



Un micromundo para el aprendizaje de la traslación mediada por la aplicación Pictoblox

Jhojan Estiven Villano Córdoba

Universidad del Valle
Facultad de Educación y Pedagogía
Licenciatura en Matemáticas
Año
2024



Un micromundo para el aprendizaje de la traslación mediada por la aplicación Pictoblox

Jhojan Estiven Villano Córdoba

Yonathan Bonelo Ayala
Director Trabajo de Grado

Universidad del Valle
Facultad de Educación y Pedagogía
Licenciatura en Matemáticas
2024

Agradecimientos

Con el corazón lleno de gratitud, quiero comenzar este agradecimiento a Dios, quien me ha bendecido con la vida, la salud y todo lo necesario para culminar este proceso. Sin Su apoyo, nada de esto habría sido posible.

A mi familia, en especial a mis padres, les debo un agradecimiento inmenso. Ellos han sido mi pilar, mi fuente de fuerza constante, y su apoyo incondicional ha sido fundamental en mi vida y en todo mi recorrido en esta carrera. Gracias por su amor, comprensión y sacrificio.

También quiero agradecer profundamente a mi primo Jerson, por su apoyo incansable, siempre a mi lado, animándome en cada paso, sin pedir nada a cambio. Su presencia en mi vida ha sido un regalo.

Finalmente, no puedo dejar de agradecer a Valery, quien jugó un papel crucial en la recta final de este trabajo. Gracias, Valery, por ser una compañera excepcional, por tu dedicación y por darle la forma y estructura visual a este proyecto. Sin tu talento y apoyo, este trabajo de grado no habría tenido la misma esencia.

Mil gracias a cada uno de ustedes por su amor, apoyo y confianza. Este logro es de todos nosotros.

Resumen

Este trabajo de grado aborda el diseño e implementación de un micromundo interactivo mediado por el lenguaje de programación Pictoblox para facilitar el aprendizaje de la traslación geométrica en estudiantes de cuarto grado de educación básica primaria. La investigación se fundamenta en el enfoque construccionista de Noss y Hoyles (2019), que plantea que los estudiantes construyen activamente su conocimiento a través de la exploración y creación en entornos personalizados, y en la Teoría de Mediación Semiótica de Mariotti (2010), que resalta el papel de los signos y artefactos como mediadores en el aprendizaje matemático.

El proyecto se desarrolla dentro de la línea de Prácticas y Tecnologías de la Información y la Comunicación en Educación Matemática (PTICEM) y utiliza la metodología de Investigación Basada en Diseño (IBD). Esta metodología permite un análisis iterativo del impacto de las actividades propuestas en la comprensión y aplicación de conceptos geométricos, particularmente la traslación. El micromundo, diseñado en Pictoblox, se centra en la resolución de actividades que combinan programación visual y pensamiento computacional para conectar la teoría geométrica con escenarios prácticos.

Las actividades incluyen desafíos progresivos, desde movimientos simples hasta traslaciones complejas en el plano. En "El viaje de Juan", los estudiantes exploran los conceptos básicos de traslación y rotación al programar un carro que recorre un laberinto. Posteriormente, en "La rana y su vela mágica", enfrentan un aumento en la complejidad al optimizar rutas y estrategias. Estas actividades están diseñadas para fomentar la experimentación, el razonamiento lógico y la resolución de problemas.

Los resultados destacan que el uso de herramientas tecnológicas como Pictoblox motiva a los estudiantes al tiempo que mejora la comprensión de conceptos abstractos como la traslación. Las respuestas de los participantes reflejan una progresión significativa en su capacidad para identificar patrones, anticipar resultados y aplicar conceptos geométricos a nuevos contextos. Este hallazgo coincide con los planteamientos de Martínez Lina y Niño Jorge (2017), quienes subrayan la importancia de contextualizar la programación en entornos educativos para maximizar su impacto.

En conclusión, el estudio demuestra que el uso de Pictoblox como herramienta educativa no solo facilita el aprendizaje de la traslación geométrica, sino que también promueve habilidades interdisciplinarias como el pensamiento crítico, la creatividad y el trabajo colaborativo. Asimismo, se plantea la importancia de realizar investigaciones futuras que profundicen en el uso de micromundos y lenguajes de programación visual para enriquecer la enseñanza de las matemáticas en distintos niveles educativos.

Abstract

This degree work addresses the design and implementation of an interactive microworld mediated by the Pictoblox programming language to facilitate the learning of geometric translation in fourth grade elementary school students. The research is based on the constructionist approach of Noss and Hoyles (2019), which states that students actively construct their knowledge through exploration and creation in personalized environments, and on the Semiotic Mediation Theory of Mariotti (2010), which highlights the role of signs and artifacts as mediators in mathematical learning.

The project is developed within the line of Information and Communication Practices and Technologies in Mathematics Education (PTICEM) and uses the Design-Based Research (DBT) methodology. This methodology allows an iterative analysis of the impact of the proposed activities on the understanding and application of geometric concepts, particularly translation. The microworld, designed in Pictoblox, focuses on solving activities that combine visual programming and computational thinking to connect geometric theory with practical scenarios.

The activities include progressive challenges, from simple movements to complex translations in the plane. In “John's Journey,” students explore the basic concepts of translation and rotation by programming a cart that travels through a maze. Later, in “The

Frog and His Magic Candle,” they face an increase in complexity as they optimize routes and strategies. These activities are designed to encourage experimentation, logical reasoning and problem solving.

The results highlight that the use of technological tools such as Pictoblox motivates students while improving understanding of abstract concepts such as translation. Participants' responses reflect a significant progression in their ability to identify patterns, anticipate outcomes, and apply geometric concepts to new contexts. This finding coincides with the approaches of Martínez Lina and Niño Jorge (2017), who emphasize the importance of contextualizing programming in educational environments to maximize its impact.

In conclusion, the study demonstrates that the use of Pictoblox as an educational tool not only facilitates the learning of geometric translation, but also promotes interdisciplinary skills such as critical thinking, creativity and collaborative work. It also raises the importance of conducting future research that delves into the use of microworlds and visual programming languages to enrich the teaching of mathematics at different educational levels.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	14
1. Capítulo: Aspectos Generales del Trabajo	16
1.1 Definición del problema	16
1.1.2 Objetivo general	20
1.1.3 Objetivos específicos	20
1.2 Revisión de la literatura	20
2. Capítulo: Marco teórico	25
2.1 Marco teórico orientador: Enfoque Construcccionista	25
2.2 Marco teórico para la acción: la Teoría de Mediación Semiótica (TMS)	26
2.3 Marco de dominio específico: Traslación, pensamiento computacional en la educación y lenguaje de programación (pictoblox).	29
2.3.1 Traslación	30
2.3.2 El pensamiento computacional en la educación	34
2.3.3 Lenguaje de programación Pictoblox	35
3. Capítulo: Metodología	42
3.1 Sobre la estructura metodológica	42
3.2 Naturaleza de la investigación	44
3.2.1 Enfoque: fenomenológico	45
3.2.2 Aproximación	46
3.2.3 Recursos (Información y análisis de datos)	47
3.2.4 Estrategia Metodológica: Estudio de Casos	49
3.2.5 Recursos Captura información	50
4. Capítulo: Análisis	54
4.1 Programación Item	57
4.2 Contenido Matemático Item	64
4.3 Dificultades Observadas Item	72
4.4 Facilidades	73

4.4 Análisis de datos	82
4.4.1 Programación Item	82
5. Resultados	102
6. Conclusiones	107
6.1 Objetivo general	108
7. Referencia	112
8. Anexos	117

Índice de tablas

Pág.

Tabla 1.

Propiedades de la composición de traslaciones 33

Tabla 2.

Características de Pictoblox 37

Tabla 3.

Ficha panorámica de metodología 43

Tabla 4.

Competencia y secuencia didáctica. 52

Índice de figuras

Pág.

Figura 1.

Traslación del punto A a su imagen A' según el vector AA' 33

Figura 2.

Traslación de una figura 34

Figura 3.

Entorno de programación en Pictoblox 38

Figura 4.

Componentes de un micromundo. 42

Figura 5.

Rejilla de análisis. 54

Figura 6.

Actividad El viaje de Juan 58

Figura 7.

Construcción de estudiante E1 62

Figura 8.

Respuestas de estudiantes 1. 63

Figura 9.

Respuestas de estudiantes 2. 66

Figura 10.

Respuestas de estudiantes 3. 69

Figura 11.	
Respuestas de estudiantes 4.	72
Figura 12.	
Respuestas de los estudiantes 5.	77
Figura 13.1	
Actividad La rana y su vela mágica 1 primer nivel, actividad 2.	81
Figura 14.	
Actividad la rana y su vela mágica 2 nivel, actividad 3	82
Figura 15.	
Respuestas de los estudiantes Actividad 2 y 3.	84
Figura 16.	
Construcción del Estudiante E15.	85
Figura 17.	
Respuestas del estudiante E4 Actividad 2 y 3.	87
Figura 18.	
Respuestas del estudiante E5 Actividad 2 y 3.	88
Figura 19.	
Construcción del Estudiante E10.	90
Figura 20.	
Respuestas del estudiante E5 y E15 Actividad 2 y 3.	93
Figura 21.	
Respuestas del estudiante E9 Actividad 2 y 3.	94
Figura 22.	
Respuestas del estudiante E9 Actividad 2 y 3.	96
Figura 23.	
Respuestas del estudiante E6 y E9 Actividad 2 y 3.	99

Figura 24.

Respuestas del estudiante E12, E13, E14 Actividad 2 y 3.

100

Introducción

Este proyecto de grado se desarrolla en el marco de la línea de investigación Prácticas y Tecnología de la Información y la Comunicación en Educación Matemática (PTICEM) del programa de Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Matemáticas, adscrito a la Facultad de Educación y Pedagogía de la Universidad del Valle - Sede Meléndez. La investigación se centra en el diseño de un micromundo (Noss y Hoyles, 2019), implementado a través del lenguaje de programación Pictoblox, con el propósito de facilitar el aprendizaje de la traslación en estudiantes de cuarto grado de educación básica primaria.

El estudio inicia con una revisión de antecedentes que sustenta el problema de investigación, destacando las dificultades en la enseñanza de la geometría, especialmente en la comprensión de las transformaciones isométricas, como la traslación. Para abordar este desafío, se propone el diseño e implementación de un micromundo interactivo basado en Pictoblox, un lenguaje de programación visual que, según STEMpedia (2019), permite a los estudiantes explorar conceptos matemáticos mediante un entorno práctico e intuitivo, favoreciendo la conexión entre la teoría y la práctica.

Desde una perspectiva construccionista (Noss y Hoyles, 2019), esta investigación plantea que los estudiantes construyan activamente su conocimiento matemático a través de la experimentación y la retroalimentación. Además, el estudio se fundamenta en la Teoría de Mediación Semiótica (Mariotti, 2010), que enfatiza el papel de los signos y artefactos digitales como mediadores del aprendizaje. Este enfoque integral no solo busca superar las dificultades en la comprensión de la traslación geométrica, sino también promover el desarrollo de habilidades vinculadas al pensamiento computacional, integrando conceptos de programación en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Martínez Zarzuelo et al., 2020).

