en el estudio titulado Proyectos STEAM con LEGO Mindstorms para educación primaria en España, analizaron la implementación de proyectos STEAM utilizando LEGO Mindstorms en el contexto educativo español. El objetivo del estudio fue explorar cómo estas actividades pueden potenciar el aprendizaje de conceptos científicos y tecnológicos en estudiantes de primaria. Los autores concluyen que el uso de LEGO Mindstorms facilita el desarrollo de habilidades como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la creatividad, promoviendo además el trabajo en equipo y el aprendizaje activo en las aulas.

1.2. Planteamiento del problema

El Plano Cartesiano es un tema fundamental en la enseñanza de las matemáticas de cuarto grado de primaria, pues con este tema se pretende que los estudiantes puedan visualizar y comprender conceptos como coordenadas, movimientos y trayectorias, sin embargo, muchos estudiantes pueden enfrentar retos para comprender estos conceptos de manera abstracta o semi abstracta (representación gráfica), lo que puede resultar en un conocimiento poco significativo para ellos. El enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) busca integrar estas disciplinas de manera creativa y aplicada.

En este contexto, se podría trabajar con este enfoque usando la robótica educativa como un instrumento para trazar trayectorias en un Plano Cartesiano, permitiendo que estos conceptos sean más tangibles para los estudiantes, sin embargo, la implementación de este enfoque representaría grandes retos en las escuelas, debido a algunas limitaciones de herramientas tecnológicas o falta de capacitación a docentes sobre el uso de esos instrumentos. Por lo tanto, es importante investigar los desafíos que los estudiantes enfrentan al comprender el Plano cartesiano, así como las estrategias pedagógicas que pueden utilizarse para mejorar su comprensión. Al hacerlo, se puede mejorar la enseñanza de las habilidades matemáticas y espaciales, así como preparar a los estudiantes para el aprendizaje de la robótica y otros campos relacionados con la tecnología y la ingeniería.

Para una mejor comprensión del problema, se han planteado las siguientes interrogantes: ¿Cómo impacta el diseño de actividades integradas de matemáticas, arte y diseño en la comprensión y aplicación de los conceptos del plano cartesiano en estudiantes de cuarto grado?

¿Cuáles son los principales retos que enfrentan los estudiantes de cuarto grado al trabajar con el plano cartesiano?

¿En qué medida la programación de movimientos y trayectorias de un robot contribuye en el aprendizaje del Plano Cartesiano?

1.3. Justificación

La presente investigación se considera relevante y oportuna, porque responde a la necesidad de utilizar nuevas metodologías educativas mediante el uso de tecnologías innovadoras, alineándose con los intereses y demandas de las sociedades actuales. Este estudio pretende aportar una visión novedosa sobre el potencial del Modelo STEAM y la robótica educativa como recurso didáctico en el aula, constatando cómo su aplicación puede mejorar la comprensión y aplicación del Plano cartesiano en el aprendizaje de matemáticas de primaria.

La robótica educativa, según Suárez et al. (2018), facilita el aprendizaje de forma entretenida, fomenta el trabajo en equipo y desarrolla el pensamiento lógico y computacional. Además, fortalece habilidades clave del siglo XXI como el pensamiento crítico y la resolución de problemas, convirtiéndose en una herramienta innovadora para el desarrollo integral de los estudiantes.

Con este trabajo, se busca también saber cuál es el impacto del Modelo STEAM con la aplicación de la robótica en el proceso de enseñanza-aprendizaje específicamente el uso y comprensión del Plano cartesiano. Lo que radica en que el dominio del Plano cartesiano ayuda a desarrollar habilidades fundamentales para la vida cotidiana y el futuro profesional de los estudiantes, tales como la habilidad para ubicar puntos en un espacio bidimensional, interpretar relaciones entre variables, analizar datos y realizar predicciones. Además, el Plano cartesiano es una base crucial para el aprendizaje de la programación de robots, que a su vez fomenta el pensamiento computacional.

Esta investigación pretende que los estudiantes aprendan a trabajar con el Plano cartesiano y probar estrategias pedagógicas innovadoras, utilizando la robótica educativa para lograrlo. De esta manera, el estudio es pertinente no solo por su valor educativo inmediato, sino también por su contribución a la preparación de los estudiantes en el Modelo STEAM, donde la robótica y el pensamiento computacional son cada vez más relevantes.

2. OBJETIVOS

Objetivo General

Analizar el impacto del enfoque STEAM, utilizando robótica educativa, en la comprensión del Plano Cartesiano por parte de estudiantes de cuarto grado.

Objetivos Específicos

- Identificar los principales retos que enfrentan los estudiantes al trabajar con el Plano Cartesiano en un contexto de aprendizaje abstracto.
- Describir el impacto de la programación de movimientos y trayectorias haciendo uso del software Robomind aplicando conceptos del Plano Cartesiano.
- Analizar los resultados al integrar actividades del enfoque STEAM en el aprendizaje del Plano Cartesiano.

3. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presentan las bases teóricas a tomar en cuenta para el desarrollo de este estudio, centrado principalmente en cómo el Modelo STEAM favorece el aprendizaje de las matemáticas y demuestra la posibilidad que ofrece la robótica educativa para incorporarse como un recurso didáctico en la enseñanza de del plano cartesiano.

3.1. Importancia de las matemáticas en la educación básica

En la Educación General Básica y Media nicaragüense, se ha definido el Enfoque Curricular centrado en el ser humano organizado por competencias educativas, en él se considera a la persona como sujeto social que tiene las capacidades para realizar múltiples procesos cuyas exigencias son particulares, dependiendo de las implicaciones cognitivas, comunicativas, motivacionales, volitivas y contextuales, asociadas a cada proceso. (Mined. 2019)

El Paradigma Educativo está centrada en el ser humano y enfocado en el aprendizaje, como resultado de un proceso activo y consciente, que tiene como finalidad la independencia del estudiante, asumiendo la responsabilidad de su aprendizaje, estableciendo un equilibrio entre los valores y las capacidades que desarrolla frente a un propósito educativo, en un mundo en constante cambio. (Mined, 2019)

La metodología que se desea aplicar en Educación Primaria y Secundaria, se propone desarrollarla en tres momentos (Mined, 2019)

- **La elaboración de conceptos básicos, su lenguaje y procedimientos o algoritmos matemáticos**

A partir del planteo y resolución de problemas vinculados con el contexto real en el que se desenvuelven las y los estudiantes, para que comprendan y expliquen el significado del contenido tratado y el sentido de utilidad del mismo en su práctica cotidiana y al mismo tiempo inicien su aprendizaje, por ejemplo: Investigar una situación o problema

con el objeto de comprender conceptos como: la multiplicación de números naturales, enteros, decimales, racionales, etc.

- **La memorización y retención**

Distintas cualidades y características de los contenidos matemáticos estudiados, tales como: palabras (triángulos, catetos, ángulos, cónicas), símbolos (+, -, x, ≤, ±) tablas de sumar y multiplicar, reglas que se aplican, por ejemplo, en la realización de operaciones combinadas, en la multiplicación y división de números decimales por 10, 100 y 1000, Teorema de Pitágoras, productos notables, etc. Se propone lograrlo en una segunda etapa mediante la realización de una variedad de ejercicios relacionados con éstos. La memorización no se debe entender como saberes que son mejorados con la simple ejercitación de hechos, conceptos o algún material de manera arbitraria y sin sentido. Ahora el valor del ejercicio estriba en la significatividad (Ausubel, citado por Mined, 2019) y relevancia del material por memorizar. La retención y la memorización son más fáciles si lo que se ha aprendido es significativo en relación con la estructura de conocimientos ya existentes en la mente del que aprende (MINED, 2019).

- **La resolución de problemas**

Integrando los otros tipos de aprendizaje mencionados anteriormente, donde las y los estudiantes aplican sus conocimientos previos, las técnicas y procedimientos aprendidos y su iniciativa creadora al presentar diferentes estrategias de solución del mismo a partir de las cuales se propicia la reflexión de éstas, en cuanto a desaciertos y aciertos hasta lograr consenso en relación con las respuestas verdaderas de los problemas planteados, por ejemplo: ¿Cuál es el área de su salón de clase?, ¿Cómo varían el área y el volumen de un cuerpo al duplicar, triplicar y, en general, al modificar sus dimensiones?

3.2. Teorías del Aprendizaje Relacionadas con la Enseñanza de la Matemática

En los problemas no es evidente el camino a seguir; incluso puede haber varios. Por tanto, un “problema” es una cuestión a la que no es posible contestar por aplicación

directa de ningún resultado conocido con anterioridad, sino que para resolverla es preciso poner en juego conocimientos diversos y buscar relaciones nuevas entre ellos (Mieles & Montero, 2012).

Las estrategias, a diferencia de las técnicas, son procedimientos que requieren una planificación y un control de la ejecución. El aprendiz debe comprender lo que está haciendo y por qué lo está haciendo, lo cual supone una reflexión sobre el procedimiento. Campos (2000), aborda la implementación de estrategias didácticas para la enseñanza de matemáticas, destacando el uso de tecnologías como herramientas que facilitan el aprendizaje. Respecto a las fases de aplicación de estrategias, Campos plantea las siguientes etapas clave:

Planeación

En esta fase, el docente diseña las actividades, selecciona los recursos tecnológicos y establece los objetivos de aprendizaje. Se enfatiza la alineación de las estrategias con el contenido curricular y las necesidades del estudiante.

Implementación

Consiste en llevar a cabo las actividades en el aula, utilizando herramientas tecnológicas para resolver problemas, modelar conceptos matemáticos o simular situaciones. Se promueve la participación de los estudiantes.

Evaluación y retroalimentación

Al finalizar las actividades, el docente evalúa el desempeño de los estudiantes y analiza la efectividad de las estrategias utilizadas. Esto incluye el análisis de cómo la tecnología facilitó la comprensión de los conceptos.

Ajustes y mejoras

Con base en los resultados de la evaluación, el docente realiza modificaciones para optimizar futuras aplicaciones de las estrategias.

Las estrategias operan dentro de una estructura conceptual y suponen cualquier tipo de procedimiento que pueda ejecutarse, teniendo en cuenta las relaciones y conceptos implicados (Rico, 1997, p.31). Mieles & Montero (2012) citando a Polya (1980) afirman que resolver un problema es encontrar un camino allí donde no se conocía previamente camino alguno, encontrar la forma de sortear un obstáculo, conseguir el fin deseado, que no es conseguible de forma inmediata, utilizando los medios adecuados, y Parra (2001, p. 15): “La resolución de problemas se refiere a la coordinación de experiencias previas, conocimiento e intuición, en un esfuerzo para encontrar una solución que no se conoce”.

En apoyo a estas ideas, Mieles & Montero (2012) citando Guzmán (2007) sostiene que la resolución de problemas en la enseñanza de las matemáticas tiene la intención de transmitir, de una manera sistemática, los procesos de pensamiento eficaces en la resolución de verdaderos problemas. En un plan de tres fases, el autor sintetiza su visión acerca de cómo actuar al resolver problemas. 1. Comprender el problema 2. Crear un plan 3. Ponerlo en práctica. (Mined, 2019)

El problema que se plantea puede ser modesto; pero, si pone a prueba la curiosidad que induce a poner en juego las facultades inventivas, si se resuelve por propios medios, se puede experimentar el encanto del descubrimiento y el goce del triunfo. Experiencias de este tipo, a una edad conveniente, pueden determinar una afición para el trabajo intelectual e imprimirle una huella imperecedera en la mente y en el carácter.

Un estudiante cuyos estudios incluyen cierto grado de conocimiento de Matemática tiene la oportunidad de aplicarlo. Dicha oportunidad se pierde, si ve a la Matemática como la materia de la que tiene que presentar un examen final y de la cual no volverá a ocuparse una vez pasado éste. La oportunidad puede perderse incluso si el estudiante tiene un talento natural por las matemáticas, ya que él, como cualquier otro, debe descubrir sus capacidades y aficiones. (Mined, 2019).

3.3. Plano cartesiano

El Plano cartesiano es una herramienta que permite la enseñanza de la robótica educativa. De tal forma que, la enseñanza del Plano Cartesiano en Primaria se utiliza como un espacio geométrico donde se desarrolla la orientación, así como el proceso evolutivo de la representación (mediante fases o niveles) situándose en un sistema de referencia dado y la construcción de un sistema de coordenadas (Gonzato, 2009).

Para Godino (2004), la relación entre orientación espacial y sistemas de referencia en el aula debe integrar los conocimientos sobre el espacio con las propiedades geométricas de los objetos y lugares para constituir un campo de conocimiento idóneo en el desarrollo intelectual de los alumnos.

Lo anterior, mediante las nociones básicas de proximidad, separación, orden, cerramiento y continuidad durante la convivencia y el juego inmediato del niño, y posteriormente hacerlo con objetos y elementos reales, para establecer así, relaciones espaciales como: cerca, lejos, entre otros. Para que al desarrollar los contenidos relacionados con la orientación y representación espacial el alumno pueda progresar, en función de sus vivencias y el nivel de competencias o capacidades cognitivas, desde las percepciones intuitivas del espacio, hasta la progresiva construcción de nociones topológicas, proyectivas y euclidianas (Valdespino, 2017)

Valdespino, 2017, citando a Moreno (1999), afirma que, para llevar a cabo la ubicación en un gráfico, es común tratar de buscar algún elemento (orientación, símbolos, lugares u objetos) que sirva de referencia. El sistema de referencia reticular se utiliza para ubicar un punto mediante la conformación de una cuadrícula integrada por una serie de líneas horizontales y verticales que, al ser relacionadas, sirven para construir coordenadas alfabéticas (A, C) y ubicar con precisión un lugar, siendo, por lo tanto, que la utilización del sistema de referencia reticular sea un precedente clave para el PC.