El propósito de esta investigación es diseñar y caracterizar una estrategia educativa que facilite la enseñanza de la traslación a estudiantes de cuarto grado mediante el uso de Pictoblox. Este objetivo responde a la necesidad de modernizar los métodos pedagógicos, explorando la sinergia entre la programación y la geometría, y contribuyendo al desarrollo de competencias matemáticas, computacionales, cognitivas y espaciales.

- **Competencias matemáticas:** Comprender la traslación como una transformación isométrica, desarrollar el razonamiento espacial y la visualización geométrica, y emplear diferentes representaciones matemáticas para interpretar el movimiento de figuras en el plano.
- **Competencias computacionales:** Aplicar principios de pensamiento computacional, como la algoritmización y la secuenciación, para programar movimientos de traslación en Pictoblox.

- ***Competencias cognitivas:*** Fortalecer la resolución de problemas, el pensamiento lógico y la capacidad de establecer conexiones entre la geometría y la programación.
- ***Competencias espaciales:*** Mejorar la estructuración del espacio y la manipulación mental de objetos geométricos en movimiento.

En este sentido, el proyecto busca no solo mejorar la comprensión de la traslación geométrica, sino también fomentar el desarrollo integral de los estudiantes a través de una experiencia interactiva que combine matemáticas y tecnología.

1. Capítulo: Aspectos Generales del Trabajo

En este capítulo se presentan los aspectos generales del estudio, comenzando con una contextualización de la problemática en torno a las dificultades que enfrentan los estudiantes de educación básica primaria en la comprensión de la traslación como transformación geométrica. Estas dificultades están relacionadas con la falta de estrategias efectivas que permitan conectar representaciones planas y su implementación en entornos de programación, lo que limita el desarrollo del pensamiento geométrico y espacial en el aula.

La enseñanza de la traslación suele abordarse de manera estática, mediante ejercicios en papel o manipulaciones limitadas en software convencional, lo que dificulta la construcción de una comprensión profunda del concepto. Según Mariotti (2010), los procesos de aprendizaje en geometría requieren mediadores semióticos que faciliten la interacción con los conceptos matemáticos. Sin embargo, en muchos contextos educativos, los estudiantes carecen de herramientas digitales que permitan experimentar y visualizar las transformaciones geométricas de manera interactiva. En este sentido, el uso de Pictoblox como recurso educativo puede ofrecer una alternativa para superar estas barreras, proporcionando un entorno en el que los estudiantes puedan programar y observar la traslación en tiempo real.

Desde esta perspectiva, surge la siguiente pregunta problema, que orienta la investigación:

¿Cómo superar la falta de estrategias efectivas para enseñar geometría y desarrollar el pensamiento espacial en educación básica, especialmente en la comprensión de la traslación?

Para responder a esta pregunta, el estudio se fundamenta en dos enfoques teóricos principales: el Construccionismo de Noss y Hoyles (2019), que resalta la importancia del aprendizaje a través de la exploración y la creación en entornos digitales, y la Teoría de Mediación Semiótica de Mariotti (2010), que enfatiza el rol de los signos y artefactos en la construcción del conocimiento matemático.

Además, se abordan los antecedentes de la investigación, analizando estudios previos sobre el uso de la programación en la enseñanza de la geometría, y se proporciona una justificación que subraya la importancia de este trabajo para la Educación Matemática.

1.1 Revisión de la literatura

Para dar cuenta de los antecedentes de este trabajo, se realizó una búsqueda de documentación relacionada con la investigación. Esta etapa implicó la identificación y selección de escritos y recursos académicos que estuvieran directamente vinculados a la enseñanza y el aprendizaje de la geometría mediante la utilización de lenguajes de programación.

La búsqueda se llevó abarcando una variedad de fuentes como libros, artículos académicos, sitios web como la Revista Latinoamericana de investigación en Matemática

Educativa Relime, proyectos previos y recursos en línea pertinentes, tales como repositorios digitales de universidades, además de fuentes de bibliotecas universitarias y distritales, estos documentos fueron organizados por categorías considerando el énfasis que los relaciona con base a la propuesta de trabajo.

1.2 Definición del problema

En el proceso de aprendizaje de las matemáticas, se exploran varias áreas en diferentes etapas y con variadas duraciones, tales como la lógica, el análisis, la aritmética, la estadística y el álgebra. No obstante, una rama que suele recibir menos atención en las instituciones es la geometría, específicamente en lo relacionado con las transformaciones isométricas y el pensamiento espacial (Izquierdo Jiménez, 2018). En lo que respecta al pensamiento espacial y sistemas geométricos, el Ministerio de Educación Nacional (MEN), siguiendo los principios propuestos por Gardner en su teoría de las múltiples inteligencias en 1998, reconoce la importancia de promover el desarrollo del pensamiento espacial debido a su crucial relevancia en la solución de problemas vinculados a la localización y alineación de objetos en el espacio.

En el campo de las matemáticas y, en particular, la geometría como una disciplina, de constante evolución en el ámbito educativo (Cárdenas Gómez y Matiz Pinzón, 2021). La comprensión y aplicación de conceptos geométricos son fundamentales para el desarrollo de habilidades cognitivas y la resolución de problemas espaciales en la vida cotidiana. En este contexto, el Ministerio de Educación Nacional (MEN) ha reconocido la importancia de fomentar el pensamiento geométrico-espacial, subrayando los procesos cognitivos relacionados con la construcción y manipulación de representaciones mentales

de objetos en el plano, sus relaciones, transformaciones y su traducción a representaciones materiales.

A nivel local, los lineamientos curriculares de matemáticas para la Educación Básica y Media en Colombia están desactualizados en relación con los intereses de la sociedad contemporánea. Su diseño original, de mediados del siglo XX, estaba orientado a formar empleados que generalmente mantenían el mismo puesto durante toda su vida, sin necesidad de contar con un amplio repertorio de habilidades o creatividad. Según Zavala-Guirado et al. (2020), las necesidades del entorno educativo actual son diferentes a las del siglo pasado, lo que implica que los currículos deben adaptarse a objetivos que respondan a las demandas del contexto educativo presente.

Ahora bien, un adecuado desarrollo de las habilidades espaciales y geométricas es necesario desde edades tempranas Maturana Muñoz et al. (2018). Sin embargo, existen estudios que siguen afirmando la existencia de déficits en la implementación de estrategias y actividades didácticas para la enseñanza de la geometría desde las primeras etapas educativas.

Considerando la significativa relevancia de las habilidades geométricas desde las primeras etapas de la educación, y reconociendo que el adecuado desarrollo de estas destrezas es esencial para el éxito en la educación matemática y en la vida cotidiana, se torna imperativo abordar las dificultades que enfrentan los estudiantes en la representación de figuras geométricas. En este contexto, la falta de estrategias pedagógicas efectivas para superar estos desafíos puede tener consecuencias a largo plazo en la comprensión y aplicación de conceptos geométricos (Martínez Lina y Niño Jorge, 2017).

Por lo tanto, este trabajo se centrará en explorar estrategias que puedan favorecer el aprendizaje de la geometría, con énfasis en el objeto de estudio mencionado, desde las primeras etapas de la educación matemática

En la actualidad, es innegable que la programación está experimentando un crecimiento en las generaciones actuales. La tecnología se ha convertido en una parte integral de nuestras actividades diarias, y los lenguajes de programación son el fuerte de esta revolución digital (González, 2012). En este contexto, la educación no puede quedarse atrás. La implementación de un lenguaje de programación como recurso educativo para la enseñanza de las matemáticas se ha transformado en una realidad tangible. Como señala Papert (1980), la programación no solo es importante en el contexto tecnológico, sino que también fomenta habilidades clave como la resolución de problemas, el pensamiento lógico y la creatividad, las cuales son útiles en diversos ámbitos.

Por otra parte, el diseño de software y los lenguajes de programación son cada vez más necesarios y demandados en entornos laborales y, sin embargo, no están abordados en el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria ni en el Bachillerato (González, 2012).

El nexo entre el desarrollo de habilidades geométricas, la programación y el pensamiento computacional se convierte en un terreno fértil para la innovación pedagógica. La investigación que se propone aborda la convergencia de estos aspectos, explorando cómo la programación puede ser una herramienta efectiva para mejorar la comprensión y aprendizaje de la geometría, y cómo puede fomentar el desarrollo del pensamiento lógico y resolución de problemas desde las primeras etapas educativas.

El propósito de este enfoque es promover la creación de estrategias pedagógicas innovadoras que no solo enriquezcan el aprendizaje de las matemáticas mediante la

programación, sino que también fomenten el desarrollo temprano de habilidades espaciales y geométricas entre los estudiantes. Este objetivo persigue abordar los desafíos previamente identificados en la enseñanza de la geometría, particularmente en lo que respecta a la comprensión de la traslación de objetos. Al proporcionar a los educadores las herramientas necesarias para empoderar a los estudiantes en su comprensión y aplicación de conceptos geométricos. Este trabajo contribuye al estudio de la enseñanza de la geometría mediante programación visual, aportando un enfoque que integra la exploración digital con el desarrollo de competencias tecnológicas y cognitivas en los estudiantes. Se busca fortalecer el interés por el aprendizaje de la traslación geométrica y proporcionar herramientas que favorezcan su comprensión en el aula.

1.1.2 Objetivo general

Caracterizar un diseño didáctico mediado por Pictoblox para el aprendizaje de la transformación de traslación en estudiantes de cuarto grado de Educación Básica de la institución educativa Liceo Benalcázar

1.1.3 Objetivos específicos

- Identificar las dificultades que enfrentan los estudiantes en la comprensión de la traslación geométrica para fundamentar el diseño e implementación de una propuesta didáctica mediada por Pictoblox
- Estudiar el vínculo teórico que fundamenta la construcción de un diseño que integra lenguaje de programación "PictoBlox" como una herramienta de apoyo al aprendizaje de la traslación.

- Evaluar los resultados de una implementación piloto del diseño didáctico mediado por Pictoblox, con el fin de identificar dificultades y ajustes necesarios para mejorar la enseñanza de la traslación en educación básica primaria

Categoría 1: La enseñanza de la geometría en grados de primaria:

La enseñanza y el aprendizaje de la geometría en los grados de primaria se enfrentan a diversos desafíos, particularmente en lo que respecta al pensamiento espacial. Es crucial recalcar la necesidad de revitalizar la relevancia del sentido espacial en el contexto de las matemáticas. La percepción general es que los estudiantes experimentan dificultades en esta materia, considerándola de escasa importancia en su vida cotidiana. Además, en el sistema de educación formal, los contenidos de geometría son tradicionalmente enseñados hacia el final del ciclo escolar. Estos aspectos fueron resaltados en un estudio reciente realizado por Cárdenas Gómez y Matiz Pinzón, (2021)

La instrucción de conceptos geométricos en entornos escolares presenta una serie de complicaciones que afectan la comprensión de los estudiantes. Estas dificultades se vuelven evidentes cuando se emplea el enfoque convencional de enseñanza que utiliza herramientas tradicionales como el lápiz y el papel, es algo que se señala en el trabajo de grado a nivel nacional, de Riascos Montaña y Peña García, (2018) “Aprendizaje de la transformación de rotación en una secuencia didáctica que integra Cabri Geometry II Plus” en 5° de Educación Básica.R“

Categoría 2: La programación en la enseñanza de la geometría:

El trabajo de maestría de González (2012). “Enseñanza en Bachillerato de Geometría a través del aprendizaje de un lenguaje de programación orientado a objetos” expresa que, “el aprendizaje de los lenguajes de programación se puede plantear como un objetivo curricular en sí mismo o bien como un medio para alcanzar otro objetivo curricular”. Al introducir lenguajes de programación en el currículum, los estudiantes se enfrentarán a desafíos lógicos y creativos.

La programación es esencialmente la creación de soluciones a través del diseño de algoritmos y la escritura de código. Este proceso fomenta el pensamiento crítico y estimula la creatividad al permitir a los estudiantes encontrar múltiples enfoques para resolver un problema. Además, al estructurar conocimientos matemáticos de manera similar a un programa de software, se puede mostrar cómo las matemáticas pueden utilizarse como una herramienta creativa para abordar problemas complejos especialmente en geometría.

Martínez Zarzuelo et al. (2020), en su artículo “ Efecto de Scratch en el aprendizaje de conceptos geométricos de futuros docentes de primaria”, La implementación de un lenguaje de programación en este proyecto desempeña un papel clave para la investigación sobre el aprendizaje de la geometría, tanto para estudiantes como para maestros. Este enfoque no solo introduce tecnología en el aula, sino que también proporciona una plataforma interactiva que permite a los estudiantes explorar conceptos geométricos, como la traslación, de manera práctica y visual. Para los maestros, esta implementación ofrece una herramienta poderosa para diseñar actividades de enseñanza personalizadas y realizar

un seguimiento del progreso de los estudiantes en proyectos de programación geométrica, lo que aporta a la mejora de la comprensión y el aprendizaje de la geometría.

En el documento titulado Martínez Díaz y Niño Vega (2017), "Elaboración de una mano robótica didáctica para la enseñanza de conceptos de programación en Arduino," enfatizan la importancia de proporcionar a los estudiantes una base teórica sólida al enseñar conceptos matemáticos. Además, señalan que, además de la enseñanza teórica impartida por el docente, es fundamental buscar recursos que faciliten la aplicación práctica del conocimiento.

En este sentido, los autores argumentan que las clases deben equilibrar la parte teórica con el uso frecuente de otros recursos para mantener a los estudiantes centrados en la temática, "el uso de prototipos didácticos y demás artefactos visuales deben ser tenidos muy en cuenta al momento de enseñar".

Los docentes desempeñan un papel fundamental en el ámbito educativo, y su habilidad para aprovechar las posibilidades que la tecnología brinda es un factor determinante en el proceso de integración exitosa de recursos digitales en la enseñanza de las matemáticas y de la geometría, así como lo señala Cumbal Acosta (2020).

El logro de una implementación exitosa de la programación en la educación se basa en gran medida en la capacidad de los estudiantes para ver la relevancia y la utilidad de este recurso en su vida diaria. La contextualidad y la conexión con situaciones reales hacen que la programación sea más significativa y motivadora para los estudiantes, lo que a su vez favorece un aprendizaje más profundo y aplicado.

Tal como lo señala Martínez Díaz y Niño Vega (2017):

“Es de gran importancia que los estudiantes entiendan y asocien las temáticas de programación con su contexto. Para ello es indispensable que el docente disponga de medios didácticos que le permitan demostrar lo que está enseñando, a la vez que el estudiante puede comprobar lo que está aprendiendo” (Pág 13).

Teniendo en cuenta las consideraciones previas, resulta evidente que existe una valiosa sinergia entre la programación y la geometría, dos disciplinas que pueden complementarse y enriquecerse mutuamente. Este proyecto en particular se destaca por su enfoque innovador, el cual se beneficia en gran medida de la incorporación de un lenguaje de programación emergente denominado "PictoBlox". El cual presenta ventajas notables al ofrecer un sistema de programación más dinámico y adaptable.

Una de las particularidades fundamentales de este proyecto radica en su enfoque centrado en la geometría, específicamente en la definición y aplicación de la traslación en el plano. Esta elección temática se basa en una observación importante: a pesar de la creciente relevancia de la programación en la educación contemporánea, existe una carencia significativa de recursos y enfoques que vinculan de manera efectiva la programación con conceptos geométricos. Por lo tanto, este trabajo pretende explorar cómo la programación puede ser un vehículo para el entendimiento y la aplicación de la geometría en contextos educativos.

2. Capítulo: Marco teórico

En este capítulo se exponen los referentes teóricos fundamentales para este trabajo. En primer lugar, se presenta el enfoque construccionista, adoptando la perspectiva de Noss y Hoyles (2019), que guía el desarrollo de este estudio

En este apartado se desarrolla la teoría de la mediación semiótica, la cual articula enfoques epistemológicos y cognitivos para favorecer la comprensión matemática de los estudiantes. Además, se presenta el marco de dominio específico, que permite precisar los conceptos clave relacionados con los objetivos de la investigación. Dentro de este marco, se abordan tres aspectos fundamentales: la traslación como objeto matemático, el pensamiento computacional en la educación y el uso de Pictoblox como herramienta educativa, implementada a través del diseño de un micromundo. Finalmente, se exploran las interrelaciones entre estos referentes teóricos, con el propósito de responder a la pregunta problema planteada en esta investigación.

2.1 Marco teórico orientador: Enfoque Construccionista

Según la perspectiva de Noss y Hoyles (2019), el construccionismo, se fundamenta en la premisa de que los estudiantes construyen su propio conocimiento a través de la edificación de estructuras mentales y físicas, establece una conexión esencial con la

educación matemática. En este contexto, se destaca la idea de que los estudiantes pueden construir activamente su comprensión de las matemáticas mediante la exploración y la creación de micromundos matemáticos personalizados. Estos micromundos proporcionan un espacio donde los estudiantes pueden experimentar con conceptos matemáticos de manera interactiva, fomentando así el desarrollo de modelos matemáticos que profundizan su comprensión.

Además, el construccionismo enfatiza la importancia de la reflexión y la retroalimentación en el proceso de construcción del conocimiento matemático. La capacidad de reflexionar sobre las experiencias y recibir retroalimentación efectiva no solo promueve la consolidación de conceptos matemáticos, sino que también facilita la internalización de estos conocimientos. Este enfoque activo y participativo no solo enriquece el proceso de aprendizaje, sino que también contribuye a que los estudiantes desarrollen una comprensión más rica, significativa y arraigada de las matemáticas en su conjunto.

2.2 Marco teórico para la acción: la Teoría de Mediación Semiótica (TMS)

La mediación semiótica se refiere al uso de signos y símbolos durante el proceso de enseñanza y aprendizaje. En el ámbito de la educación matemática, esto se traduce en cómo los estudiantes emplean diversas representaciones, como gráficos, diagramas y lenguaje verbal, para interpretar y entender conceptos matemáticos. La Teoría de Mediación Semiótica (TMS) en Educación Matemática ofrece un modelo pedagógico basado en la teoría de Vygotsky, que destaca la importancia de las herramientas mediadoras en la creación de conocimientos y significados por los estudiantes. Maracci y

Mariotti (2013) resaltan dentro de la TMS el rol fundamental que desempeñan los símbolos matemáticos y los artefactos, considerándolos elementos esenciales para la construcción y desarrollo del conocimiento matemático en la escuela.

La mediación semiótica se enfoca en cómo los estudiantes interactúan con los signos y en el papel de estos signos para facilitar la comprensión y el aprendizaje de las matemáticas. Este enfoque subraya la importancia de los recursos semióticos en la construcción del conocimiento y en la comunicación de ideas matemáticas. Además, se explora y analiza el potencial semiótico que emerge al utilizar artefactos en el entorno educativo. Según Mariotti (2010), "la efectividad de usar cualquier artefacto como herramienta educativa requiere que el experto, como el profesor de matemáticas, sea consciente de sus potencialidades, tanto en términos de significados matemáticos emergentes como de significados personales emergentes" (p. 170). Este potencial involucra una doble relación semiótica generada por el artefacto: una conexión con los significados personales que surgen durante su uso y otra con los significados matemáticos que se evocan en el mismo contexto. La mediación semiótica se aprovecha de este potencial de los artefactos para intervenir pedagógicamente en la construcción de conocimientos matemáticos a través de un ciclo de actividades tanto individuales como colectivas, conocido como ciclo didáctico.

Mariotti (2010) introduce el concepto de "ciclo didáctico" en el contexto de la mediación semiótica en la enseñanza de las matemáticas. Así como, el análisis del potencial semiótico de un artefacto abarca tanto el análisis de los significados personales como matemáticos relacionados con el artefacto, así como las posibles tareas que se

pueden realizar con él. Esto sugiere que el ciclo didáctico implica una reflexión sobre cómo los artefactos pueden ser utilizados para facilitar el aprendizaje.

Además, se señala que el ciclo didáctico se fundamenta en la realización de actividades con artefactos y en la creación tanto individual como colectiva de signos. La producción individual de signos permite a los estudiantes generar significados y representaciones a partir de sus experiencias y conocimientos previos, lo que facilita la personalización del aprendizaje y la construcción de su propio conocimiento. Por otro lado, la producción colectiva de signos se centra en la colaboración entre los estudiantes, quienes discuten y validan sus ideas y soluciones. Este proceso colaborativo enriquece el aprendizaje, ya que confrontar diversas perspectivas fomenta una discusión matemática activa. Dentro del ciclo didáctico, estas discusiones colectivas permiten a los estudiantes comparar y reflexionar sobre sus soluciones, lo que facilita un aprendizaje más profundo y significativo a nivel grupal.

Este enfoque integral permite a los estudiantes desarrollar esquemas específicos para el uso de los artefactos y generar significados personales, los cuales pueden evolucionar hacia conceptos matemáticos más complejos. Así, el ciclo didáctico se presenta como un proceso estructurado que integra el uso de artefactos y la creación de signos dentro de un marco diseñado para promover un aprendizaje significativo en matemáticas.

En este contexto, el papel del docente es crucial, ya que actúa como intermediario en la construcción del conocimiento. Mariotti (2010) subraya la importancia de que los docentes diseñen experiencias educativas en colaboración con sus estudiantes, centradas

en la mediación semiótica. Este enfoque combina perspectivas epistemológicas y cognitivas para mejorar la comprensión matemática de los alumnos. El docente tiene la responsabilidad de seleccionar o diseñar un artefacto mediador con un potencial semiótico que se ajuste a las necesidades y objetivos de aprendizaje. Además, este artefacto debe incluir actividades que fomenten en los estudiantes el desarrollo de esquemas de uso y la construcción de significados matemáticos personales relacionados con los conceptos que se están abordando.

2.3 Marco de dominio específico: Traslación, pensamiento computacional en la educación y lenguaje de programación (pictoblox).

Para desarrollar el marco de dominio específico, se tomó en cuenta conceptos que abordan los objetivos de la investigación con precisión. De este modo, se establecen varios referentes dentro de este marco:

- ❖ Traslación
- ❖ El pensamiento computacional en la educación
- ❖ Lenguaje de programación Pictoblox
 - Programación Visual por bloques
 - Micromundo

Estos referentes actuarán como guía para la investigación y facilitarán el tratamiento de conceptos específicos esenciales para su avance.

2.3.1 Traslación

En la ejecución de este estudio, se torna esencial proporcionar una definición específica de la noción que constituirá el foco del análisis, especialmente las transformaciones geométricas, con un énfasis particular en la traslación. Este esclarecimiento conceptual resulta crucial para identificar los elementos más relevantes a tener en cuenta al abordar esta noción. La exploración de la traslación se llevará a cabo en el ámbito del plano bidimensional.