Una vez que los estudiantes ubican puntos en el PC (Plano Cartesiano) y determinar coordenadas en los puntos y rectas de éste, se plantean regularidades con

algunas coordenadas (puntos que se ubican sobre el eje horizontal-vertical) y la recta: la recta (mismo valor de abscisa y mismo valor de ordenada); la recta paralela al eje vertical (mismo número en las abscisas) y recta paralela a eje horizontal (mismo valor en las ordenadas); reconocer pares ordenados como vértices para reproducir una figura y atribuirle así una interpretación geométrica (Valdespino, 2017)

3.4. Metodología STEAM

El modelo STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) ha emergido como una metodología educativa interdisciplinaria que promueve la integración de diversas áreas del conocimiento. Según Aguirre et al. (2019), diversos estudios doctorales han explorado este fenómeno, destacando las habilidades y capacidades necesarias para integrar áreas disciplinares en la enseñanza mediante la metodología STEAM.

Aunque el modelo STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) es conceptualmente diferente de la metodología STEAM, ambos comparten un enfoque en la integración interdisciplinaria. STEM se ha consolidado como un acrónimo que abarca las disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Sin embargo, la evolución hacia STEAM, donde se añade la letra "A" en referencia a las artes, amplía este enfoque para incluir también áreas relacionadas con el arte y el diseño. (Aguirre et al 2019)

En un estudio documental realizado por Aguirre et al. (2019) se busca determinar una mayor orientación del enfoque de la educación STEAM en relación con el modelo tradicional de enseñanza. En este estudio se concluyó sobre la importancia de la educación STEAM como una herramienta fundamental para preparar a los individuos para la sociedad del conocimiento. Se enfatiza que esta metodología, al integrar ciencias, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas, fomenta la creatividad y permite abordar problemas complejos desde múltiples perspectivas. Se reconoce la necesidad de líderes capacitados en STEAM que puedan desarrollar soluciones globales para los desafíos contemporáneos en diversos contextos humanos, sociales, políticos, culturales y educativos.

Se subraya la importancia de implementar programas educativos sólidos que involucren a los estudiantes en actividades significativas y auténticas de investigación científica, transdisciplinaria y compleja, como parte esencial del proceso de aprendizaje humano y el desarrollo de competencias interdisciplinarias.

En un estudio realizado por Cruz (2017) sobre el fortalecimiento de las matemáticas a través del enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas), se destaca cómo este modelo contribuye al aprendizaje de las matemáticas. El desarrollo de habilidades en los estudiantes bajo la educación STEM responde a la demanda de habilidades necesarias en el mercado laboral y proporciona una estrategia efectiva para abordar situaciones del mundo real. La implementación de la educación STEM en la educación secundaria se percibe como una preparación óptima para el futuro profesional de los jóvenes.

Este enfoque educativo define a los profesionales como aquellos que utilizan el conocimiento en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas para comprender el funcionamiento del mundo y resolver problemas reales. Por lo tanto, busca equipar a las personas con habilidades de investigación, pensamiento crítico, resolución de problemas, creatividad, comunicación y colaboración (Cruz, 2017).

Por otro lado, García (2023) explora cómo el modelo STEAM influye positivamente en el aprendizaje de las matemáticas, destacando la necesidad de una perspectiva multidisciplinaria y la integración transversal de las competencias matemáticas. Se destaca la importancia de que los docentes promuevan modelos evaluativos adecuados y fomenten la formación en el pensamiento lógico-matemático para preparar a los estudiantes no solo para el mercado laboral, sino también para su participación en la sociedad, adaptándose a los desafíos tecnológicos y epistémicos de la era digital.

La incorporación de la robótica, la computación y otras nuevas tecnologías en la formación del pensamiento matemático se reconoce como una estrategia que favorece la resolución de problemas de manera innovadora. A pesar de los avances en este

campo, las limitaciones estructurales en la región latinoamericana dificultan la implementación de estos modelos en diversos sectores de la población (García, 2023).

Estrategias Pedagógicas para la Enseñanza del Plano cartesiano

Hemos llevado a cabo una exhaustiva investigación que abarca una amplia gama de estudios científicos sobre el Modelo STEAM y su relación con las matemáticas. Sin embargo, hasta el momento no hemos encontrado un estudio específico que se enfoque en el Plano Cartesiano como objeto matemático dentro de este contexto. A pesar de ello, hemos identificado un estudio que vincula el plano cartesiano con el entorno virtual de Scratch. Este hallazgo es de particular interés para nuestra investigación, ya que planeamos utilizarlo como una herramienta para enseñar programación robótica.

Es importante destacar que nuestro enfoque difiere de dicho estudio en varios aspectos fundamentales. En primer lugar, nuestra metodología se basa en el Modelo STEAM, integrando ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas en un enfoque integral. Además, nuestro objetivo principal es introducir los principios de la robótica dentro de este marco educativo. Por lo tanto, aunque nos inspiramos en la relación entre el Plano Cartesiano y el entorno virtual de Scratch, nuestra investigación se distinguirá por su enfoque en el Modelo STEAM y su aplicación en la enseñanza de la robótica.

En el estudio presentado por Marín (2013), se enfatiza que su trabajo final de maestría surge del interés por facilitar la comprensión del Plano Cartesiano en estudiantes de sexto grado de una institución educativa, mediante la mediación lúdico-pedagógica del entorno virtual de Scratch. Por consiguiente, el objetivo general es determinar de qué manera el entorno virtual de Scratch, como mediación lúdico-pedagógica, potencia la comprensión del concepto del Plano Cartesiano en los estudiantes de sexto grado de una institución educativa.

Finalmente, el estudio encontró que el entorno virtual de Scratch, utilizado como mediación lúdico-pedagógica para potenciar la comprensión del concepto del Plano Cartesiano, fortalece dicho concepto en los estudiantes de sexto grado. Esto se

manifiesta en el progreso de sus habilidades para el desarrollo de diversas actividades relacionadas con el mismo. La investigación se centra en la enseñanza de los principios fundamentales de la programación robótica, utilizando el lenguaje de bloques como herramienta principal. Para llevar a cabo esta tarea, hemos decidido emplear Scratch como plataforma de enseñanza.

A través de Scratch, no solo introduciremos a los estudiantes al mundo de la robótica, sino que también aprovecharemos la oportunidad para explorar conceptos relacionados con el Plano Cartesiano. Este enfoque integral nos permitiría no solo desarrollar habilidades de programación, sino también comprender la importancia y aplicaciones prácticas del Plano Cartesiano en el contexto de la robótica, así como el desarrollo de la creatividad, también Scratch puede utilizarse como una herramienta para diseñar y simular proyectos ingenieriles simples. Por ejemplo, los estudiantes pueden crear simulaciones de puentes, sistemas de poleas, máquinas simples, o incluso sistemas eléctricos básicos.

Al utilizar Scratch como vehículo de enseñanza, se pretende que los estudiantes aprendan de manera práctica y lúdica, lo que facilita su comprensión de conceptos complejos y fomentará su creatividad y habilidades de resolución de problemas. Además, la integración del Plano Cartesiano en nuestros talleres pretende proporcionar una base sólida para futuros aprendizajes en matemáticas y ciencias.

3.5. Impacto de la Enseñanza

El estudio de Marín (2013) destaca el impacto positivo de Scratch como estrategia lúdico-pedagógica en la enseñanza del plano cartesiano. Utilizando este entorno virtual, los estudiantes mejoran su comprensión del plano a través de actividades interactivas que permiten visualizar y manipular puntos y trayectorias en un contexto divertido. Scratch fomenta la participación y el aprendizaje práctico, facilitando la internalización de conceptos matemáticos de manera significativa y accesible, especialmente en el desarrollo de habilidades espaciales y la resolución de problemas.

El artículo "Reflexiones del Open STEAM Group sobre el impacto del enfoque integrado del contenido en el aprendizaje de las matemáticas" de Mantecón et al. (2022), reflexiona sobre cómo el enfoque integrado del contenido, que combina elementos de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas (STEAM), influye en el aprendizaje de las matemáticas. La investigación destaca cómo este enfoque promueve la aplicación de conceptos matemáticos en contextos reales, favoreciendo el desarrollo de competencias clave en los estudiantes. También se menciona que el éxito de estos proyectos depende de la formación de los docentes en las metodologías STEAM.

Este enfoque promueve la conexión de las matemáticas con otras disciplinas, mejorando la comprensión teórica y la aplicación práctica, además de fomentar habilidades transversales esenciales para un aprendizaje integral.

3.6. Herramienta RoboMind

El Uso de la herramienta RoboMind para programar un robot a partir de un problema matemático relacionado con coordenadas en un Plano Cartesiano, es una herramienta que permite la enseñanza de la robótica educativa.

De tal forma que, la enseñanza del Plano Cartesiano en Primaria se utiliza como un espacio geométrico donde se desarrolla la orientación, así como el proceso evolutivo de la representación (mediante fases o niveles) situándose en un sistema de referencia dado y la construcción de un sistema de coordenadas (Gonzato, 2009).

Para Godino (2004), la relación entre orientación espacial y sistemas de referencia en el aula debe integrar los conocimientos sobre el espacio con las propiedades geométricas de los objetos y lugares para constituir un campo de conocimiento idóneo en el desarrollo intelectual de los alumnos.

Lo anterior, mediante las nociones básicas de proximidad, separación, orden, cerramiento y continuidad durante la convivencia y el juego inmediato del niño, y posteriormente hacerlo con objetos y elementos reales, para establecer así, relaciones

espaciales como: cerca, lejos, entre otros. Para que al desarrollar los contenidos relacionados con la orientación y representación espacial el alumno pueda progresar, en función de sus vivencias y el nivel de competencias o capacidades cognitivas, desde las percepciones intuitivas del espacio, hasta la progresiva construcción de nociones topológicas, proyectivas y euclidianas (Valdespino, 2017)

Para llevar a cabo la ubicación en un gráfico, es común tratar de buscar algún elemento (orientación, símbolos, lugares u objetos) que sirva de referencia. El sistema de referencia reticular se utiliza para ubicar un punto mediante la conformación de una cuadrícula integrada por una serie de líneas horizontales y verticales que, al ser relacionadas, sirven para construir coordenadas alfabéticas (A, C) y ubicar con precisión un lugar, siendo, por lo tanto, que la utilización del sistema de referencia reticular sea un precedente clave para el PC (Moreno, 1999).

Una vez que los estudiantes ubican puntos en el PC y determinan coordenadas en los puntos y rectas de éste, se plantean regularidades con algunas coordenadas (puntos que se ubican sobre el eje horizontal-vertical) y la recta: la recta (mismo valor de abscisa y mismo valor de ordenada); la recta paralela al eje vertical (mismo número en las abscisas) y recta paralela a eje horizontal (mismo valor en las ordenadas); reconocer pares ordenados como vértices para reproducir una figura y atribuirle así una interpretación geométrica (Valdespino, 2017)

RoboMind es una herramienta que se basa en un Plano Cartesiano y permite programar los movimientos de un robot en un plano de dos dimensiones. Esta permite la programación del robot de un modo simple a través de movimientos definidos.

A continuación, se muestra una tabla comparativa entre una actividad de aprendizaje del Plano Cartesiano y la herramienta RoboMind.

Tabla 1

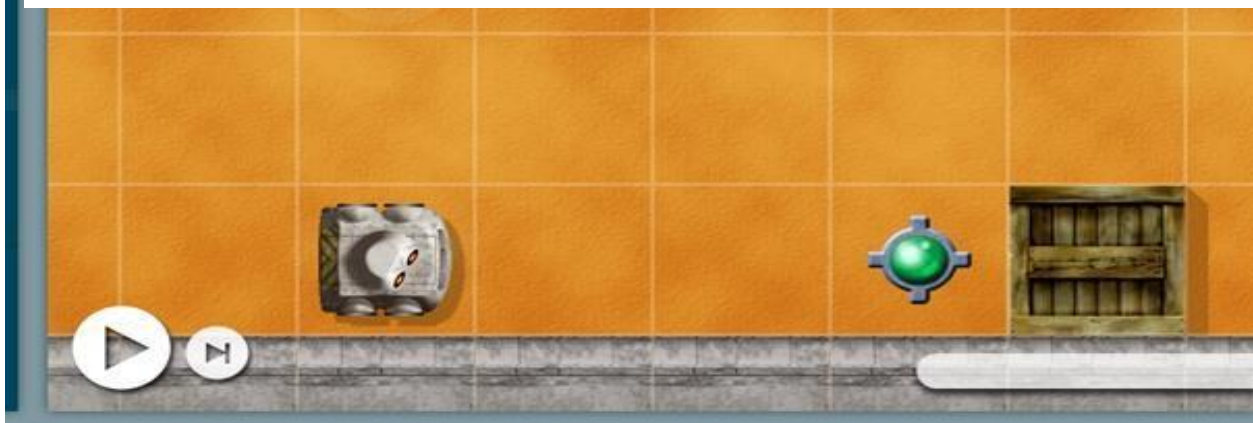
Relación del Plano Cartesiano con la herramienta RoboMind

Enseñanza del Plano Cartesiano	Herramienta RoboMind
<ul style="list-style-type: none">• Los estudiantes deben conocer que el Plano Cartesiano está dividido en cuatro cuadrantes.• Cada uno de ellos se puede representar con una cuadrícula.• En cuarto de primaria, el Plano Cartesiano se trabaja en el I Cuadrante.• Los estudiantes deben ubicar puntos en el Plano cartesiano.	<ul style="list-style-type: none">• Para programar un robot en RoboMind se debe tomar en cuenta que el escenario es un cuadrante.• También se puede decir que el escenario en donde se desplaza RoboMind es una cuadrícula. Ver figura 1• Para programar un robot en RoboMind utilizamos un lenguaje de programación para desplazarnos a través del I Cuadrante. Ver figura 2.• El robot deberá buscar en el plano una puerta, para ello se deberá de programar sus movimientos a través de los pares ordenados, utilizando referencias de derecha, izquierda, arriba y abajo

Nota: Elaboración propia.