En el ámbito matemático, una transformación geométrica se conceptualiza como una biyección, es decir, una correspondencia uno a uno, entre un conjunto y sí mismo, o incluso entre conjuntos distintos, con fundamentos geométricos significativos. Para ser más preciso, se trata de una función que opera sobre conjuntos de puntos, siendo tanto el dominio como el rango objetos geométricos, y se destaca por ser inyectiva, lo que garantiza la existencia de su función inversa.

Estas transformaciones geométricas desempeñan un papel trascendental al alterar la posición, tamaño o forma de las figuras geométricas. Las traslaciones, rotaciones, reflexiones y homotecias representan ejemplos comunes de estas operaciones. Cada una de estas transformaciones aporta características específicas que permiten un análisis detallado de las propiedades espaciales y geométricas asociadas a las figuras, enriqueciendo así la comprensión matemática.

Estas constituyen un componente significativo de la geometría, siendo posible clasificarlas principalmente en dos categorías: transformaciones isométricas y transformaciones no isométricas. Las transformaciones isométricas preservan tanto la

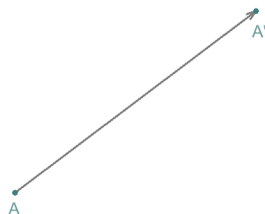
forma como el tamaño de la figura original, a diferencia de las transformaciones no isométricas, que introducen cambios en la forma o el tamaño de la figura original.

En el contexto de esta investigación, centramos la atención específicamente en las transformaciones isométricas, siendo la traslación el principal objeto de estudio, en términos generales, es un concepto fundamental en la geometría y ha sido estudiado por matemáticos y científicos desde la antigüedad. La traslación se utiliza en diversas áreas de la física, la ingeniería y la informática, y es un concepto importante en la comprensión de la geometría y la mecánica de los cuerpos en movimiento.

La traslación constituye una isometría que efectúa una modificación en la posición de un objeto, siendo esencialmente un desplazamiento espacial definido por un vector.

Figura 1.

Traslación del punto A a su imagen A' según el vector AA'



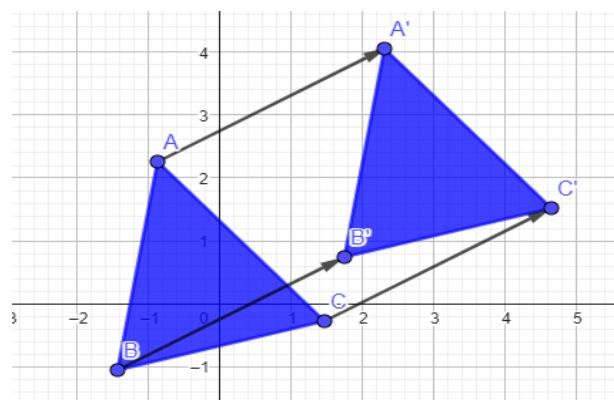
Nota. (Esta imagen corresponde a una captura de pantalla propia.).

La traslación de un vector V se refiere a la isometría que asigna a cada punto m del plano un punto m' en el mismo plano, de manera que la longitud de mm' es igual a V . Las traslaciones se caracterizan por tres elementos: la dirección, que puede ser horizontal, vertical u oblicua; el sentido, que puede ser hacia la derecha, izquierda, arriba o abajo; y la magnitud del desplazamiento, que indica cuánto se ha movido la figura en una unidad de medida. Estos aspectos son específicos de las traslaciones isométricas.

En el contexto geométrico, implica desplazar una figura en el plano de manera paralela en una dirección específica, conservando intacta su forma y tamaño. Esta operación es de suma importancia, ya que proporciona un enfoque claro sobre cómo las figuras geométricas pueden experimentar desplazamientos sin sufrir cambios en su estructura.

Figura 2.

Traslación de una figura



Nota. Esta imagen corresponde a una elaboración propia.

Composición de traslaciones: A una figura geométrica cualquiera se le pueden aplicar dos o más traslaciones sucesivas, es decir, realizar una composición de traslaciones.

Tabla 1.

Propiedades de la composición de traslaciones

Propiedades de la composición de traslaciones	
Propiedad invertiva	Cuando a una figura geométrica cualquiera se le aplica una traslación, siempre existe otra traslación que regresa la figura a la posición inicial. Esta traslación recibe el nombre de traslación inversa de T y se denomina como T'.
Propiedad modulativa	También recibe el nombre de propiedad idéntica. Existe para toda figura geométrica una traslación que no cambia de posición en un plano. Esta traslación recibe el nombre de traslación idéntica o neutra y se denota como: $i(ABCD) = ABCD$ $I = T$ o T'
Propiedad clausurativa	La composición de dos traslaciones siempre da como resultado otra traslación. Esta propiedad se denomina clausurativa o ley de cerradura.

Propiedad asociativa	En toda composición de tres o más traslaciones, estas se pueden agrupar de diferentes formas y el resultado es el mismo. Es decir: $(T \circ S \circ R)(ABCD) = (T \circ S)[R(ABCD)] = T \circ [(S \circ r)(ABCD)]$. La composición de traslaciones cumple con la propiedad asociativa.
----------------------	--

Nota. La tabla corresponde a una elaboración propia. Tomado de Transformaciones geométricas en el plano, (2013, p. 2)

2.3.2 El pensamiento computacional en la enseñanza de la geometría en educación básica

El pensamiento computacional en el ámbito educativo se refiere a la capacidad de pensar de manera lógica y secuencial para resolver problemas, aplicando conceptos y principios de la computación. Esta habilidad promueve el desarrollo de competencias como la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la creatividad y la colaboración, además de capacitar a los estudiantes para diseñar algoritmos y procesos que les permitan alcanzar resultados específicos Ortiz Yumisaca y Fernández Acevedo (2024).

La robótica educativa y la programación, al conjugarse, no solo permiten el desarrollo de habilidades técnicas, sino que también fomentan un aprendizaje interdisciplinario. Estos campos educativos son un espacio propicio para cultivar la resolución de problemas, la creatividad, la colaboración y la comunicación, habilidades cruciales en un mundo cada vez más orientado hacia la tecnología y la innovación.

La robótica ha permitido integrar el pensamiento computacional en los planes de estudio de distintas partes del mundo, ya que se reconoce como una de las competencias más importantes del siglo XXI. No obstante, muchos educadores todavía carecen de la preparación necesaria para enseñar esta área (González et al., 2018).

La integración del pensamiento computacional en la educación prepara a los estudiantes para un siglo XXI en el que la tecnología y la informática son omnipresentes. Esta formación les brinda las herramientas necesarias para enfrentar desafíos como la automatización de procesos y la inteligencia artificial. Además, es crucial que las instituciones educativas fomenten su inclusión en el currículo y ofrezcan oportunidades de aprendizaje en este ámbito. En la actualidad, el pensamiento computacional ha cobrado gran relevancia debido al avance de las nuevas tecnologías, convirtiendo la programación en una actividad esencial para la enseñanza (Roig-Vila & Moreno-Isac, 2020), dado que estas competencias están vinculadas a los retos laborales y personales que enfrentará el alumnado.

Es fundamental reconocer que el pensamiento computacional es clave para el manejo de la información y la solución de problemas. Por esta razón (Educared, 2019), aconseja desarrollarlo desde una edad temprana, ya que contribuye a mejorar la competitividad e innovación, al tiempo que fomenta actitudes y valores positivos en los niños.

2.3.3 Lenguaje de programación Pictoblox

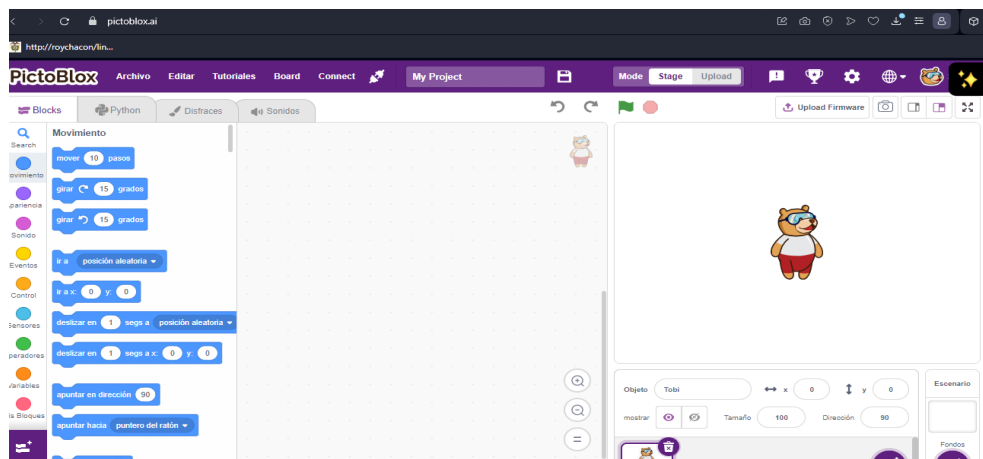
STEMpedia, una empresa india fundada en 2017, se dedica a ofrecer soluciones educativas impulsadas por la tecnología. En 2019, lanzaron "PictoBlox", un software que combina programación visual por bloques con Python. Basado en Scratch 3.0, PictoBlox permite a los estudiantes transformar sus ideas en realidad mediante la codificación práctica. La plataforma incluye herramientas para explorar áreas como inteligencia

artificial, aprendizaje automático, internet de las cosas, robótica, diseño de juegos y realidad virtual STEMpedia, (2019).

PictoBlox facilita la creación de juegos, animaciones y la automatización de tareas del mundo real a través de bloques de código intuitivos. Además, es compatible con placas de desarrollo como Arduino y Micro, lo que simplifica la integración y programación de sensores, actuadores y otros componentes electrónicos. Esta capacidad para conectar con hardware externo permite a los estudiantes experimentar con proyectos prácticos y desarrollar habilidades en áreas clave de la tecnología y la ingeniería.

Figura 3.

Entorno de programación en Pictoblox



Nota. (Esta imagen corresponde a una captura de pantalla propia.)

Programación visual por bloques

Hoy en día, la tecnología ha transformado el aprendizaje de la informática, pasando de simplemente entender cómo funcionan las computadoras a comprender la lógica que las sustenta Ortiz Yumisaca y Fernández Acevedo, (2024). La programación visual por bloques es un enfoque de programación que utiliza bloques gráficos en lugar de código de texto para representar y organizar instrucciones de programación. En lugar de escribir líneas de código, los usuarios arrastran y ensamblan bloques que representan diferentes comandos o estructuras de programación. Cada bloque tiene una función específica y encaja con otros bloques de manera lógica, facilitando la creación de programas o actividades sin necesidad de aprender sintaxis de programación tradicional como Python, algunas de sus características son:

Tabla 2.
Características de Pictoblox

Características
Interfaz intuitiva diseñada para niños y jóvenes, que permite crear juegos interactivos y animaciones. Incluye herramientas para personalizar personajes con vestuario, efectos de sonido y programación mediante bloques de colores.

Programación en Python con la posibilidad de agregar sprites, archivos de proyectos y bibliotecas de Python. REPL (Read-Eval-Print-Loop) para la interpretación de código interactivo con administrador de paquetes PIP (Python Installs Packages).
Reconocimiento de voz y texto a voz. Conexión mediante USB y Bluetooth para controlar el hardware en tiempo real.
Programación de robots y drones mediante la utilización de interfaz gráfica. Permite la utilización de filtros de realidad aumentada como los de Snapchat, realiza proyectos de reconocimiento facial, reconocimiento de voz, entre otros. y Creación de chatbot con extensiones Chat GPT.

Nota: Tomado y adaptado de Ortiz Yumisaca y Fernández Acevedo, (2024, Pág 44)

Este enfoque facilita el desarrollo cognitivo, lógico y de razonamiento en los niños, al integrar juegos que no solo son divertidos sino también educativos. Mediante la utilización de programación y algoritmos básicos, los niños pueden explorar conceptos complejos de manera accesible. Los juegos educativos basados en programación visual por bloques permiten a los niños experimentar con la lógica de la programación y la resolución de problemas en un entorno lúdico (Martínez Figueroa y Molina Sierra, 2017)

La programación se puede definir como la habilidad de escribir códigos que permiten a las computadoras realizar diversas tareas, como crear sitios web, desarrollar aplicaciones móviles, automatizar procesos empresariales y aplicar inteligencia artificial. Esta habilidad es clave para fomentar la innovación y el avance en el ámbito digital (Corporación Informática, 2023)

2.3.3.2 Micromundo.

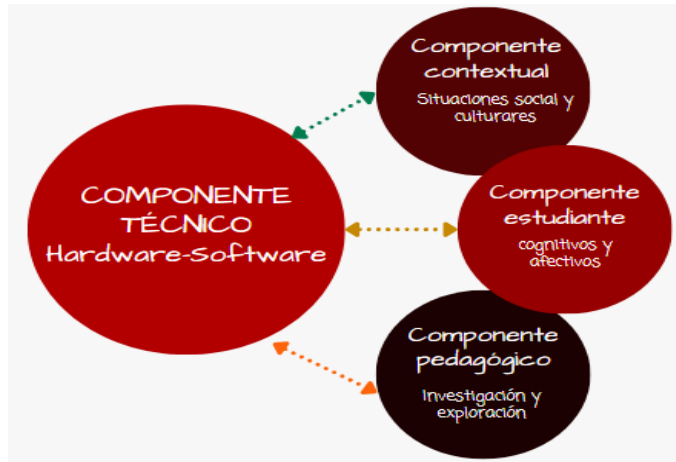
Para fines de este trabajo, la aplicación de este lenguaje de programación se vuelve especialmente valiosa cuando se considera desde la perspectiva de los "micromundos" dentro del entorno de PictoBlox. Los "micromundos" son espacios aislados y accesibles, concebidos como "islas", donde los estudiantes tienen la oportunidad de explorar y descubrir fragmentos de conocimiento de manera natural, utilizando herramientas digitales. Estos entornos permiten a los alumnos interactuar con conceptos y técnicas en un contexto controlado y atractivo, promoviendo un aprendizaje más dinámico y auto-dirigido, Noss y Hoyles (2019).

Un micromundo, en el ámbito educativo, se configura como un ambiente especialmente diseñado para representar de manera concreta y palpable un dominio específico de conocimiento. Este entorno educativo no solo proporciona una representación visual del tema en cuestión, sino que también integra herramientas educativas que son extensibles, transparentes y diversas en sus representaciones Noss y Hoyles (2019).

Hay cuatro componentes que determinan el funcionamiento del micromundo, utilizado para simular el mundo real mediante una representación visual y manipulable que posibilita la realización de acciones y la obtención de retroalimentación; a continuación.

Figura 4.

Componentes de un micromundo.



Nota: (Adaptado de Hoyles y Noss, 1987, p. 591)

Componente técnico: constituye el núcleo de la investigación, ofreciendo al estudiante recursos para experimentar, manipular y entender los conceptos matemáticos, en especial la noción de traslación y su aplicación en la vida diaria. En esta fase, se emplearán tanto componentes de hardware como de software, utilizando la plataforma Pictoblox.

Componente Estudiante: Se refiere al individuo que está en proceso de aprendizaje, considerando sus conocimientos previos sobre la actividad, sus ideas preexistentes y cómo ha abordado esa experiencia en el pasado. Además de los aspectos cognitivos, se prestará atención a los aspectos emocionales, evaluando la motivación y la actitud hacia el aprendizaje. Esto se alinea con la perspectiva integral de la educación, según lo establecido por el SEIP (Sistema de Educación Integral para Personas Adultas) (Ministerio de Educación Nacional, 2017)

Componente Pedagógico: Implica la planificación de diversas actividades educativas que incorporan el uso de recursos didácticos, libros, investigaciones en línea y material fotocopiado.

Componente Contextual: Establece el entorno social y cultural en el cual el estudiante interactúa dentro del micromundo.

Hoyles y Noss (1987) exponen la transformación conceptual de la noción de micromundo desde su origen en la comunidad de inteligencia artificial. Inicialmente, se utilizó para referirse a un ámbito relativamente simple y limitado, donde los sistemas computacionales podrían abordar problemas específicos. Con el tiempo, esta idea evolucionó hacia un enfoque más amplio, concebido como un entorno que representa de manera concreta un dominio o estructura de conocimiento más extenso.

En consonancia con la perspectiva de Noss y Hoyles (2019), la programación computacional se concibe como una herramienta expresiva que organiza conocimientos, entrelazando aspectos creativos y fomentando la interacción entre pares. Esta dinámica da lugar a diversos modelos de aprendizaje que facilitan la comprensión de conceptos matemáticos y geométricos, o para fines de este trabajo la traslación, por parte de los estudiantes.

3. Capítulo: Metodología

3.1 Sobre la estructura metodológica

Este capítulo está dedicado a detallar los componentes que definen la metodología propuesta para la investigación. Se abordarán aspectos como la naturaleza del método, su enfoque y aproximación, así como los recursos necesarios, que incluyen la información y el análisis de datos. Se explicará la estrategia cualitativa empleada, que en este caso es un estudio de caso, y se describirán los recursos para la captura de información, tales como el entorno, los participantes, los eventos y los procedimientos que se llevarán a cabo. Finalmente, se presentará una ficha técnica que resume y clarifica el panorama general de la metodología a aplicar.

Tabla 3.

Ficha panorámica de metodología

<i>Ficha panorámica: metodología</i>		
• <i>Naturaleza y Enfoque</i>		<i>IBD - Fenomenológico</i>
• <i>Aproximación</i>		<i>Interpretativa</i>
• <i>Recursos (Información y análisis de datos)</i>		<i>Diseño secuencial cualitativo</i>
• <i>Estrategia Cualitativa</i>		<i>Estudio de caso</i>
• <i>Recursos Captura información</i>	<i>Escenario ¿ Dónde?</i>	<i>Institución educativa , sector privado de Cali</i>
	<i>Informantes ¿ a quién?</i>	<i>Estudiantes de cuarto grado de primaria</i>
	<i>Eventos ¿ Cuándo?</i>	<i>Entrevistas (antes -durante -después) Entregas digitales archivos digitales</i>
	<i>Procesos ¿Haciendo qué ?</i>	<i>Resolución de problemas propuestos Desafíos en el ambiente dinámico.</i>
	<i>Recursos ¿ Cómo?</i>	<i>Decisiones de los estudiantes al abordar un desafío en un ambiente de geometría dinámica (Pictoblox) Identificación matemática por parte de los estudiantes.</i>
• <i>Producción de datos investigativos</i>	<i>Organización Reducción Depuración Fragmentación Codificación</i>	<i>Archivo digital selección de respuestas # Estudiante</i>
• <i>Análisis</i>	<i>Alcance</i>	<i>Descriptivo</i>
	<i>Procedimiento</i>	<i>Inductivo - Deductivo</i>

	<i>Unidades de análisis</i>	<i>Preguntas de investigación.</i>
	<i>Momentos</i>	<i>Intervenciones docente -estudiante</i> <i>Observación estudiante</i> <i>Participación individual estudiante</i> <i>Participación colectiva estudiante</i>

Nota. Tomado de: (Bonelo Ayala, 2023).

3.2 Naturaleza de la investigación

La investigación basada en diseño (IBD) es un enfoque metodológico que se centra en crear soluciones educativas efectivas a través de un proceso iterativo de diseño y evaluación. Este enfoque busca abordar problemas específicos en la enseñanza y el aprendizaje, integrando la teoría y la práctica de manera colaborativa. En el contexto educativo, la IBD implica un ciclo continuo donde se diseñan intervenciones educativas, se implementan y se evalúan, generando así un conocimiento que puede ser generalizable y aplicable en diversas situaciones educativas (Camargo Uribe, 2021).

La Investigación Basada en el Diseño (IBD) facilita el análisis del proceso educativo con un enfoque crítico y de mejora continua, al centrarse en resolver problemas específicos dentro de contextos reales. Su objetivo es examinar la naturaleza de los procesos educativos y redefinir conceptos a través de teorías del aprendizaje. Según Wang y Hannafin (2005), la IBD se caracteriza por cinco aspectos esenciales: su carácter pragmático, basado en fundamentos sólidos, interactivo, adaptable y contextual. Por lo tanto, la IBD proporciona principios clave:

Proceso de investigación interactivo, iterativo y flexible: Este enfoque se basa en un ciclo continuo de diseño, implementación, análisis y rediseño, lo que permite adaptar la

teoría basada en la experiencia acumulada durante cada iteración . Esto implica que el investigador actúa tanto como diseñador como investigador, equilibrando diferentes soluciones y perspectivas según Wang y Hannafin (2005).

La implementación propuesta para esta investigación se basa en el enfoque de Investigación Basada en el Diseño (IBD), donde la reflexión juega un papel central y continuo a lo largo del proyecto. La IBD se orienta hacia la mejora de la práctica educativa al promover una integración efectiva entre la teoría y la práctica. Su objetivo es aplicar principios teóricos para informar y perfeccionar los métodos de enseñanza y aprendizaje, permitiendo así un análisis detallado de las interacciones en el aula y la mejora de las prácticas educativas en el contexto de la enseñanza de matemáticas.

Es crucial destacar que el enfoque no está dirigido a una investigación cuantitativa orientada a generalizar resultados, sino a una investigación práctica que busca caracterizar el papel de la programación visual por bloques en la geometría. El objetivo principal es resolver problemas y construir conocimiento con un enfoque en el diseño, desarrollo y evaluación del proceso educativo.

3.2.1 Enfoque: fenomenológico

La Investigación Basada en el Diseño (IBD) en el campo de la Educación Matemática se enriquece mediante el uso de enfoques cualitativos no predictivos, donde la interpretación de los resultados juega un papel crucial en el análisis de los fenómenos educativos. En este contexto, el enfoque fenomenológico resulta particularmente útil, ya que permite comprender cómo estudiantes y docentes interpretan y dan significado a su

experiencia de aprendizaje. Esta comprensión ofrece valiosas perspectivas sobre las prácticas pedagógicas y los procesos de enseñanza (Camargo Uribe, 2019)

Este enfoque posibilita una perspectiva cualitativa que incluye la descripción, interpretación, explicación y evaluación continua. Como lo expone Camargo Uribe (2019), la investigación que utiliza este enfoque no se limita a documentar y describir los problemas, sino que también considera el aula de matemáticas como un entorno en constante evolución. Por lo tanto, el interés de este trabajo radica en identificar oportunidades que faciliten el avance y en encontrar soluciones prácticas adaptadas a las necesidades de los educadores según su contexto específico.