Figura 1

Entorno de RoboMind



Nota: Figura tomada de la web de RoboMind Academy - Aprende a programar.

Figura 2

Algoritmo Principal de RoboMind

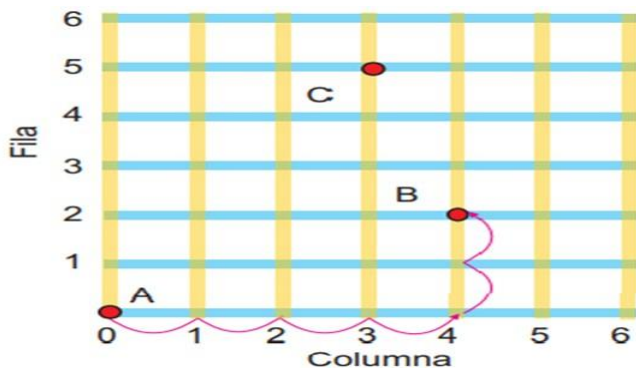
```
# avanza hacia adelante indefinidamente
# (aunque al final se quedará golpeando la pared)
repetir()
{
    adelante()
}
```

Nota: Figura tomada de la web de RoboMind Academy - Aprende a programar.

A los estudiantes se les enseña primero cómo se ubica un punto en el Plano Cartesiano, como se muestra a continuación. Representamos la posición del punto B, tomando el punto A como el punto de partida.

Figura 3

Ubicación del punto en el Plano



Para llegar al punto B, partimos de cero y avanzamos 4 unidades sobre la línea horizontal y a partir del punto correspondiente al número 4 avanzamos 2 unidades sobre la vertical.

La posición de un punto en el plano se representa con un par ordenado. En el par ordenado va primero el número que indica la posición sobre la línea horizontal y luego va el número que indica la posición sobre la línea vertical. A estos números se les llama coordenadas cartesianas del punto.

RoboMind (Halma, 2009) es un entorno de desarrollo integrado (IDE) que ofrece un lenguaje de programación simple para mover un robot en un mundo bidimensional. Se compone de tres partes: a la izquierda se encuentra el área de edición del programa; a la derecha el mundo en el que se mueve el robot según el programa; y en la parte inferior está el control de ejecución del programa junto con un área de mensajes, que se utiliza para mostrar errores sintácticos o situaciones en las que el robot tiene problemas durante la ejecución, como cuando el robot golpea una pared.

La robótica permite a los estudiantes pensar en problemas sistémicos, donde múltiples partes interactúan y son posibles múltiples soluciones. Se explora la robótica no solo por la parte estética del material, sino por las actividades que de él se originan, haciendo pensar, desafiar y actuar al estudiante, construyendo así conceptos y conocimientos (Cruz et al 2007).

4. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. Tipo de Estudio

El paradigma de esta investigación es Sociocrítico, según Ticona et al. (2020) el paradigma sociocrítico en investigación se basa en la crítica social y la autorreflexión, entendiendo que el conocimiento surge de las necesidades de ciertos grupos sociales. Este paradigma se diferencia del positivista porque el investigador no es solo un observador, sino un agente de cambio que facilita transformaciones sociales. En este caso, esta investigación busca entender cómo aprenden los estudiantes el Plano Cartesiano y cuáles son los principales desafíos que enfrentan al aprenderlo.

El presente trabajo de investigación se realizó bajo un enfoque cualitativo ya que, parte de la relación entre los investigadores y el objeto de estudio. Según el artículo de Vega-Malagón et al. (2014), el enfoque cualitativo en la investigación se centra en la comprensión profunda de fenómenos sociales y culturales desde la perspectiva de los participantes. Este enfoque no busca generalizar los resultados, sino interpretar el significado y contexto de las experiencias humanas. Se apoya en métodos como entrevistas, observaciones y análisis de contenido, donde el investigador interactúa activamente con los sujetos para construir conocimiento de manera conjunta.

El método de esta investigación es de tipo inductivo, debido a que se realizó primero una observación de los hechos y luego se analizó los resultados a partir de las características de los fenómenos que se presentan, de los cuales se realizarán comparaciones para llegar a conclusiones. Vega-Malagón et al. (2014) describe el método inductivo como característico del enfoque cualitativo. Este método parte de observaciones específicas para generar teorías o patrones generales. En el contexto de la investigación, implica un análisis exploratorio y abierto, donde las hipótesis emergen del estudio del fenómeno, en lugar de ser predefinidas como en el método deductivo.

El diseño de este trabajo es una investigación-acción, porque se ha realizado a través de un proceso de diagnóstico y se ha ejecutado un plan de acción. Según Elliott,

(1993), la investigación-acción es un proceso reflexivo y participativo, en el que los investigadores y los participantes trabajan conjuntamente para diagnosticar un problema, planificar acciones, implementarlas y evaluarlas, con el fin de mejorar prácticas sociales o profesionales concretas. Su propósito es tanto generar conocimiento como producir un cambio en la realidad investigada.

El alcance de esta investigación es de tipo descriptivo ya que se pretende analizar cómo aprenden El Plano Cartesiano los estudiantes de cuarto grado, además analizar sus desafíos y las áreas de mejora. Según Vilà Baños (2006), la investigación de tipo descriptivo se presenta como un enfoque cuyo objetivo principal es la caracterización y resumen de datos sin buscar relaciones causales o inferencias profundas. Este tipo de investigación se centra en la descripción precisa de los fenómenos observados, proporcionando un panorama general de las características de los datos recolectados.

4.2. Área de estudio

El área de estudio es en el sector educativo del área urbana, particularmente en cuarto grado de una Escuela de Primaria Regular de la ciudad de León, Nicaragua.

4.3. Línea de investigación

Este estudio va en correspondencia con las Líneas de Investigación del Área de Conocimiento Ciencias de la Educación y Humanidades:

- **Área estratégica:** Población, educación, inclusión social e interculturalidad.
- **Línea de Investigación:** Tecnología Educativa
- **Temática Específica de Investigación:** Uso de Software libre en unidades didácticas en el desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje.

4.4. Población

El universo de estudio en la presente investigación la integran 600 estudiantes matriculados en las modalidades de preescolar formal y primaria regular en los turnos matutino y vespertino de una escuela de la ciudad de León.

Población

El estudio de Arias-Gómez et al. (2016), describe la población de estudio como el conjunto de individuos o elementos que comparten ciertas características específicas y que cumplen con los objetivos del estudio. La población de interés estuvo constituida por 73 estudiantes matriculados en cuarto grado de una escuela de la ciudad de León.

Criterios de inclusión:

- Estudiantes activos de 4to. grado.
- Igual cantidad de estudiantes por género.
- Estudiantes con buena asistencia en clases.

Criterios de exclusión:

- Estudiantes con muy bajo porcentaje de asistencia.
- Que solo sean varones o solo sean mujeres.
- Estudiantes no matriculados en 4to. Grado.

4.5. Tipo de muestreo

El tipo de muestreo es no probabilístico y la técnica del muestreo es por conveniencia. Scharager y Reyes (2001) sobre muestreo no probabilístico, se describe el muestreo por conveniencia como una técnica en la que los investigadores seleccionan los participantes o elementos de la muestra basándose en la accesibilidad. Para esta investigación se decidió seleccionar a diez estudiantes, de los cuales cinco son varones y 5 mujeres, de tal manera que pudiera haber una igualdad de género.

4.6. Fuentes de información de datos

Fuentes Primarias

- Rúbrica de evaluación del Taller sobre el Aprendizaje del Plano cartesiano

Fuentes Secundarias

- La revisión bibliográfica de investigaciones relacionadas a este tema, para elaborar antecedentes, esclarecer el problema y justificar el estudio, abarcaron artículos, monografías y tesis, además, se pretende recolectar más información a

partir de los test y cuestionarios elaborados con base en las fuentes consultadas y las observaciones del tutor.

4.7. Procedimiento de recolección de datos

Rúbrica Analítica construida a partir de criterios observables sobre cómo aprenden los estudiantes el Plano Cartesiano y cuáles son los desafíos que enfrentaron. Esta rúbrica se basa en criterios específicos relacionados con la comprensión de los conceptos del plano cartesiano, la participación en las actividades propuestas y la capacidad para aplicar los conocimientos adquiridos en la resolución de problemas prácticos.

4.8. Plan de análisis

Fase 1: Diagnóstico

Durante el desarrollo de este estudio se llevó a cabo un diagnóstico dividido en dos momentos. En el primer momento, se trabajaron actividades relacionadas con el plano cartesiano desde un enfoque tradicional y abstracto, tal como suele abordarse comúnmente en el aula. En el segundo momento, se introdujo el uso de la herramienta Scratch con el objetivo de incorporar el enfoque STEAM y observar sus efectos en el proceso de aprendizaje

Para el taller del diagnóstico, se desarrolló un plan de análisis simple enfocado en evaluar el progreso de los estudiantes. Se utilizó una rúbrica que contiene indicadores específicos y evidencias de aprendizaje. Esta herramienta permitió evaluar la creatividad, precisión técnica y habilidades de colaboración de los estudiantes de manera efectiva. Se trabajó con las siguientes variables:

- Desafíos en los estudiantes al trabajar con el Plano cartesiano
- Impacto de la Robótica como recurso didáctico en el aprendizaje del plano cartesiano usando la herramienta Scratch como principio de la robótica.
- Efecto en los estudiantes de actividades integradas de matemáticas en la programación de Scratch bajo el enfoque de STEAM.

Una vez llenada la rúbrica de evaluación del taller, se procedió a realizar un análisis descriptivo, el cual tiene como objetivo responder a las preguntas iniciales de nuestra investigación. Este análisis nos permitió recolectar y ordenar los datos por medios gráficos, extraer sus características más representativas y describir el comportamiento de los participantes. Para la recolección de los datos utilizamos Hojas de Formularios de Google Workspace. En esa hoja se introdujeron los criterios de evaluación de la rúbrica los cuales se llenaron anticipadamente de forma manual por los investigadores (cada investigador irá llenando la rúbrica en el momento que los participantes van trabajando el taller). Al final esta misma aplicación brindó de forma automática unas tablas comparativas de los resultados por medio de una hoja de cálculo. Así mismo se visualizarán comparaciones de los resultados a través de gráficos.

Fase 2: Ejecución del plan acción

Este diagnóstico inicial fue fundamental para la elaboración del Plan de Acción, el cual consistió en un taller diseñado específicamente para potenciar el aprendizaje del plano cartesiano a través de la integración de la robótica educativa. Para ello, se utilizó la herramienta RoboMind, con la intención de reforzar y ampliar la aplicación del enfoque STEAM en el aula.

El taller fue evaluado mediante una rúbrica que incluía indicadores específicos y evidencias claras de aprendizaje. Esta herramienta permitió valorar de manera objetiva aspectos como la creatividad, la precisión técnica y las habilidades de colaboración de los estudiantes.

4.9. Operacionalización de variables

En cada variable se plantean una serie de indicadores aportados por los participantes y vinculados directamente con los temas principales seleccionados con anterioridad, tal como se detalla en la tabla.