3.2.2 Aproximación

La investigación sigue una aproximación interpretativa, que según Gómez y González (2018), se enfoca en comprender los significados matemáticos que los estudiantes manifiestan a través de sus acciones, interacciones y discursos. Este enfoque no busca juzgar si estos significados son correctos o incorrectos, sino interpretar cómo los estudiantes comprenden e interpretan los conceptos matemáticos. En este marco, los estudiantes son vistos como conjuntos de signos, donde sus comportamientos y palabras son interpretados como expresiones simbólicas que reflejan sus entendimientos y experiencias.

Existen dos enfoques dentro de la aproximación interpretativa. El primero es el enfoque interpretativo fenomenológico, que se centra en captar la esencia completa del

fenómeno estudiado. En este enfoque, el docente se aproxima al estudiante para comprender y profundizar en sus concepciones desde su perspectiva. Por otro lado, el enfoque interpretativo interaccionista se concentra en analizar acciones e interacciones específicas que son relevantes para los objetivos de la investigación, sin intentar abordar el fenómeno en su totalidad. Este segundo enfoque se enfoca en identificar patrones o significados particulares que emergen de las interacciones seleccionadas.

de la investigación, con el fin de identificar patrones o significados particulares en el comportamiento de los estudiantes respecto al fenómeno en estudio.

3.2.3 Recursos (Información y análisis de datos)

En este trabajo se elaboró una rejilla de análisis estructurada con base en las respuestas obtenidas de los estudiantes durante las actividades de programación en Pictoblox (ver anexos). Incluye una recopilación sistemática de datos organizados en torno a preguntas clave y las respuestas proporcionadas en las actividades prácticas. Este instrumento se diseñó para identificar patrones de comportamiento, comprender las dificultades enfrentadas y analizar cómo los estudiantes aplicaron los conceptos de traslación y rotación geométrica al resolver los retos propuestos.

El análisis tomó partes importantes de las 3 columnas (programación, contenido matemático y dificultades), ya que estas reflejan las percepciones y reflexiones finales de los estudiantes sobre la actividad. Estas observaciones abarcan los procesos utilizados, las estrategias aplicadas, y las percepciones de los estudiantes hacia la programación, así como su impacto en la comprensión de los conceptos geométricos. Además, la sección

dedicada a las "dificultades" permitió realizar una interpretación a profundidad de las experiencias de aprendizaje y las actitudes de los participantes, proporcionando una visión integral sobre los retos y avances en el uso de herramientas tecnológicas en la enseñanza de la geometría.

Esta rejilla se estructuró siguiendo una metodología fenomenológica, lo que permitió interpretar no solo las acciones observables, sino también los significados que los estudiantes otorgaron a sus experiencias, alineándose con el enfoque de Investigación Basada en el Diseño (IBD). A través de este análisis, se buscó responder a los objetivos de la investigación, incluyendo la identificación de dificultades, la validación de un micromundo mediado por Pictoblox y la evaluación de su implementación en un entorno real de aprendizaje.

El análisis incluyó siete categorías principales relacionadas con el aprendizaje de los estudiantes: interpretación de giros, exploración de soluciones, contexto del juego, interactividad, asociación matemática, impacto educativo y áreas de mejora. Estas categorías permitieron una segmentación de los datos para identificar tanto fortalezas como áreas de dificultad en el aprendizaje mediado por herramientas tecnológicas.

Además, se permite documentar los aportes significativos que este trabajo ofrece al campo de la educación matemática, especialmente en lo relacionado con la integración de tecnologías emergentes en la enseñanza de la geometría. El análisis de las respuestas resalta cómo la experiencia interactiva con Pictoblox no solo fortaleció la comprensión de

los conceptos matemáticos, sino que también evidenció desafíos específicos que deben abordarse en futuras aplicaciones pedagógicas.

3.2.4 Estrategia Metodológica: Estudio de Casos

Con el propósito de adoptar un enfoque efectivo hacia la investigación, se opta por la estrategia metodológica de estudio de casos, cuya esencia se resume en la definición proporcionada por Walker, R. según (Grupo L.a.c.e., 1999) describiéndolo como el análisis de un ejemplo en acción.

En otras palabras, este método de recopilación de información se fundamenta en la observación y estudio de un grupo sometido a una acción planificada desde el inicio de este proyecto. La indagación se centrará en la implementación de un diseño de micromundo mediado por Pictoblox y su relación con un grupo de estudiantes de cuarto grado de educación básica primaria.

Finalmente, este estudio de casos se utiliza para investigar fenómenos que son complejos, contextualmente específicos y singulares, con el objetivo de derivar teorías inductivas a partir de una comprensión detallada de un caso particular. Asimismo, este enfoque puede servir para ilustrar principios teóricos, validar o contradecir teorías existentes, y ofrecer percepciones valiosas para la toma de decisiones en situaciones prácticas.

3.2.5 Recursos Captura información

3.2.5.1 Escenario, ¿Donde?

La implementación de este diseño se llevó a cabo en la sala de sistemas de una institución educativa que dispone de los recursos tecnológicos necesarios para trabajar con el lenguaje de programación Pictoblox. Este entorno proporciona un espacio adecuado para el desarrollo de las actividades programadas.

3.2.5.2 Informantes ¿A quién?

Para esta implementación se contó con la participación de 17 estudiantes de cuarto grado de primaria de la institución educativa Liceo Benalcázar. La selección de los participantes se basó en tres aspectos fundamentales: primero, el nivel de escolaridad, asegurando que los estudiantes estuvieran en una etapa adecuada para abordar los conceptos geométricos propuestos; segundo, la disponibilidad de recursos digitales en la institución, lo que garantizó el acceso a herramientas tecnológicas necesarias como Pictoblox; y tercero, el enfoque previo de los estudiantes en el aprendizaje de la geometría, permitiendo una base inicial para desarrollar las actividades relacionadas con la traslación y otros conceptos geométricos fundamentales. Esta selección buscó asegurar una implementación alineada con los objetivos del diseño pedagógico planteado.

3.2.5.3 Eventos ¿Cuándo?

Se llevaron a cabo tres acercamientos progresivos para implementar el diseño didáctico con Pictoblox. En el primer acercamiento, con una duración de una hora, se introdujo la plataforma, explicando su funcionalidad y las características del entorno de

trabajo. Este espacio inicial permitió familiarizar a los estudiantes con las herramientas y comandos básicos necesarios para las actividades posteriores.

En el segundo acercamiento, de dos horas, los estudiantes comenzaron a trabajar en la primera actividad. Durante esta sesión, además de realizar la tarea programada, se les explicó el cuestionario que complementaría la actividad, proporcionando un espacio para reflexionar sobre sus procesos y estrategias de aprendizaje.

Finalmente, en el tercer acercamiento, con una duración de dos horas y media, se desarrollaron las actividades dos y tres, que requerían mayor complejidad y, por ende, un acompañamiento más cercano del docente. Al concluir cada actividad, se aplicó el formulario correspondiente, siguiendo la misma dinámica del encuentro anterior, con el objetivo de recopilar datos sobre las dificultades enfrentadas, las estrategias utilizadas y las reflexiones de los estudiantes sobre su aprendizaje.

Este enfoque estructurado permitió un desarrollo progresivo y guiado de las actividades, asegurando que los estudiantes contarán con el tiempo y el apoyo necesario para explorar y aplicar los conceptos trabajados en el entorno interactivo de Pictoblox.

3.2.5.4 Procesos ¿Haciendo que?

Esta tabla presenta la relación entre la competencia principal propuesta y las actividades diseñadas para su desarrollo, implementadas en el entorno interactivo Pictoblox. Cada actividad se estructura de forma progresiva,

aumentando en complejidad, con el objetivo de que los estudiantes desarrollen habilidades en programación, pensamiento lógico y comprensión de conceptos geométricos. Las actividades incluyen retos específicos que fomentan el uso de estrategias como la prueba y error, promoviendo el aprendizaje activo y reflexivo en cada etapa.

Tabla 4.

Competencia y secuencia didáctica.

<i>Competencia</i>	<i>Actividad 1</i>	<i>Actividad 2</i>	<i>Actividad 3</i>
Programar y comunicar ideas geométricas mediante Pictoblox para alcanzar el objetivo propuesto.	Diseñar y programar el recorrido propuesto en "El viaje de Juan" utilizando la estrategia de prueba y error.	Diseñar y programar el recorrido propuesto en "La rana y su vela mágica" utilizando la estrategia de prueba y error, con un grado de dificultad mayor al de la actividad 1.	Diseñar y programar el recorrido propuesto en "La rana y su vela mágica", segundo nivel, utilizando la estrategia de prueba,. En esta actividad, los estudiantes deben planificar cuidadosamente cada movimiento, ya que cualquier equivocación los llevará de regreso al inicio del nivel. Este desafío fomenta la reflexión, la precisión en la programación y el desarrollo de habilidades para anticipar y corregir errores.

Elaboración propia: Tabla de competencia y secuencia didáctica

3.2.5.5 Recursos ¿Como?

Como instrumento de análisis se utilizó una rejilla (Fig.5), que organiza y detalla los elementos clave de la programación necesarios para el cumplimiento de cada actividad, así como el contenido matemático subyacente al propósito de cada una. Además, la rejilla identifica las dificultades emergentes, tanto de tipo instrumental como cognitivo, proporcionando una perspectiva más profunda y estructurada para el análisis planteado en la propuesta de investigación. Este enfoque permitió examinar con mayor precisión los procesos de aprendizaje y los retos enfrentados por los estudiantes.

Figura 5.

Rejilla de análisis.

<i>PROGRAMACIÓN</i>	<i>CONTENIDO MATEMÁTICO</i>	<i>DIFICULTADES obstáculos/facilidades</i>
Los estudiantes identificaron diferentes formas de complementar la actividad:	El contenido matemático abordado fue la translación y la rotación, sus respuestas fueron:	Frente a la actividad propuesta se presentan dificultades tales como:

Nota: (Corresponde a una captura de pantalla de la rejilla de análisis, ver anexos)

4. Capítulo: Análisis

Este capítulo presenta un análisis de los resultados obtenidos durante la implementación del micromundo interactivo desarrollado en Pictoblox, diseñado para facilitar el aprendizaje de la traslación geométrica en estudiantes de cuarto grado. Las actividades principales, *"El viaje de Juan" (Actividad 1)*, *"La rana y su vela mágica" (Actividad 2)*, y finalmente *la Actividad 3*, que corresponde al segundo nivel de la Actividad 2, fueron estructuradas de forma progresiva para abordar conceptos geométricos fundamentales y fomentar el desarrollo del pensamiento computacional. A través de estas actividades, los estudiantes pudieron experimentar de manera interactiva con los principios de la traslación y la rotación, mejorando su comprensión y aplicando estrategias computacionales para resolver los problemas propuestos.