Tabla 2*Operacionalización de variables*

Fuente	Variable	Definición Teórica	Definición Operacional	Tipo de variable	Nivel de medición	Indicadores
Estudiante	Comprensión del Plano Cartesiano	Conocimiento de los elementos del plano cartesiano y la relación entre coordenadas y puntos en el espacio bidimensional.	Capacidad de identificar los ejes, cuadrantes y ubicar puntos en el plano cartesiano utilizando coordenadas dadas.	Cualitativa	Ordinal	<ul style="list-style-type: none"> • Excelente • Muy bueno • Bueno • Regular
	Habilidades para determinar un punto en el Plano cartesiano	Ubican con precisión un punto en el plano cartesiano a partir de sus coordenadas.	Realización de ejercicios prácticos donde el estudiante localiza puntos dados en un gráfico del plano cartesiano.			<ul style="list-style-type: none"> • Excelente • Muy bueno • Bueno • Regular
	Habilidades para diseñar trayectorias en el Plano Cartesiano	Capacidad para conectar puntos en el plano cartesiano siguiendo una secuencia lógica o una regla matemática.	Trazar líneas o representen trayectorias específicas en el plano cartesiano mediante puntos definidos.			<ul style="list-style-type: none"> • Excelente • Muy bueno • Bueno • Regular
	Análisis y diseño de problemas relacionados con el Plano Cartesiano	Formular, interpretar y resolver problemas que impliquen el uso de coordenadas y relaciones espaciales en el plano cartesiano.	Resolución y creación de ejercicios prácticos que involucren situaciones matemáticas o reales utilizando el plano cartesiano.			<ul style="list-style-type: none"> • Excelente • Muy bueno • Bueno • Regular
	Desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y creativo	Proceso de adquirir habilidades para analizar, evaluar e innovar en la resolución de problemas o situaciones específicas.	Resuelven problemas abiertos o desarrollan propuestas originales aplicando análisis lógico.			<ul style="list-style-type: none"> • Excelente • Muy bueno • Bueno • Regular
	Uso de la tecnología en el aprendizaje	Incorporación de herramientas digitales como apoyo para facilitar la	Empleo de Scratch en actividades de aprendizaje estructuradas.			<ul style="list-style-type: none"> • Excelente • Muy bueno • Bueno

Fuente	Variable	Definición Teórica	Definición Operacional	Tipo de variable	Nivel de medición	Indicadores
Estudiante		adquisición de conocimientos y habilidades.				<ul style="list-style-type: none"> Regular
	Nivel de participación y compromiso	Grado en el que un estudiante se involucra activamente y asume responsabilidad en las actividades educativas.	Registro de la calidad de la participación del estudiante en el taller.	Cualitativa	Ordinal	<ul style="list-style-type: none"> Excelente Muy bueno Bueno Regular
	Impacto de actividades STEAM en el aprendizaje	Influencia que tienen las actividades basadas en Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas en el desarrollo de conocimientos y habilidades.	Medición del rendimiento y actitud de los estudiantes antes y después de participar en proyectos STEAM específicos.			<ul style="list-style-type: none"> Excelente Muy bueno Bueno Regular
	Experiencia con el software Scratch	Competencias desarrolladas en el uso de Scratch como herramienta para la programación y resolución de problemas creativos.	Creación de proyectos funcionales en Scratch que demuestren la comprensión de bloques de programación y lógica computacional.			<ul style="list-style-type: none"> Excelente Muy bueno Bueno Regular

4.10. Consideraciones éticas

En este estudio, se prioriza el respeto absoluto por los principios éticos fundamentales. Se garantiza el consentimiento informado de todos los participantes, junto con la confidencialidad y el anonimato de su información. Se garantiza la integridad científica, asegurando la honestidad y transparencia en todos los aspectos de la investigación. Además, se somete la investigación a una rigurosa revisión ética, respetando las normas y regulaciones pertinentes en el campo de estudio.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

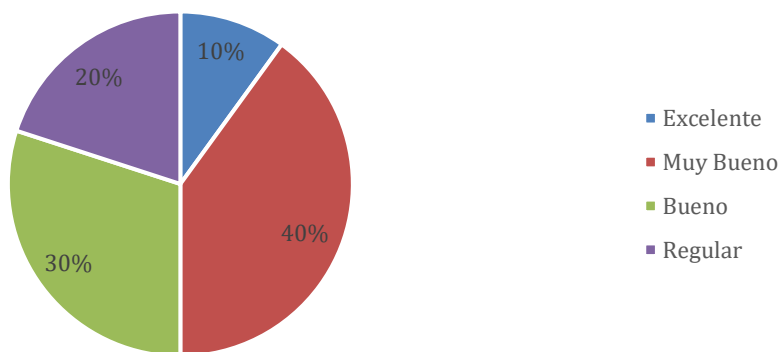
5.1. Análisis y Resultados de la fase de Diagnóstico

Con el propósito de identificar los principales retos que enfrentan los estudiantes al trabajar con el plano cartesiano en un contexto de aprendizaje abstracto, se llevó a cabo un diagnóstico inicial el cual se desarrolló mediante un taller diseñado para evaluar diversos conocimientos relacionados con este contenido matemático.

Lo que permitió explorar aspectos clave como la comprensión del Plano Cartesiano, habilidades para determinar un punto en el Plano Cartesiano, habilidades para diseñar trayectorias, análisis y diseño de problemas relacionados con el Plano Cartesiano, desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y creativo, uso de la tecnología en el aprendizaje del Plano Cartesiano, nivel de participación y compromiso, impacto de actividades STEAM en el aprendizaje, experiencia con el software Scratch.

Figura 4

Comprensión del Plano Cartesiano



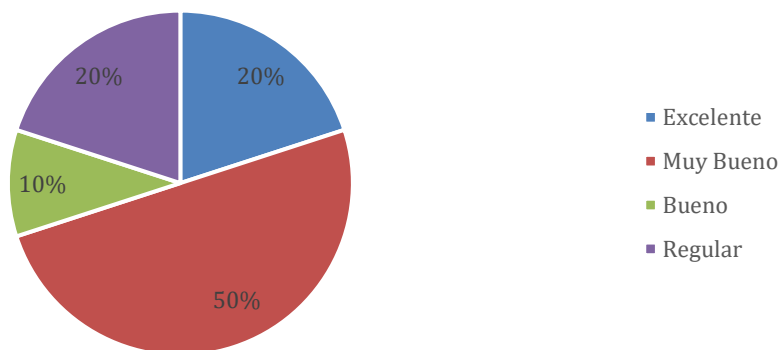
Nota: Elaboración propia.

En el gráfico anterior se detallan los hallazgos obtenidos, los cuales muestran de manera integral el nivel de dominio, las dificultades recurrentes y las áreas de oportunidad que presentan los estudiantes entorno al aprendizaje del plano cartesiano.

En cuanto a la comprensión del Plano Cartesiano, se evidencia que un 50% de los estudiantes, aplican correctamente los conceptos fundamentales (10% Excelente y 40% Muy bueno). Un 30% comprende la mayor parte de estos conceptos, aunque incurre en algunos errores al aplicarlos, por último, el 20% restante muestra complicaciones para comprender incluso los conceptos básicos del plano cartesiano, lo que indica poco dominio conceptual.

Figura 5

Habilidades para determinar un punto en el plano cartesiano.



Nota: Elaboración propia.

En cuanto a las habilidades para ubicar puntos en el Plano Cartesiano, encontramos las siguientes evidencias (Ver figura 5)

El 50% de los estudiantes logra ubicar los puntos correctamente con una mínima ayuda. Esto indica que tienen una comprensión general del sistema de coordenadas, aunque en ocasiones requieren apoyo para recordar la secuencia correcta de ubicación (x, y). Por ejemplo, algunos de estos estudiantes inicialmente intentaron ubicar el punto utilizando primero la coordenada y, lo que los llevó a errores de localización. Un caso común fue al ubicar el punto (4,2), donde algunos marcaron primero 2 en el eje horizontal en lugar de 4.

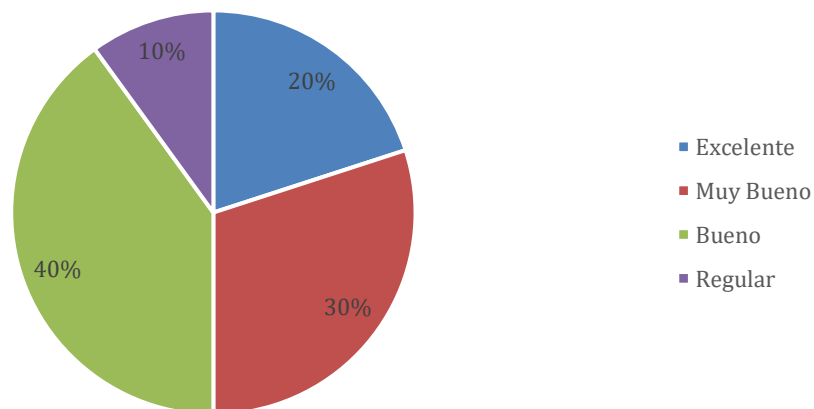
Por otro lado, el 20% de los estudiantes demostró un dominio total de la ubicación de puntos en el plano cartesiano, identificando con precisión cada coordenada sin necesidad de ayuda. Estos estudiantes aplican correctamente la regla de ubicación (x, y), pueden interpretar con facilidad cualquier punto dentro del primer cuadrante y comprenden cómo varía la posición cuando cambia el valor de una coordenada.

En contraste, el 30% de los estudiantes presenta inconvenientes frecuentes al ubicar los puntos, de los cuales un 20% muestra un desempeño regular, cometiendo fallas recurrentes como confundir los ejes o invertir las coordenadas. Por ejemplo, al ubicar el punto (3,5), algunos marcaron primero 5 en el eje x y 3 en el eje y, colocándolo en una posición incorrecta, finalmente, un 10% de los estudiantes presenta un nivel de desempeño bajo en esta habilidad.

Estos estudiantes tienen problemas significativos para diferenciar entre los ejes y, en muchos casos, requieren múltiples explicaciones y ejercicios adicionales para corregir sus equivocaciones. Un desacierto recurrente fue ubicar el punto (2,4) directamente en la intersección de los ejes en lugar de desplazar según sus coordenadas.

Figura 6

Habilidades para diseñar trayectorias en el Plano Cartesiano



Nota: Elaboración propia.

Al trabajar las habilidades para diseñar trayectorias en el Plano Cartesiano, se encontraron las siguientes evidencias: (Ver figura 6)

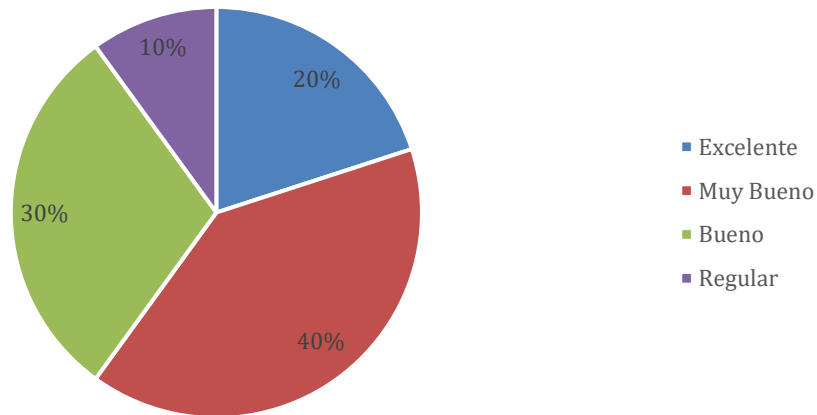
El 50% de los estudiantes diseña trayectorias correctas con ciertos desaciertos. De este grupo, un 20% demuestra un desempeño excelente, trazando recorridos precisos y siguiendo correctamente las instrucciones de desplazamiento. Estos estudiantes pueden interpretar indicaciones como “avanza 3 unidades a la derecha y 2 hacia arriba” con facilidad, asegurándose de que el punto final sea el esperado. El 30% restante de este grupo muestra un desempeño muy bueno, aunque comete ciertos fallos menores. Por ejemplo, al diseñar una trayectoria desde el punto (2,1) moviéndose 4 unidades a la derecha y 3 arriba, ubican el punto final en (5,4) en lugar de (6,4), olvidando contar la unidad inicial.

Por otro lado, el 40% de los estudiantes diseña trayectorias simples, pero con ciertas confusiones. Aunque comprenden la lógica de desplazamiento, tienden a confundir la dirección o el número de unidades. Un desacuerdo común fue avanzar en el eje equivocado; por ejemplo, si se les pedía “mueve 2 unidades a la derecha y 3 hacia arriba desde (1,2)”, algunos movían 2 unidades hacia arriba en lugar de hacia la derecha.

Un 10% de los estudiantes tienen complicaciones significativas para diseñar trayectorias. En este grupo, se observó que algunos estudiantes trazaban líneas sin un patrón claro o sin seguir correctamente las instrucciones de desplazamiento. Un caso recurrente fue iniciar correctamente el recorrido, pero perder la orientación en pasos posteriores, terminando en puntos inesperados.

Figura 7

Análisis y diseño de problemas relacionados con el Plano Cartesiano



Nota: Elaboración propia.

En la figura 7 se muestran los resultados en dónde los estudiantes debían diseñar una manera de solucionar una situación utilizando el Plano Cartesiano. Se evidenció lo siguiente:

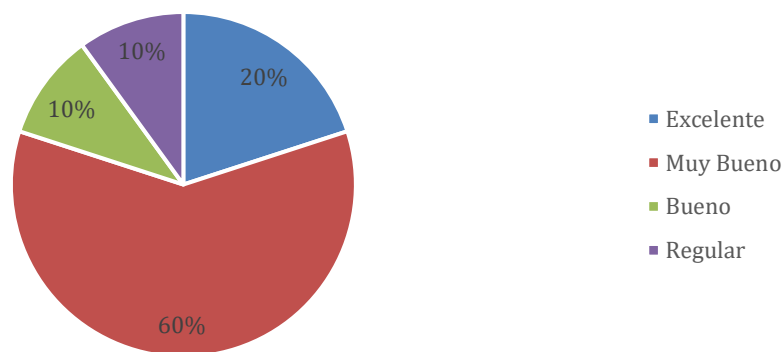
60% de los estudiantes plantea problemas claros, aunque con alguna omisión, del cual el 20% de los estudiantes demostraron un desempeño excelente en la estructuración del problema, con detalles menores por mejorar, como la formulación de la pregunta final y el 40% de estudiantes lograron un nivel muy bueno, pero con omisiones en la relación entre los datos y el uso del plano cartesiano, como la ubicación precisa de los puntos.

Un 30% de los estudiantes plantea problemas claros y completos, aplicando correctamente el Plano Cartesiano. En este grupo, se destacan ejemplos bien estructurados, como el diseño de laberintos o trayectorias en Scratch con instrucciones precisas.

El 10% de los estudiantes tienen complicaciones significativas para plantear problemas claros. En este grupo, se evidenció confusión en la formulación de situaciones matemáticas y en la asociación del plano con la solución de problemas.

Figura 8

Desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y creativo



Nota: Elaboración propia.