Estas actividades fueron analizadas desde tres perspectivas clave: en primer lugar, la programación, evaluando cómo los estudiantes aplicaron las herramientas y comandos en Pictoblox para resolver los problemas propuestos; en segundo lugar, el contenido matemático, observando cómo los conceptos de traslación y rotación fueron comprendidos y aplicados en las actividades; y finalmente, las dificultades presentadas por los estudiantes, identificando los obstáculos que enfrentaron durante la implementación y cómo superaron estos retos para lograr sus objetivos.

El análisis se fundamenta en el enfoque construccionista de Noss y Hoyles (2019), que promueve la construcción activa del conocimiento a través de micromundos personalizados, y en la Teoría de Mediación Semiótica de Mariotti (2010), que destaca la importancia de los signos y artefactos como mediadores en el aprendizaje matemático. Este marco teórico permitió estructurar el análisis en tres aspectos:

1. **Estrategias empleadas:** se analizaron patrones de resolución de problemas, como la planificación anticipada, la prueba y error, y la toma de decisiones basadas en la retroalimentación.
2. **Progresión en el aprendizaje:** se examinó cómo los estudiantes evolucionaron en sus habilidades y superaron las dificultades iniciales.
3. **Conexión entre teoría y práctica:** se evaluó cómo las actividades ayudaron a los estudiantes a relacionar conceptos geométricos con aplicaciones prácticas y reflexiones cotidianas.

Una parte fundamental del análisis incluye la clasificación de los estudiantes en las actividades, utilizando etiquetas como E1, E2, E3, entre otros, para representar de forma individual sus aportaciones y resultados. Esta clasificación permitió identificar patrones y niveles de comprensión.

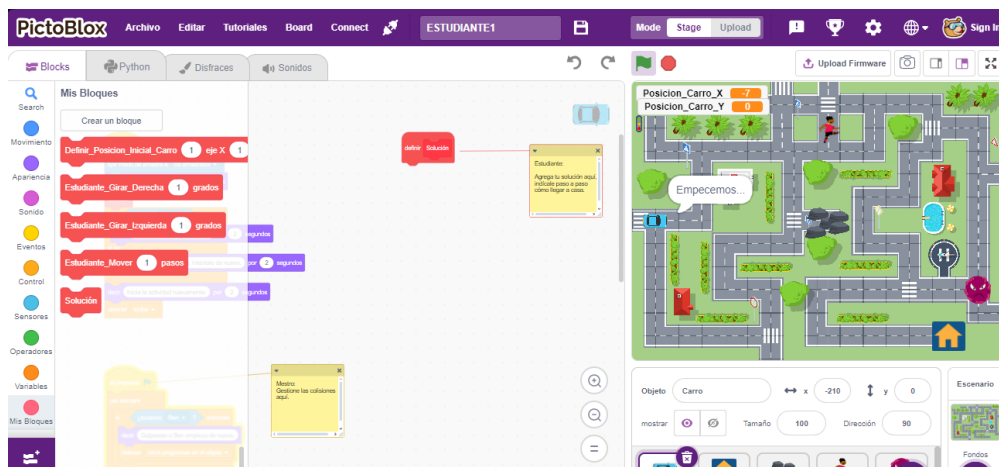
ACT 1 Descripción de la actividad

En esta actividad, diseñada específicamente para la investigación, se propuso a los estudiantes programar el recorrido de un carro a través de un laberinto creado en el entorno de Pictoblox, denominado “*El viaje de Juan*” (Fig. 5). El objetivo principal era que los

participantes, mediante la manipulación directa del lenguaje de programación y la experimentación con comandos, comprendieran los conceptos matemáticos de traslación y rotación de una manera práctica e interactiva.

Figura 6.

Actividad El viaje de Juan



Nota: (La imagen corresponde a una captura de pantalla de la actividad).

Se estructuró el ejercicio en torno a preguntas clave que incentivaron la reflexión, como:

1. ¿Cómo crees que se mueve el carro si lo llevamos de un lugar a otro sin girarlo?
2. ¿Qué sucede cuando el carro gira en una esquina?
3. ¿Cuántas formas diferentes encontraste para completar el juego?
4. Si giras el carro 90 grados a la derecha, ¿en qué dirección estará apuntando después de girar?
5. ¿Qué movimientos o decisiones en el juego del laberinto te hacen pensar en la

geometría?

6. ¿Te pareció complicado programar en el viaje de Juan?

Estas interrogantes guiaron el trabajo de los estudiantes, ayudándolos a identificar patrones de movimiento, relacionar decisiones programáticas con conceptos geométricos y explorar diversas formas de resolver el problema.

La actividad incluyó desafíos específicos, como la necesidad de programar giros de 90 grados para ajustar la dirección del carro en el laberinto, lo que promovió el análisis del efecto de los movimientos sobre la orientación del objeto. Además, se buscó que los estudiantes conectaran su programación con conceptos como las líneas rectas y los cambios de posición en el plano, reforzando de manera tangible su comprensión de los temas abordados.

El enfoque utilizado se centró en el aprendizaje constructivista y en la creación de un micromundo matemático personalizado donde los estudiantes explorarán, reflexionan y construyen activamente su conocimiento. A través del error y la retroalimentación, pudieron ajustar sus estrategias, reconociendo el impacto de sus decisiones en la solución final.

Programación Item

Los estudiantes muestran percepciones variadas sobre la facilidad o dificultad de programar.

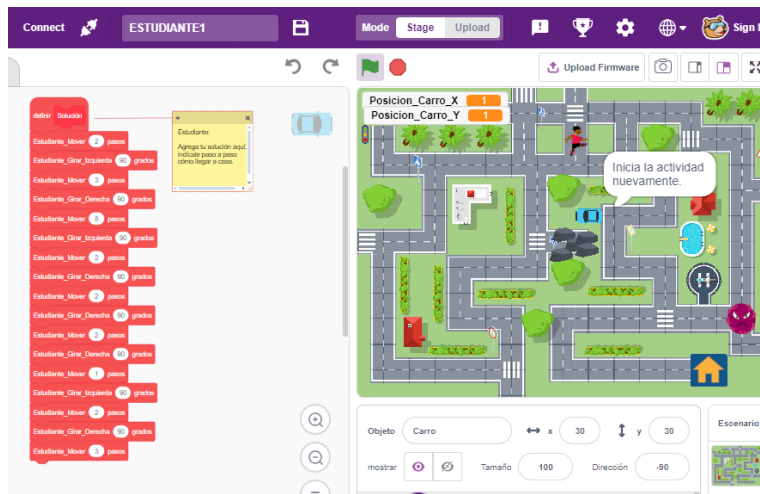
El análisis de las respuestas de los estudiantes evidencia que el uso de herramientas de programación basadas en bloques no solo facilita el aprendizaje, sino que también lo convierte en una experiencia divertida y comprensible. Esto se refleja en los comentarios de algunos participantes “ E1: yo rotaría, giraría en las esquinas, E4: “girar 90 grados a la derecha o a la izquierda, lo podría usar cuando me hagan exámenes de geometría” E10: “yo use girar a la derecha 90 grados, ver las instrucciones y lo que me quede mal lo corrijo” (estudiantes) (E1, E4, E10), quienes destacaron la claridad y el disfrute asociados a estas actividades. (simplicidad) La intuición y accesibilidad del entorno de programación utilizado, jugaron un papel crucial para fomentar una actitud positiva hacia el aprendizaje, permitiendo que incluso teniendo poca experiencia previa en el entorno se sintieran motivados a explorar estas herramientas.

Este hallazgo está en línea con lo planteado por Martínez Figueroa y Molina Sierra (2017), quienes argumentan que los entornos de programación basados en bloques potencian la creatividad en los procesos educativos. Además, permiten el diseño y creación de proyectos como videojuegos, lo que no solo enriquece la experiencia de aprendizaje, sino que también promueve un enfoque interdisciplinar. Dicho enfoque facilita el desarrollo simultáneo de diversas competencias, integrando áreas como la lógica, la resolución de problemas y el pensamiento creativo.

Las actividades propuestas en la investigación no solo motivaron a los estudiantes, sino que también les ofrecieron oportunidades para conectar conceptos abstractos con aplicaciones prácticas, lo que refuerza la idea de que un diseño educativo adecuado puede transformar el aprendizaje de las matemáticas y la programación en un proceso dinámico, accesible y enriquecedor.

Desde la perspectiva construccionista, según Noss y Hoyles 2019, los estudiantes construyen su conocimiento a través de la creación de estructuras mentales y físicas, estableciendo una conexión esencial con la educación matemática. Los micromundos matemáticos personalizados ofrecen un espacio interactivo donde los estudiantes pueden experimentar con conceptos matemáticos, explorar diferentes enfoques y desarrollar modelos que profundizan su comprensión.

En el contexto de esta investigación, Pictoblox funcionó como un entorno constructivo que permitió a los estudiantes no solo visualizar sus errores, sino también transformarlos en puntos de partida para nuevas soluciones, consolidando así su aprendizaje de manera significativa (Noss y Hoyles, 2019). Por ejemplo, el caso del estudiante E10, evidenció cómo, al enfrentar dificultades para completar el juego, logró identificar cuatro maneras distintas de abordar la tarea. Este proceso, basado en ensayo y error (Fig. 7), refleja el valor de la retroalimentación y la reflexión activa en un entorno interactivo.

Figura 7.*Construcción de estudiante E1*

Nota: (La imagen corresponde a una captura de pantalla de una de las respuestas de la actividad “El viaje de Juan”).

Como señala Papert (1980), la programación como metodología constructorista no solo fomenta el desarrollo del pensamiento lógico, sino que también potencia la creatividad y la resolución de problemas al permitir a los estudiantes aprender de sus propios errores y descubrir nuevas posibilidades. En este contexto, el uso de un lenguaje de programación puede facilitar la comprensión de transformaciones geométricas, como la traslación y la rotación, al involucrar a los estudiantes en un proceso activo de exploración y construcción del conocimiento.

Esto se ve evidenciado en las respuestas de los estudiantes (E1, E2 y E3). Al responder a las preguntas “¿Cómo crees que se mueve el carro si lo llevamos de un lugar a

otro sin girarlo?” y “¿Qué sucede cuando el carro gira en una esquina?”, los estudiantes proporcionaron respuestas como “trasladarlo” y “rotación” (Fig. 8). Esto demuestra que, a través de la exploración y el desarrollo de actividades dentro del micromundo elaborado en Pictoblox, lograron incorporar conceptos matemáticos fundamentales como la traslación y la rotación. Este resultado resalta cómo la programación no solo facilitó la interacción activa con el entorno, sino que también fomenta una comprensión más significativa de estos conceptos geométricos.

Figura 8.

Respuestas de estudiantes 1.

ACT 1	E1: - Trasladarlo o moverlo. - Voltear. - 7.	- Hacia adelante. - Cuando vamos por donde está el niño.	- Se me hizo fácil y divertido.
	E2: - Traslación. - Voltea. - Hay más de una forma para llegar a casa.	- A la izquierda. - girar en las esquinas.	- Me fue difícil pero luego lo hice rápido.
	E3: - Traslación. - Rotación. - 1	- Al frente. - Rotación y traslación	- No.

Nota: (La imagen corresponde a la rejilla de respuestas, ver anexo, se toman las respuestas de la primera columna)

En algunos estudiantes por ejemplo: (E2) “*Me fue difícil pero luego lo hice rápido*”, (Fig.8), señaló que, aunque el inicio del proceso fue desafiante, lejos de ser un

obstáculo, este tipo de experiencias representa una valiosa oportunidad para mejorar y enriquecer las estrategias de enseñanza en el aula. Estas dificultades iniciales, lejos de ser vistas como obstáculos, pueden interpretarse como el punto de partida para reflexionar sobre cómo adaptar las herramientas y metodologías a las necesidades específicas de los estudiantes.