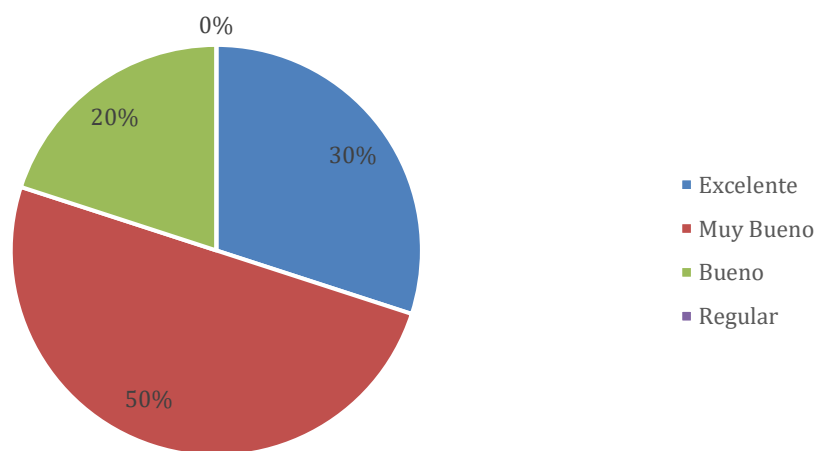
Durante el taller, se evaluó el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y creativo a través de la creación de juegos en Scratch basados en el Plano Cartesiano. Los resultados obtenidos (ver figura 8) reflejan el nivel de creatividad e innovación de los estudiantes en el diseño de sus proyectos.

80% de los estudiantes desarrolló juegos adecuados con cierto grado de creatividad: De estos el 20% demostraron un desempeño excelente, creando juegos innovadores con dinámicas bien estructuradas y un uso estratégico del Plano Cartesiano en la mecánica del juego, mientras que el 60% alcanzaron un nivel muy bueno, diseñando juegos funcionales con una propuesta creativa, aunque con oportunidades de mejora en la originalidad o en la optimización de las interacciones dentro del juego.

El 20% de los estudiantes presentó juegos funcionales, pero con poca creatividad: El 10% de ellos lograron un nivel bueno, ya que, aunque sus juegos cumplían con los requisitos básicos de funcionamiento, la aplicación del Plano Cartesiano fue limitada y la jugabilidad resultó poco atractivas, sin embargo, el 10 % obtuvo una calificación regular, pues sus juegos carecían de elementos innovadores y presentaban estructuras repetitivas sin aprovechar el potencial creativo de Scratch.

Figura 9

Uso de la tecnología en el aprendizaje del Plano Cartesiano



Nota: Elaboración propia.

El uso de la tecnología en el aprendizaje del Plano Cartesiano (ver figura 9) permitió a los estudiantes mejorar sus habilidades al resolver problemas, pero también mostró algunas áreas en las que se requieren ajustes en la comprensión y manejo de herramientas tecnológicas. A continuación, se presentan las evidencias:

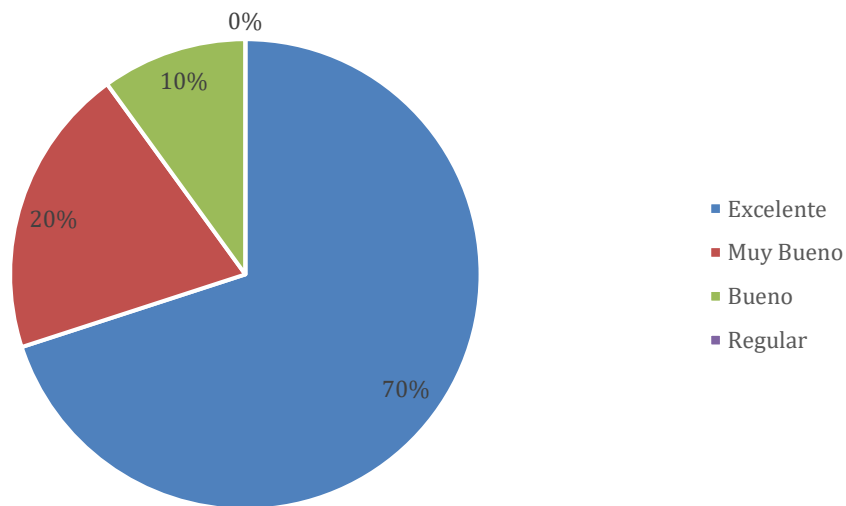
El 80% de los estudiantes resolvió problemas correctamente utilizando tecnología, aunque algunos presentaron equivocaciones menores al aplicar las herramientas digitales, entre ellos el 50% fue muy bueno, lograron resolver los problemas de manera eficiente, utilizando las tecnologías de forma adecuada para ubicar puntos, diseñar trayectorias y realizar cálculos relacionados con el Plano Cartesiano.

Sin embargo, algunos cometieron desaciertos al momento de combinar las herramientas digitales o al representar visualmente los problemas, como no trazar correctamente las coordenadas o colocar puntos en lugares equivocados debido a un error de interpretación, mientras que el 30% fue excelente, resolvieron problemas con gran precisión, demostrando dominio tanto de las herramientas tecnológicas como de los conceptos matemáticos relacionados con el plano cartesiano. Estos estudiantes usaron la tecnología de manera fluida y sin cometer faltas, logrando una representación correcta y clara de los puntos y trayectorias.

Un 20% de los estudiantes presentaron ciertas confusiones para resolver problemas utilizando tecnología de forma efectiva. Estos estudiantes tuvieron inconvenientes al interactuar con el software y herramientas, lo que afectó su capacidad para resolver los problemas de manera eficiente. Algunas fallas observadas fueron la falta de familiaridad con las plataformas, complicaciones para ubicar los puntos correctamente en el plano, y confusión al usar las funciones de los programas de dibujo o Scratch. A continuación, se muestra el siguiente gráfico:

Figura 10

Nivel de participación y compromiso

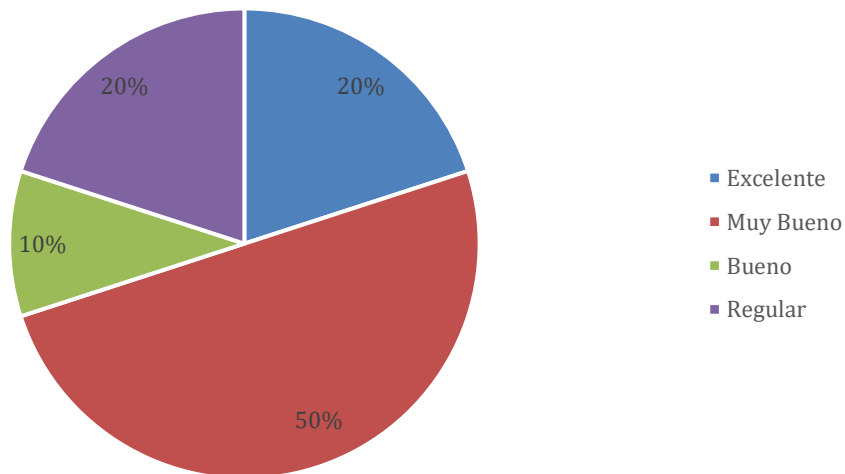


Nota: Elaboración propia.

Durante el desarrollo del taller sobre el Plano Cartesiano y su aplicación en Scratch, se evidenció un alto grado de participación y compromiso por parte de la mayoría de los estudiantes (ver figura 10). El 90% de los estudiantes mostró gran interés y dedicación en las actividades: de estos 70% excelente, participando activamente en todas las actividades, formulando preguntas y colaborando con sus compañeros, mientras que el 20% muy bueno, involucrándose de manera constante, aunque con menor iniciativa, sin embargo, hubo un 10% de los estudiantes presentó bajo interés y compromiso, participando de manera pasiva y mostrando menor entusiasmo en la realización de las actividades.

Figura 11

Impacto de actividades STEAM en el aprendizaje



Nota: Elaboración propia.

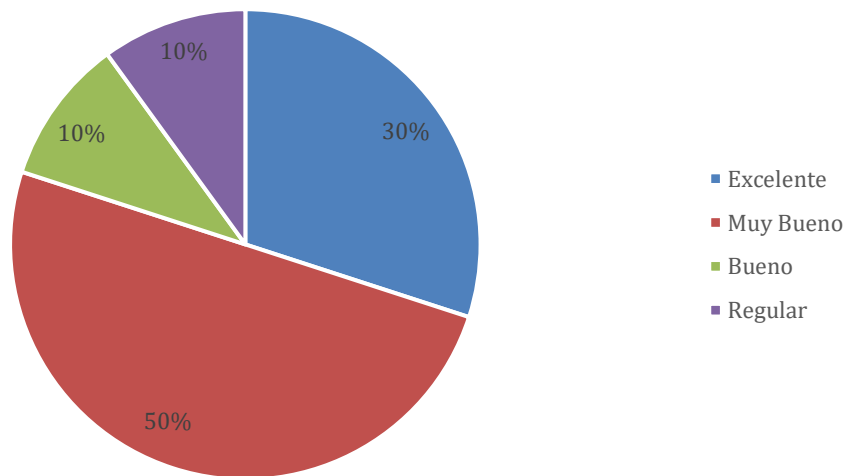
El enfoque STEAM permitió a los estudiantes no solo aprender conceptos matemáticos del Plano Cartesiano, sino también experimentar la interrelación de diferentes disciplinas, como las ciencias, la tecnología, las matemáticas y el arte. A través de las actividades propuestas, los estudiantes pudieron interdisciplinar y analizar la necesidad de combinar estas áreas para resolver problemas y crear soluciones innovadoras. El 70% de los estudiantes aplicó correctamente los conceptos, destacándose especialmente aquellos que comprendieron cómo la tecnología (Scratch) y las matemáticas se fusionan para diseñar trayectorias y resolver problemas, de estos un 20% fue excelente porque utilizó la tecnología para aplicar la teoría matemática del Plano Cartesiano de forma precisa, mientras que el 50% muy bueno integró adecuadamente las áreas, aunque con algunos ajustes necesarios en el uso de herramientas digitales.

El 30% de los estudiantes presentó poca facilidad, esto debido a que las actividades propuestas mostraron un desafío en integrar estas disciplinas, evidenciando

la necesidad de reforzar aún más el trabajo interdisciplinario. A pesar de ello, la exposición a las distintas áreas fue un paso crucial en su comprensión global de cómo la combinación de estas puede enriquecer su aprendizaje. (ver figura 11)

Figura 12

Experiencia con el software Scratch



Nota: Elaboración propia.

La experiencia de los estudiantes con el software Scratch fue mayoritariamente positiva (ver figura 12), permitiendo que explorarán y aplicaran conceptos matemáticos de manera creativa. A continuación, se describen las evidencias de esta experiencia:

El 80% de los estudiantes tuvo una experiencia positiva con Scratch, aunque con ciertas dificultades en la adaptación al entorno de programación, de estos el 50% muy buena, mostrando una excelente capacidad para utilizar los bloques de programación y diseñar actividades interactivas, aunque algunos enfrentaron pequeños problemas al aplicar comandos complejos o al combinar diferentes bloques, el 30% tuvo una experiencia excelente, con una comprensión rápida del entorno de Scratch, logrando

utilizarlo con fluidez y sin mayores complicaciones, implementando proyectos completos de forma creativa y precisa.

El 10% de los estudiantes encontró la experiencia limitada, enfrentando muchos desafíos al interactuar con el software, así como comprender la interfaz y las funciones de Scratch, lo que les impidió realizar sus proyectos de manera efectiva, sin embargo, el 10% de los estudiantes experimentó dificultades frecuentes con el software Scratch, lo que evidenció una necesidad de mayor apoyo y práctica en el uso de la herramienta. Estas complicaciones incluyen problemas para arrastrar y conectar bloques, así como para realizar trazos o movimientos precisos en el Plano Cartesiano. En el siguiente gráfico se pueden apreciar los resultados.

Hallazgos relevantes de la fase de diagnóstico

El análisis detallado de los datos obtenidos revela una serie de hallazgos importantes sobre el proceso de aprendizaje del Plano Cartesiano y su relación con la robótica educativa.

Trabajar el Plano Cartesiano con un enfoque STEAM resultó muy beneficioso para los estudiantes. Este enfoque despertó entusiasmo y creatividad, permitiéndoles integrar ciencias, matemáticas, tecnología y artes de manera significativa. Los estudiantes mostraron un mayor interés y compromiso, lo que se tradujo en una experiencia de aprendizaje más enriquecedora.

Aunque la mayoría de los estudiantes tiene buena comprensión y aplica conceptos correctamente, un porcentaje considerable requiere un apoyo más personalizado para entender completamente las actividades propuestas.

Esta necesidad de orientación adicional se refleja también en las habilidades para determinar puntos y diseñar trayectorias en el Plano Cartesiano, donde una proporción significativa de estudiantes muestra dificultades que requieren sugerencias o intervención por parte de los facilitadores.

El uso del programa Scratch tenía, además, el objetivo de introducir a los estudiantes en el lenguaje de programación de una manera práctica y accesible. A través de la creación de juegos y actividades interactivas, los estudiantes pudieron comprender los fundamentos de la programación, como el uso de bloques lógicos y la secuenciación de instrucciones. Esta aproximación no solo contribuyó a reforzar el aprendizaje del Plano Cartesiano, sino que también les permitió adquirir habilidades clave en pensamiento computacional, esenciales en el contexto educativo actual.

El impacto positivo de la robótica como recurso didáctico en el aprendizaje del Plano Cartesiano es evidente. La creatividad y el interés demostrados por los estudiantes al diseñar juegos en Scratch reflejan un desarrollo positivo de habilidades de pensamiento crítico y creativo. Además, el uso de tecnología genera entusiasmo entre los estudiantes, lo que sugiere una buena aceptación de estas herramientas en el proceso de aprendizaje.

En cuanto a las actividades integradas de matemáticas en la programación de Scratch, se observa una mejora significativa en la comprensión del Plano Cartesiano después de su aplicación. Sin embargo, persiste un grupo de estudiantes que aún no logra comprender completamente el concepto. La habilidad para aplicar conceptos matemáticos en la programación también muestra variabilidad, con algunos estudiantes capaces de emplear el Plano Cartesiano de manera autónoma, mientras que otros necesitan intervención de los facilitadores del taller.

Estos hallazgos destacan la importancia de abordar de manera integral el aprendizaje del Plano Cartesiano, aprovechando recursos como la robótica, la programación y la tecnología para mejorar la comprensión y aplicación de los conceptos matemáticos. Es fundamental continuar explorando estrategias pedagógicas que promuevan una participación activa y un compromiso significativo de los estudiantes en estas áreas.

6. PLAN DE ACCIÓN

Resultados esperados:

- Desarrollar la capacidad de los estudiantes para formular algoritmos, a través del aprendizaje de técnicas de programación y estrategias de resolución de problemas.
- Potenciar la comprensión del aprendizaje del Plano Cartesiano mediante la implementación del enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas), integrando actividades colaborativas con robótica educativa.
- Incorporar el uso del software RoboMind como recurso didáctico en el aprendizaje del Plano Cartesiano, a través de actividades de programación y simulación de trayectorias de robot en entornos virtuales.

Tabla 3

Plan de Acción.

Variable	Actividades	Fecha/Tiempo	Recursos
Realimentación de actividades con el Plano Cartesiano	Actividades Iniciales: Los estudiantes recuerdan lo que han aprendido a través de preguntas exploratorias que se deben responder en el plenario: ¿Qué es el plano cartesiano y para qué se utiliza en matemáticas? ¿Cómo se representan los puntos en el plano cartesiano? ¿Cuál es su importancia?	Encuentro 1 45 minutos	Proyector Computadora Papelógrafos Pizarra Marcadores acrílicos.

Variable	Actividades	Fecha/Tiempo	Recursos
Actividades con el enfoque STEAM	<p>¿Cómo se pueden usar las coordenadas en el plano cartesiano para resolver problemas matemáticos? ¿Puedes dar un ejemplo?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los estudiantes seleccionados se presentan en la clase de computación y se les presenta RoboMind a través de un proyector. - El facilitador explica qué es RoboMind, sus funciones principales, su entorno, y cómo se usan las coordenadas cartesianas para mover al robot. <p>Conocimientos de RoboMind:</p> <p>1. Definición de RoboMind:</p> <p>RoboMind es un entorno de programación visual que permite a los estudiantes aprender los fundamentos de la programación de robots de manera interactiva. Los estudiantes aprenderán qué es RoboMind y su propósito educativo.</p>	Encuentro 2 (45 minutos)	<p>Proyector Computadoras o dispositivos con RoboMind.</p> <p>Manual de RoboMind o guía de funciones.</p>
	<p>2. Funciones principales de RoboMind:</p> <p>El entorno está diseñado para simular el comportamiento de un robot en un plano cartesiano. Los estudiantes aprenderán cómo utilizar el lenguaje de programación basado en bloques para dar órdenes al robot y cómo estas órdenes afectan el movimiento del robot en el plano.</p> <p>3. El entorno de RoboMind:</p> <p>Los estudiantes aprenderán a identificar y usar las diferentes áreas dentro de la interfaz de RoboMind:</p>		






Variable	Actividades	Fecha/Tiempo	Recursos
Actividades con el enfoque STEAM	<p>Área de programación: Donde se arrastran y conectan los bloques de programación para controlar los movimientos del robot.</p> <p>Área de simulación: Es donde el robot ejecuta las instrucciones programadas y muestra el movimiento en el plano cartesiano.</p> <p>Panel de comandos: Aquí los estudiantes podrán acceder a diferentes tipos de comandos, como los de movimiento y los de control del robot.</p> <p>4. Movimientos en el plano cartesiano:</p> <p>Los estudiantes aprenderán los conceptos básicos del plano cartesiano (coordenadas X, Y) y cómo el robot puede moverse en él mediante comandos de programación. Entenderán cómo establecer el punto de origen (0,0) y cómo las coordenadas definen el lugar al que se mueve el robot.</p>	Encuentro 2 (45 minutos)	Proyector Computadoras o dispositivos con RoboMind.
	<p>5. Instrucciones de movimiento:</p> <p>Los estudiantes aprenderán a programar el robot utilizando instrucciones de movimiento, como:</p> <p>Mover hacia adelante (X): El robot se mueve a lo largo del eje X (horizontal).</p> <p>Mover hacia arriba (Y): El robot se mueve a lo largo del eje Y (vertical).</p> <p>Girar: El robot puede girar 90 grados a la derecha o izquierda.</p> <p>Estos movimientos serán controlados a través de los bloques de programación en RoboMind, y los estudiantes aprenderán cómo cada uno afecta la posición del robot en el plano cartesiano.</p>		
	6. Relación entre programación y trayectorias:		

Variable	Actividades	Fecha/Tiempo	Recursos
	Los estudiantes aprenderán a cómo las secuencias de instrucciones de movimiento forman trayectorias en el plano cartesiano. Comprenderán cómo se puede programar una ruta específica para el robot, representando dicha ruta en el plano cartesiano.		
	<ul style="list-style-type: none"> - Los estudiantes crean su cuenta en RoboMind y aprenden a iniciar sesión en la plataforma. - Se da apoyo para resolver problemas técnicos durante el proceso de registro. 	Encuentro 3 (45 minutos)	<ul style="list-style-type: none"> - Computadoras con acceso a internet. - Software RoboMind
Actividades con el enfoque STEAM	<ul style="list-style-type: none"> - Los estudiantes realizan el primer reto de RoboMind donde deben mover el robot a través de un conjunto de coordenadas. Los estudiantes demostrarán creatividad e ingenio para completar el desafío. <p>El primer reto será: Recoge la baliza y colócala en la esquina inferior izquierda del mapa en el siguiente enlace: Desafiar, para ayudarse, deben tomar en cuenta lo siguiente:</p>	Encuentro 4 (45 minutos)	<ul style="list-style-type: none"> - Computadoras con RoboMind. - Hojas con plano cartesiano. - Lápices o bolígrafos.

Variable	Actividades	Fecha/Tiempo	Recursos
----------	-------------	--------------	----------

Figura 13

Simbología de movimientos

Mover		Mandar	Descripción
		adelante	Da un paso adelante. Use forward(número) para realizar más pasos a la vez.
		hacia atrás	Da un paso atrás. Use backward (número) para hacer más pasos a la vez.
		Izquierda	Haz un cuarto de vuelta a la izquierda. Use left(número) para hacer más pasos a la vez.
		Derecha	Haz un cuarto de vuelta a la derecha. Use right (número) para realizar más pasos a la vez.

Nota: Imagen tomada de la web de RoboMind

Figura 14

Funciones de íconos de RoboMind

Agarrar		Mandar	Descripción
		recogida	Coloque la baliza frente al robot
		putDown	Coloque una baliza frente al robot
		eatUp	Recoge y destruye la baliza de enfrente
Pintar		Mandar	Descripción
		de pinturaBlanco	Pon el pincel con pintura blanca en el suelo
		pinturaNegro	Pon el pincel con pintura negra en el suelo
		stopPintar	Deja de pintar, esconde el pincel

Nota: Imagen tomada de la Web de RoboMind

Encuentro 4 (45 minutos)

- Computadoras con RoboMind.
- Hojas con plano cartesiano.
- Lápices o bolígrafos.

Actividades con el enfoque STEAM

Variable	Actividades	Fecha/Tiempo	Recursos
	<p>Figura 15</p> <p><i>Entorno de Programación de RoboMind</i></p>  <p>Nota: Imagen tomada de la Web de RoboMind</p> <p>Después, representan la trayectoria seguida por el robot en una hoja con el plano cartesiano.</p>		
Actividades con el enfoque STEAM	<p>- Los estudiantes completan un segundo reto más complejo con movimientos más largos y complejos. El segundo reto será: Desafiar</p> <p>El robot pintará un cuadrado. Antes de programar. El estudiante deberá diseñar antes una trayectoria en el plano cartesiano y luego ponerlo en práctica en el Software.</p>	Encuentro 5 (45 minutos)	<p>- Computadoras con RoboMind.</p> <p>- Hojas con plano cartesiano ampliado.</p> <p>- Lápices</p>

Variable	Actividades	Fecha/Tiempo	Recursos
----------	-------------	--------------	----------

Figura 16

Escenario de RoboMind



Nota: Imagen tomada de la Web de RoboMind

- Después, representan en el plano cartesiano las trayectorias ampliadas.

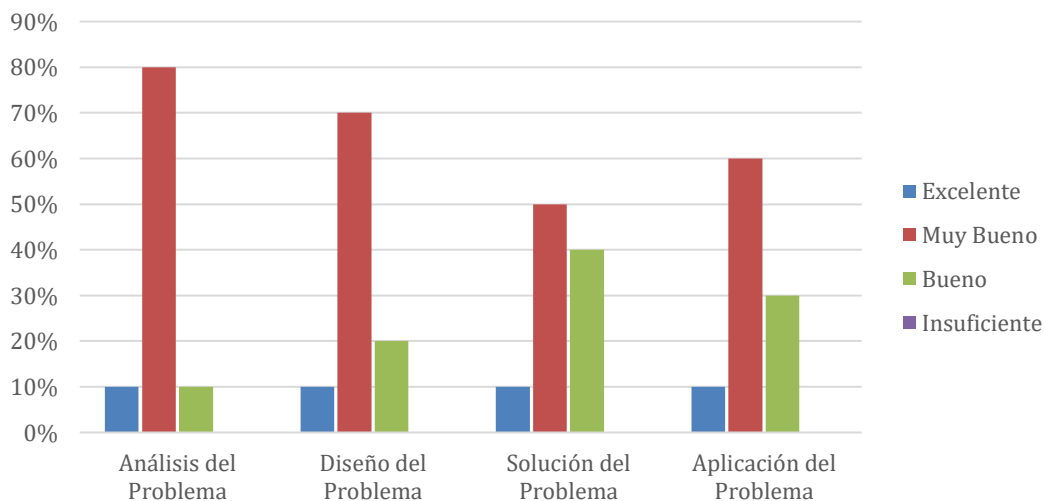
6.1. Análisis y Resultados de la ejecución del Plan de Acción

A partir de los hallazgos del diagnóstico, se implementó un Plan de Acción con el objetivo de fortalecer las estrategias de aprendizaje del Plano Cartesiano, abordando las necesidades detectadas. Para ello, se evaluaron los siguientes aspectos: Relación de la metodología de las matemáticas con la robótica educativa, el Plano Cartesiano como herramienta didáctica para la enseñanza de la robótica educativa a través de STEAM y Uso del software RoboMind en la enseñanza del Plano Cartesiano aplicando la robótica educativa.

A partir de esta evaluación, se obtuvieron diversas evidencias que permitieron analizar el impacto de las estrategias implementadas y su efectividad en la mejora del aprendizaje de los estudiantes. A continuación, se presentan los principales hallazgos y resultados obtenidos a lo largo del desarrollo del Plan de Acción. En cuanto a la relación de la metodología de las matemáticas con la robótica educativa, se tomaron en cuenta los siguientes indicadores: (Ver gráfico en figura 17)

Figura 17

Relación de la metodología de las matemáticas con la robótica educativa



Nota: Elaboración propia.

Para tener una comprensión más clara del gráfico anterior, a continuación, se presenta la siguiente tabla con los principales hallazgos encontrados:

Tabla 4

Resultados de la relación de la metodología de las matemáticas con la robótica educativa

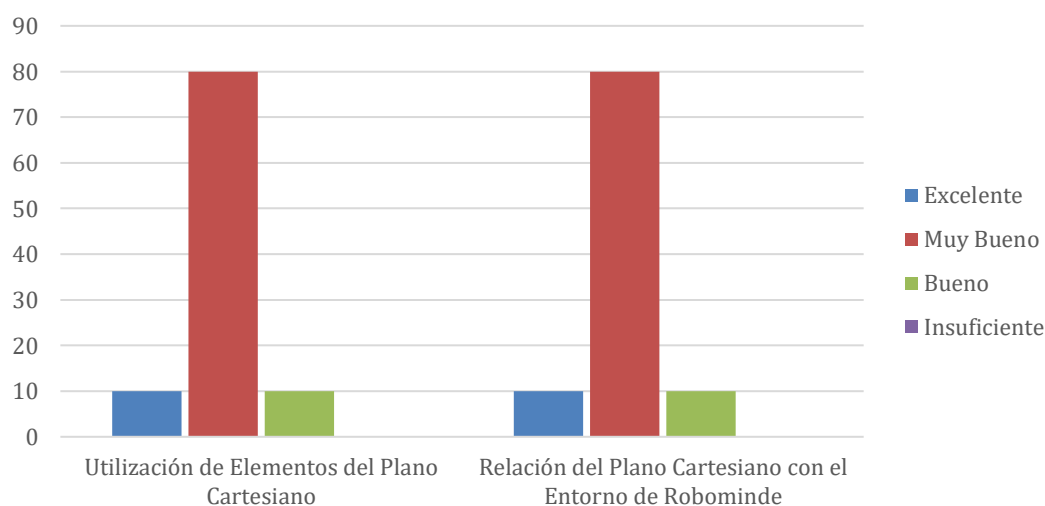
Criterio	Excelente	Muy Bueno	Bueno
Análisis del Problema	10% analizan claramente la relación entre coordenadas y movimiento. Identifican cómo ajustar desplazamientos (ej. mover a la esquina inferior izquierda).	80% reconoció la importancia de planificar el recorrido del robot antes de programar.	10% necesitó explicación adicional para comprender la relación entre instrucciones y trayectoria en el plano cartesiano, sin embargo, lograron comprender las actividades.
Diseño del Problema	10% diseñó soluciones optimizadas con trayectorias precisas y eficientes.	70% diseñó rutas variadas. Algunos planificaron el recorrido en papel antes de programarlo, minimizando errores.	20% necesitó apoyo para entender el impacto de giros y desplazamientos en el entorno de RoboMind, sin embargo, alcanzaron el logro esperado.
Solución del Problema	10% programó soluciones con código estructurado y uso eficaz de bucles.	50% desarrolló soluciones con pocos errores, usando correctamente comandos de giro para formar figuras como cuadrados o líneas rectas.	40% requirió explicación extra para comprender la relación entre el código y la ejecución en RoboMind, aunque esto no impidió que terminaran la actividad con éxito.

Criterio	Excelente	Muy Bueno	Bueno
Aplicación del Problema	10% logró predecir correctamente el comportamiento del robot antes de ejecutar el código, mostrando alto nivel de pensamiento lógico y percepción espacial.	60% aplicó correctamente conceptos matemáticos en RoboMind, identificando patrones y representándolos en el plano cartesiano.	30% necesitó explicación adicional sobre la relación entre ejes y desplazamientos del robot en el plano cartesiano, logrando de esta manera cumplir con el objetivo de la actividad.

En la tabla se pudo notar que hubo una mejora significativa en la comprensión del plano cartesiano tras integrar RoboMind. Antes, solo el 50% de los estudiantes aplicaba bien los conceptos, mientras que después, el 90% entendió la relación entre coordenadas y movimientos del robot. Además, el 70% diseñó trayectorias eficientes y el 60% programó correctamente en RoboMind, demostrando mejor planificación y ejecución. La necesidad de explicaciones extra también disminuyó, pasando del 50% al 30%. Esto evidencia que la robótica educativa fortaleció el pensamiento lógico y la aplicación del Plano Cartesiano.

Figura 18

El Plano Cartesiano como Herramienta Didáctica



Nota: Elaboración propia.

En cuanto al Plano Cartesiano como Herramienta Didáctica, se evaluó los siguientes indicadores, como se muestran en la tabla 5

Tabla 5

Resultados del Plano Cartesiano como herramienta didáctica

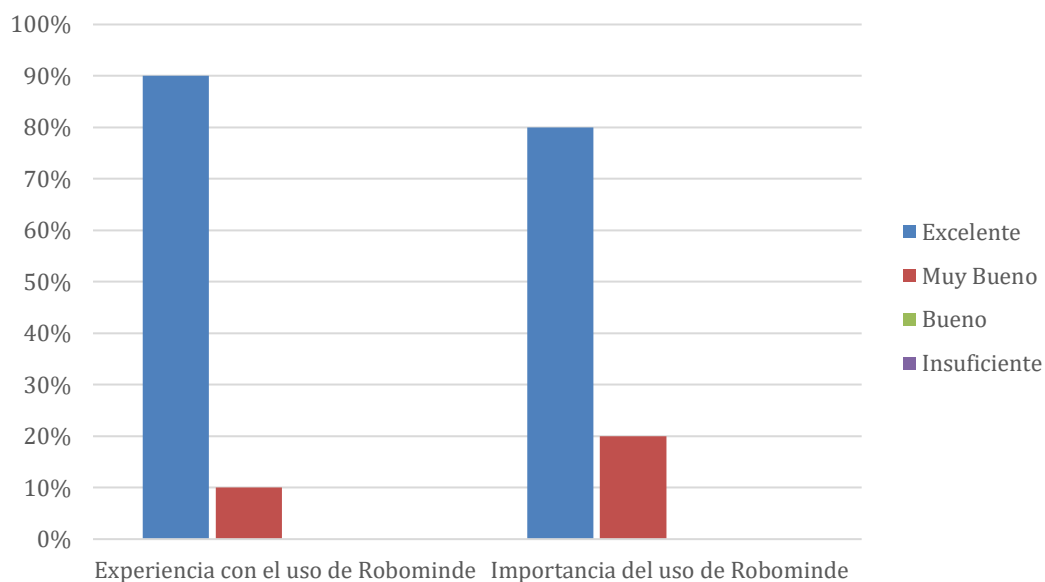
Aspecto Evaluado	Excelente	Muy Bueno	Bueno
Uso de Elementos del Plano Cartesiano	El 10% utilizan el plano de forma precisa. Identifican correctamente puntos y trayectorias usando pares ordenados.	El 80% utilizan los elementos del plano de forma adecuada. Logran representar recorridos del robot con coordenadas correctamente.	El 10% requieren explicación personalizada, pero logran el objetivo, porque al final de la actividad pudieron usar todos los elementos disponibles en la actividad.
Relación con el Entorno Virtual de RoboMind	El 10% de los estudiantes analizó la relación entre el Plano Cartesiano y RoboMind de manera excelente. Algunos estudiantes lograron describir con precisión cómo la ubicación inicial del robot influía en su trayectoria final	El 80% lo analizó de forma muy buena. La mayoría de los estudiantes pudieron ubicar correctamente puntos en el plano y programar movimientos basados en coordenadas	El 10% requieren explicación adicional sobre el uso de cuadrantes y cómo estos afectan el movimiento del robot, sin embargo, se cumplió el objetivo.

Nota: Elaboración propia

El taller logró integrar con éxito la programación, la robótica y las matemáticas, permitiendo que los estudiantes desarrollaran habilidades lógicas y espaciales mediante la aplicación del enfoque STEAM. Al trabajar el Plano Cartesiano con RoboMind, se aplicó este enfoque al fomentar la interdisciplinariedad entre ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas, promoviendo el pensamiento crítico y la resolución de problemas de manera innovadora.

Figura 19

Experiencia e importancia del uso de RoboMind



Nota: Elaboración propia.

En cuanto al uso del Software RoboMind, en la siguiente tabla se pueden ver los siguientes resultados:

Tabla 6

Resultados de experiencias del uso de RoboMind

Aspecto Evaluado		Excelente	Muy Bueno
Uso de	se pudo encontrar que el	90% de los estudiantes demostró entusiasmo excelente en la interacción	El 10% valoró el software como una herramienta de aprendizaje muy buena. Los estudiantes destacaron la utilidad de RoboMind para
Elementos del Plano Cartesiano			

Aspecto Evaluado	Excelente	Muy Bueno
	con RoboMind. La mayoría de estudiantes experimentó con comandos adicionales para optimizar la trayectoria del robot	comprender de manera práctica la relación entre coordenadas y movimiento
Relación con el Entorno Virtual de RoboMind	Los estudiantes valoraron como muy importante el uso del software. El 80% lo observaron como excelente.	el 20% como muy bueno. Lo que significa que la herramienta fue muy valorada en cuanto a su importancia para el aprendizaje.

7. CONCLUSIÓN

A lo largo del desarrollo de esta investigación se implementaron diversas estrategias didácticas con el propósito de mejorar la comprensión del Plano Cartesiano en estudiantes de cuarto grado, integrando herramientas tecnológicas como Scratch y, Robomind a través del enfoque pedagógico STEAM. A partir de los resultados obtenidos, es posible reflexionar sobre los avances logrados, los desafíos encontrados y el impacto de las actividades propuestas en el aprendizaje de los estudiantes. A continuación, se presentan las principales conclusiones derivadas del estudio.

En el diagnóstico realizado, se logró identificar los principales retos que enfrentan los estudiantes de cuarto grado al trabajar con el Plano Cartesiano desde un enfoque abstracto. Aunque un porcentaje considerable mostró comprensión de los conceptos básicos, también se evidenciaron complicaciones frecuentes al ubicar puntos, diferenciar ejes y diseñar trayectorias. Esto refleja que, cuando el aprendizaje se presenta de manera teórica y sin apoyo visual o práctico, muchos estudiantes encuentran barreras para apropiarse de los contenidos. La integración del software Robomind, como parte de la robótica educativa a través del enfoque STEAM, resultó ser una estrategia didáctica efectiva, ya que permitió a los estudiantes relacionar directamente los conceptos del Plano Cartesiano con movimientos reales dentro de un entorno simulado. A través de la programación de trayectorias, se logró representar gráficamente lo que antes solo visualizaban de forma abstracta. Esta conexión entre teoría y práctica favoreció un aprendizaje más significativo, donde se evidenció una mejora notable en el uso de coordenadas y la planificación de recorridos. La implementación del enfoque STEAM de una manera más profunda en la etapa del Plan de Acción permitió potenciar el proceso de aprendizaje, al vincular la matemática con áreas como la tecnología, la ciencia y el arte. Esta estrategia no solo reforzó contenidos, sino que motivó a los estudiantes a trabajar de manera colaborativa, a resolver problemas con creatividad y a expresar sus ideas de forma lógica y estructurada. El alto nivel de participación, el interés demostrado y el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico evidencian que el enfoque STEAM favorece la formación integral de los estudiantes.

8. RECOMENDACIONES

Acompañar el aprendizaje del Plano Cartesiano con recursos tecnológicos y visuales.

El uso de herramientas tecnológicas como Robomind contribuye a que los estudiantes comprendan de forma más clara los conceptos del Plano Cartesiano lo que permite una interacción práctica y significativa, facilitando el paso del pensamiento abstracto a la aplicación concreta mediante simulaciones y actividades visuales.

Implementar estrategias de aprendizaje basadas en el enfoque STEAM en las clases de matemáticas.

Integrar actividades que combinan ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas permitirá favorecer el desarrollo del pensamiento crítico, la creatividad y la resolución de problemas, debido a que convierte el aprendizaje en una experiencia dinámica, donde los estudiantes aplican sus conocimientos en contextos reales o simulados.

Brindar apoyo personalizado a los estudiantes que presentan dificultades en la comprensión del contenido.

Es fundamental atender de manera individual a aquellos estudiantes que aún tienen confusiones, utilizando estrategias como el trabajo colaborativo, atención personalizada y la práctica guiada. Estas acciones permiten reforzar el aprendizaje, aclarar dudas y avanzar al ritmo de cada estudiante.

Fomentar la creación de juegos o retos de programación vinculados a contenidos matemáticos

Diseñar actividades que fortalezcan la motivación de los estudiantes y promuevan la apropiación de conceptos matemáticos. A través del juego y la exploración, los estudiantes desarrollan habilidades cognitivas y tecnológicas de forma divertida y efectiva.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, J. P. S., Vaca, V. D. C. C., & Vaca, M. C. (2019). Educación Steam: entrada a la sociedad del conocimiento. *Ciencia Digital*, 3(3.4.), 212-227.
- Alfonso, B. G. (2003). La investigación histórica en didáctica de la matemática. *Investigación en educación matemática: séptimo simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática* (pp. 79-86). Universidad de Granada.
- Arias-Gómez, J., Villasís-Keever, M. Á., & Novales, M. G. M. (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista alergia méxico*, 63(2), 201-206.
- Campos, Y. (2000). Estrategias didácticas apoyadas en tecnología. México: Dgenamdf.
- Casado Fernández, R., & Checa Romero, M. (2020). Robótica y Proyectos STEAM: Desarrollo de la creatividad en las aulas de Educación Primaria. *Píxel-Bit: Revista de Medios y Educación*, 58, 51-69.
- Cruz, K. J. Z. (2017). Fortalecimiento de las matemáticas a través de las STEAM en la Tecnoacademia de Neiva. *Revista Ciencias Humanas*, 14, 39-52.
- Cruz, M. E. J. K. et. Al. (2007). Formación práctica del graduado en informática para trabajar con Robótica Educativa. En : XVIII Taller de Informática en Educación (SBIE), São Paulo, Brasil.
- Diego Mantecón, J. M., Ortiz Laso, Z., & Blanco, T. F. (2022). Reflexiones del Open STEAM Group sobre el impacto del enfoque integrado del contenido en el aprendizaje de las matemáticas.
- Elliott, J. (1990). *La investigación-acción en educación*. Ediciones Morata.
- García, M. A. M., Gonzales, G. M., de Quedena, J. M. M. G., & Carcelén, A. E. M. (2023). Pensamiento lógico-matemático: revisión del modelo de evaluación STEAM para desarrollar competencias matemáticas. *Revista de filosofía*, 40(103), 83-98.

- Godino, J. (2004). *Didáctica de las Matemáticas para Maestros*. Publicación realizada en el marco del Proyecto de Investigación y Desarrollo del Ministerio de Ciencia y Tecnología y Fondos FEDER, BSO200202452. Granada, España.
- Gonzato, M., (2009). *Significados de Referencia para el estudio de la orientación espacial en Primaria*. Trabajo de Fin de Máster. Universidad de Granada: España.
- Halma, A. (2009). Robomind. net–Welcome to Robomind.net, the new way to learn programming.
- Marín Gutiérrez, S. L. (2013). *El entorno virtual de Scratch como mediación lúdico-pedagógica para potenciar la comprensión del plano cartesiano* (Doctoral dissertation).
- Martínez Moreno, K. (2017). *Secuencia didáctica para el fortalecimiento de la enseñanza aprendizaje del plano cartesiano en los estudiantes del grado quinto de primaria de la fundación educativa santa Isabel de Hungría sede Alfonso López Cali-Colombia*.
- Mieles, M. M. B., & Montero, K. L. K. (2012). Metodología basada en el método heurístico de Polya para el aprendizaje de la resolución de problemas matemáticos. *Escenarios*, 10(2), 7-19.
- Ministerio de Educación, Mined . Programa de Matemática de Quinto Grado. 2019. Nicaragua.
- Moreno, J.L. (1999). *Libro de matemáticas*. México: UIA.
- Parra, B. (2001). Dos concepciones de resolución de problemas de matemáticas. *Arriaga Coronilla, A. y Barrón Rodríguez, H*, 13-32.
- Prieto Castellanos, B. J. (2017). El uso de los métodos deductivo e inductivo para aumentar la eficiencia del procesamiento de adquisición de evidencias digitales. *Cuadernos de contabilidad*, 18(46), 56-82.
- Ramírez, P. A. L., & Sosa, H. A. (2013). Aprendizaje de y con robótica, algunas experiencias. *Revista Educación*, 43-63.

- RICO, L. (1997). Consideraciones sobre el currículo de matemáticas para educación secundaria, en Rico, L. (coord.). La educación matemática en la enseñanza secundaria, pp. 15-38. Barcelona: ICE-Horsor
- Ruiz Vicente, F., Zapatera, A., Montes, N., & Rosillo, N. (2019, May). Proyectos STEAM con LEGO Mindstorms para educación primaria en España. In INNODOCT/18. International Conference on Innovation, Documentation and Education (pp. 711-720). Editorial Universitat Politècnica de València.
- Scharager, J., & Reyes, P. (2001). Muestreo no probabilístico. Pontificia Universidad Católica de Chile, Escuela de Psicología, 1, 1-3.
- Suárez Zapata, A., García Costa, D., Martínez Delgado, P. A., & Martos Torres, J. (2018). Contribución de la Robótica educativa en la adquisición de conocimientos de matemáticas en la Educación Primaria.
- Ticona, R. M. L., Condori, J. L. M., Mamani, J. S. M., & Santos, F. E. Y. (2020). Paradigma sociocrítico en investigación. PsiqueMag, 9(2), 30-39.
- Unidad de Gestión Educativa Andahuaylas de Perú. Manual Básico de Scratch. LaptopXoSecundariaScratch.pdf
- Valdespino Medina, E. (2017). El conocimiento especializado de maestros mexicanos de primaria sobre el plano cartesiano (Master's thesis, Universidad Internacional de Andalucía).
- Vega-Malagón, G., Ávila-Morales, J., Vega-Malagón, A. J., Camacho-Calderón, N., Becerril-Santos, A., & Leo-Amador, G. E. (2014). Paradigmas en la investigación. Enfoque cuantitativo y cualitativo. European Scientific Journal, 10(15).
- Vilà Baños, R. (2006). ¿Cómo hacer un análisis cuantitativo de datos de tipo descriptivo con el paquete estadístico SPSS? Butlletí LaRecerca, 2006, num. 6.

10. ANEXOS

10.1. Anexo 1. Taller Aprendizaje del Plano cartesiano

Taller Aprendizaje del Plano cartesiano y la aplicación de tecnologías como Scratch para determinar áreas de mejora en el aprendizaje de estudiantes de 4to.

Estimados estudiantes:

Somos estudiantes de la carrera de Matemática Educativa y Computación de UNAN-León. Hemos preparado un taller sobre el aprendizaje del Plano Cartesiano y la aplicación de tecnologías como Scratch para determinar áreas de mejora en el aprendizaje en estudiantes de 4to. Grado, la información resultante de este taller permitirá analizar el imparto. del enfoque STEAM, utilizando robótica educativa, en la comprensión del Plano Cartesiano.

Encuentro 1:

Actividad 1: Conceptualización del Plano Cartesiano

Introducción teórica al concepto del Plano Cartesiano, explicando su estructura, coordenadas, ejes, y cómo se relaciona con la programación de robots. Los estudiantes deben recordar que: El Plano Cartesiano es una herramienta matemática utilizada para representar puntos y figuras en dos dimensiones. Consiste en dos rectas perpendiculares entre sí, llamadas ejes, que se intersecan en un punto llamado origen.

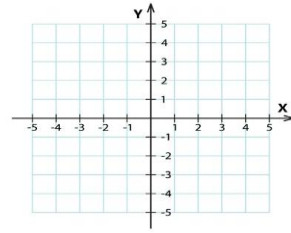
El eje horizontal se llama eje X y se extiende hacia la derecha y la izquierda del origen, mientras que el eje vertical se llama eje Y y se extiende hacia arriba y hacia abajo del origen. Estos ejes dividen el plano en cuatro cuadrantes numerados del I al IV en sentido antihorario, comenzando en el cuadrante superior derecho.

Cada punto en el plano se puede identificar mediante un par ordenado de números, que representan su posición en los ejes X e Y. Por ejemplo, el punto (3, 4) se encuentra a 3 unidades a la derecha del origen en el eje X y a 4 unidades hacia arriba del origen en el eje Y.

Actividad 2:

Observar el siguiente Plano Cartesiano:

- Dibujan en su cuaderno el Plano Cartesiano.
- Señalan con color amarillo el punto de origen.
- Señalan los siguientes pares ordenados: (2,3) (0,4) (4,2)



Actividades de Culminación y realimentación:

- Se pasa a algunos estudiantes a la pizarra para que realicen las actividades en plenario.
- Entre todos se llegan a conclusiones sobre el Plano Cartesiano.

Encuentro 2:

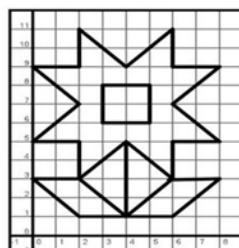
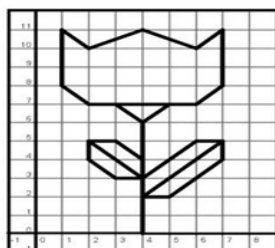
Realizar una retroalimentación de lo aprendido el día anterior, a través de preguntas exploratorias que se deben responder en el plenario:

- ¿Qué es el plano cartesiano y para qué se utiliza en matemáticas?
- ¿Cómo se representan los puntos en el plano cartesiano? ¿Cuál es su importancia?
- ¿Cómo se pueden usar las coordenadas en el plano cartesiano para resolver problemas matemáticos? ¿Puedes dar un ejemplo?

De manera individual se les asigna a los estudiantes dos hojas impresas para que realicen dos actividades.

Actividad 1:

Observa las siguientes figuras elige una y dibújala en el plano cartesiano utilizando puntos, líneas y curvas.



11									
10									
9									
8									
7									
6									
5									
4									
3									
2									
1									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8

Actividad 2:

Crea un laberinto en el Plano Cartesiano, luego lo resuelvan utilizando coordenadas. Deben trazar el camino correcto para llegar a la salida, evitando los obstáculos en el camino.

18															
17															
16															
15															
14															
13															
12															
11															
10															
9															
8															

7															
6															
5															
4															
3															
2															
1															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Encuentro 3

Introducción a la herramienta Scratch. Los estudiantes aprenderán a conocer y entender el entorno de Scratch, así como los principales bloques de programación que podrán programar. Para ello se utilizará el Manual Básico de Scratch del Ministerio de Educación de Perú, el cual será compartido a los estudiantes.

Actividad 1: Dibujando con Scratch

Los estudiantes usarán el entorno de programación Scratch para dibujar figuras simples en un plano cartesiano. Se les proporcionarán instrucciones para utilizar los bloques de movimiento y dibujo.

Materiales: Computadoras o tabletas con acceso a Scratch.

Actividad 2: Laberinto en Scratch

Los estudiantes crearán un laberinto en Scratch utilizando coordenadas para ubicar los obstáculos y el punto de inicio y final. Luego, intercambiarán sus creaciones y resolverán los laberintos creados por sus compañeros.

Materiales: Computadoras o tabletas con acceso a Scratch.

10.2. Anexo 2: Rúbrica de evaluación aplicado a estudiantes de cuarto grado

Asignatura: _____ **Grado:** _____ **Fecha:** _____
Sexo M ☐ Estudiante: _____
 F ☐

Tabla 7

Anexo 2, Rúbrica de aplicación del Diagnóstico de cuarto grado

Criterio	Excelente	Muy bueno	Bueno	Regular
Comprensión del Plano Cartesiano	Comprende completamente y aplica conceptos avanzados.	Tiene buena comprensión y aplica conceptos correctamente.	Comprende la mayoría de los conceptos, pero con algunos errores.	Dificultad para comprender los conceptos básicos.
Habilidades para determinar un punto en el Plano cartesiano	Ubica puntos con total precisión y sin ayuda.	Ubica los puntos correctamente con mínima ayuda.	Ubica puntos, pero con algunos errores.	Tiene dificultades frecuentes al ubicar puntos.
Habilidades para diseñar trayectorias en el Plano Cartesiano	Diseña trayectorias complejas y exactas.	Diseña trayectorias correctas con pequeños errores.	Diseña trayectorias simples con algunos errores.	Tiene dificultades para diseñar trayectorias.
Análisis y diseño de problemas relacionados con el Plano Cartesiano	Plantea problemas claros y completos aplicando el plano.	Plantea problemas claros, pero con alguna omisión.	Plantea problemas, pero con varias omisiones importantes.	Tiene dificultades para plantear problemas claros.
Desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y creativo	Desarrolla juegos innovadores con un alto nivel creativo.	Desarrolla juegos adecuados con algo de creatividad.	Los juegos son funcionales, pero poco creativos.	Los juegos son básicos y muestran poca creatividad.

Criterio	Excelente	Muy bueno	Bueno	Regular
Uso de la tecnología en el aprendizaje	Resuelve problemas de manera eficiente usando tecnología.	Resuelve problemas correctamente , pero con algunos errores.	Resuelve problemas, pero tiene dificultades con la tecnología.	No resuelve problemas de forma efectiva utilizando tecnología.
Nivel de participación y compromiso	Participa activamente con gran interés y dedicación.	Participa con buen nivel de interés y compromiso.	Participa, pero con poco interés o compromiso.	Muestra bajo interés y compromiso en las actividades.
Impacto de actividades STEAM en el aprendizaje	Aplica conceptos matemáticos, arte, diseño y ciencias de manera avanzada.	Aplica correctamente los conceptos con algunas dificultades.	Aplica conceptos con errores o de manera incompleta.	Tiene dificultades para aplicar conceptos matemáticos y STEAM.
Experiencia con el software Scratch	La experiencia es enriquecedora, con dominio completo del software.	La experiencia es positiva, pero con algunas dificultades.	La experiencia es limitada, con muchos desafíos.	Tiene dificultades frecuentes con el software Scratch.

Nota: Elaboración propia.

10.3. Anexo 3 Rúbrica del Plan de Acción

Tabla 8

Rúbrica de Plan de Acción

Indicadores	Criterio	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Insuficiente
Relación de la metodología de las matemáticas con la robótica educativa	Análisis del problema	Reconoce la relación entre coordenadas y movimiento del robot sin ningún error.	Identifica la relación de forma satisfactoria, sin necesidad de apoyo adicional.	Identifica la relación de forma limitada, requiriendo apoyo adicional.	No logra identificar la relación entre coordenadas y movimiento del robot.
	Diseño del problema	Diseña soluciones explorando diferentes rutas con ningún error.	Diseña soluciones satisfactorias con errores mínimos en la planificación del recorrido.	Diseña soluciones básicas con errores en la planificación del recorrido, pero necesita ayuda adicional.	No logra diseñar soluciones funcionales para el problema.
	Solución del problema	Desarrolla soluciones sin ningún error en la ejecución.	Presenta dificultades mínimas en la relación entre código y ejecución.	Presenta dificultades en la relación entre código y ejecución y necesita ayuda adicional.	No logra programar soluciones funcionales.
	Aplicación del problema	Aplica los conceptos sin ninguna dificultad.	Aplica correctamente los conceptos, pero con errores mínimos.	Requiere apoyo adicional más de dos veces para aplicar correctamente los conceptos.	No logra aplicar los conceptos en la solución del problema.
El Plano Cartesiano como Herramienta Didáctica	Utilización de elementos del Plano Cartesiano	Utiliza adecuadamente los elementos del Plano Cartesiano sin ningún error.	Usa los elementos con errores pocos significativos en su aplicación.	Usa los elementos con errores significativos en su aplicación y necesita corrección.	No usa correctamente los elementos del Plano Cartesiano.

Indicadores	Criterio	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Insuficiente
	Relación del Plano Cartesiano con los elementos de Robomind	Relaciona el Plano Cartesiano con RoboMind sin imprecisiones	Presenta una relación buena entre ambos conceptos.	Presenta una relación superficial entre ambos conceptos.	No establece una relación clara entre el Plano Cartesiano y RoboMind.
El uso del Software RoboMind	Experiencia con el uso de Robomind	Utiliza adecuadamente el software sin mostrar ninguna dificultad.	Maneja RoboMind de manera adecuada con mínimas dificultades en la ejecución.	Maneja RoboMind de manera básica con dificultades en la ejecución.	No logra utilizar RoboMind de manera efectiva.
	Importancia del uso de Robomind	Explica la importancia de RoboMind mencionando elementos claves.	Muestra una comprensión de la importancia de RoboMind.	Muestra una comprensión limitada de la importancia de RoboMind omitiendo algunos elementos claves.	No demuestra comprensión sobre la relevancia del software en el aprendizaje.

Nota: Elaboración propia.

10.4. Anexo 4. Evidencias del Taller del diagnóstico

Figura 20

Evidencia del Diagnóstico



Figura 21

Evidencia de Diagnóstico



Figura 22

Evidencias del Diagnóstico



10.5. Anexo 5. Evidencias de Taller de Plan de Acción

Figura 23

Evidencia del Plan de Acción



Figura 24

Evidencia del Plan de Acción