Estos resultados confirmaron que los micromundos interactivos representan una herramienta eficaz para que se interioricen conceptos matemáticos de forma significativa. Este enfoque, alineado con las perspectivas de Noss y Hoyles (2019) y Papert (1980), integra exploración, reflexión activa y retroalimentación para enriquecer la comprensión matemática y promover un aprendizaje consolidado.

Al tratarse de prácticas novedosas y poco convencionales, como las herramientas de programación basadas en bloques, es fundamental priorizar su integración en el proceso educativo, asegurándose de proporcionar el apoyo necesario durante las primeras etapas para que los estudiantes puedan adaptarse de manera progresiva y positiva, (Maracci & Mariotti, 2013).

De acuerdo con, (Martínez et al., 2020), las herramientas de programación no solo facilitan el aprendizaje cuando se utilizan de forma constante, sino que también juegan un papel crucial en la disminución de la ansiedad y el estrés que pueden experimentar los estudiantes frente al uso de tecnologías en ambientes educativos. Este efecto va más allá de la simple adquisición de conocimientos técnicos, ya que fomenta un entorno de

aprendizaje más inclusivo, donde los estudiantes se sienten más seguros para explorar, cometer errores y aprender de ellos.

Tal como lo señalan Martínez Díaz y Niño Vega (2017), es fundamental que los estudiantes comprendan y relacionen los conceptos de programación con su contexto. Para ello, los docentes deben contar con herramientas didácticas que permitan demostrar lo que se enseña y que, al mismo tiempo, faciliten a los estudiantes verificar y aplicar lo aprendido.

Garantizar una experiencia fluida no solo implica enseñar el manejo técnico de estas herramientas, sino también acompañar a los estudiantes en su adaptación, fortaleciendo su confianza y promoviendo una actitud positiva hacia el aprendizaje tecnológico. Así, se crea un entorno que impulsa el desarrollo integral de los estudiantes en este nuevo escenario educativo.

En este contexto, la programación se transforma en una metodología constructorista que no solo enseña a programar, sino que también fomenta el autodescubrimiento, la reflexión sobre las propias decisiones y el aprendizaje a partir de los errores. Así, cada desafío se convierte en un paso más hacia el desarrollo personal y académico de los estudiantes, potenciando su capacidad para enfrentar y superar nuevas experiencias tecnológicas con determinación.

Contenido Matemático Item

El contenido matemático tratado en la actividad se enfocó principalmente en la traslación, mientras que la rotación se introdujo como un tema secundario. En relación a la traslación, la mayoría de los estudiantes logró identificar correctamente el movimiento rectilíneo del carro como traslación, observando cómo el carro se mueve de un lugar a otro sin cambiar su orientación E1, E3, E5, (Fig 9.) .

Figura 9.

Respuestas de estudiantes 2.

E1: - Trasladarlo o moverlo. - Voltear. - 7.	- Hacia adelante. - Cuando vamos por donde está el niño.	- Se me hizo fácil y divertido.
E3: - Traslación. - Rotación. - 1	- Al frente. - Rotación y traslación	- No.
E5: - Adelante y atrás - Se mueve 90. - 1 sola manera	- Derecho - Que voltea 90 grados	- No se registra respuesta.

Nota: (La imagen corresponde a la rejilla de respuestas, ver anexo, se toman las respuestas de la columna central)

Las respuestas de E1, E3 y E5 revelan un proceso de aprendizaje mediado por la interacción con el entorno didáctico proporcionado, en este caso Pictoblox, y una

aproximación significativa al entendimiento de conceptos geométricos como la traslación y la rotación.

En primer lugar, las respuestas reflejan cómo los estudiantes adoptan estrategias básicas para describir los movimientos del objeto. Por ejemplo, E1 señala “*trasladarlo o moverlo*” y “*voltear*,” mientras que E3 menciona explícitamente “*rotación y traslación*” como las formas de avanzar en el problema. Estas respuestas sugieren un nivel inicial de comprensión sobre cómo se estructuran las transformaciones geométricas en el entorno. Según Papert (1980), este tipo de exploraciones en entornos digitales facilita que los estudiantes construyan su conocimiento al experimentar activamente, lo que se observa aquí como un intento por conceptualizar los movimientos en términos espaciales.

Asimismo, desde la Teoría de la Mediación Semiótica de Mariotti y Bartolini Bussi (2008) el uso del entorno como mediador parece haber promovido un proceso de significación en el cual los comandos y movimientos representan conceptos matemáticos.

El uso del lenguaje por parte de los estudiantes, como “*hacia adelante*” o “*derecho*” (E1, E5), evidencia una representación concreta de la traslación que surge de su interacción con el entorno. Por otro lado, términos como “*que voltea 90 grados*” (E5) demuestran una comprensión emergente de la rotación, vinculando el aprendizaje abstracto con experiencias concretas en el entorno didáctico. Esto es consistente con la idea de Vygotsky (1978) sobre la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP), ya que el entorno brinda el soporte necesario para que los estudiantes realicen conexiones entre lo que ya saben y los nuevos conceptos a los que se enfrentan.

Por otro lado, las emociones expresadas en las respuestas también son significativas. Por ejemplo, E1 menciona que la experiencia le resultó “*fácil y divertido*,” lo cual refleja una actitud positiva hacia el aprendizaje y subraya la importancia de crear entornos motivadores. Esto coincide con lo planteado por Vygotsky (1978) sobre la necesidad de un andamiaje efectivo para mantener la atención y el interés del estudiante durante el proceso de aprendizaje.

Las respuestas como “no se registra respuesta” (E5) o “*1 sola manera*” (E5) podrían indicar limitaciones en la experimentación con las herramientas, posiblemente debido a dificultades en la conceptualización o a un alcance limitado de las actividades. Esto resalta la necesidad de ajustar las actividades para facilitar que los estudiantes puedan ampliar sus estrategias y profundizar su comprensión.

En conclusión, las respuestas de E1, E3 y E5 reflejan cómo los estudiantes empiezan a apropiarse de conceptos geométricos básicos a través del uso de Pictoblox, un entorno mediador que fomenta el aprendizaje activo. El análisis evidencia la relevancia de las teorías construccionistas y socioculturales en la estructuración de este tipo de experiencias, subrayando cómo el entorno y las interacciones ayudan a los estudiantes a avanzar en su ZDP mientras interiorizan conceptos matemáticos complejos.

En cuanto a la rotación y los ángulos, los estudiantes comprenden cómo el “carro” giraba en ángulos de 90 grados, relacionando este movimiento con las direcciones de giro (izquierda/derecha), y algunos incluso destacaron cómo los ángulos influyen en el cambio de posición del carro E6, E10, (Fig. 10).

Figura 10.*Respuestas de estudiantes 3.*

E6: - Adelante y atrás. - Gira 90 grados. - 1 forma.	- Recto. - Cuando gira a 90 grados.	- No se registra respuesta.
E10: - Derecho - Voltea a lado dónde giro - Encontré cuatro formas	- Quedaría apuntado a la derecha - Me hace pensar en la geometría lo de los ángulos	- me gusto poner los bloques por que eran órdenes que le daba al carrito

Nota: (La imagen corresponde a la rejilla de respuestas, ver anexo, se toman las respuestas de la columna central)

Las respuestas de E6 y E10 reflejan diferentes niveles de apropiación conceptual al trabajar con un entorno interactivo como Pictoblox. Estas interacciones muestran cómo los estudiantes abordan de manera distintiva las nociones de traslación, rotación y su relación con la geometría.

En el caso de E6, se observa una comprensión básica, donde los movimientos como "*adelante y atrás*" y "*gira 90 grados*" indican un enfoque directo y operativo, limitado a las instrucciones necesarias para completar una tarea específica. Este nivel de respuesta sugiere que el estudiante aún se encuentra en un proceso inicial de internalización de conceptos geométricos, dependiendo en gran medida de acciones concretas y visibles. La referencia a "*1 forma*" revela una exploración limitada del entorno, lo que podría implicar que el aprendizaje se da en un nivel más instrumental que reflexivo.

Esto se alinea con la idea de la zona de desarrollo próximo (Vygotsky, 1978), donde el estudiante necesita un andamiaje más sólido para trascender de lo práctico a lo abstracto.

Por otro lado, las respuestas de E10 muestran un mayor grado de abstracción y conexión conceptual. La identificación de *"cuatro formas"* y la reflexión sobre *"la geometría de los ángulos"* evidencian un pensamiento más analítico y una habilidad para conectar los comandos de programación con principios matemáticos más amplios. El estudiante demuestra un nivel de metacognición al señalar que los bloques eran "órdenes que le daba al carrito", destacando la capacidad del entorno para fomentar no solo la manipulación técnica, sino también el razonamiento matemático. Este enfoque más reflexivo está en sintonía con los postulados del construccionismo de Papert (1980), que aboga por el aprendizaje activo a través de la construcción y experimentación.

Ambos casos resaltan cómo el entorno de programación opera como un recurso mediador. Para E6, este recurso permitió una aproximación básica a las transformaciones geométricas, mientras que para E10 abrió la puerta a reflexiones más profundas. En este contexto, la mediación semiótica, como la describe Mariotti (2010), se hace evidente: los estudiantes no solo ejecutan movimientos, sino que comienzan a dotarlos de significado personal y matemático. Este proceso de generación de signos, tanto personales como compartidos, refuerza el rol de los micromundos interactivos en la enseñanza de la geometría.

Es importante destacar que las diferencias entre E6 y E10 podrían estar relacionadas con el nivel de autonomía en sus procesos de aprendizaje. Mientras que E6

parece necesitar mayor orientación y estrategias específicas para ampliar su razonamiento, E10 muestra cómo un entorno de programación bien diseñado puede fomentar la reflexión independiente y el pensamiento geométrico más avanzado. En este sentido, el trabajo colaborativo y la interacción social podrían enriquecer aún más estas experiencias, como señala la teoría sociocultural (Vygotsky, 1978).

Las respuestas de ambos estudiantes subrayan la importancia de adaptar los niveles de intervención educativa según las necesidades individuales. Estas interacciones en el entorno digital permiten a los estudiantes avanzar progresivamente desde el hacer hacia el comprender, integrando conceptos geométricos de manera práctica, creativa y significativa. Al final, este tipo de experiencias refuerzan no solo el aprendizaje de la geometría, sino también la capacidad de los estudiantes para transferir sus conocimientos a nuevos desafíos.

Este tipo de experiencias favoreció el pensamiento geométrico, ya que los estudiantes mencionaron de manera clara cómo los movimientos del carro les ayudaban a pensar en conceptos geométricos, como los ángulos y los cambios de posición E9, E10, E13, (Fig 11).

Figura 11.

Respuestas de estudiantes 4.

E9: - moviéndolo con los pasos - se mueve 90 grados - rectángulo, cuadrado, ele y t	- hacia la izquierda - por donde esta el niño	- es fácil
E10: - Derecho - Voltea a lado dónde giro - Encontré cuatro formas	- Quedaría apuntado a la derecha - Me hace pensar en la geometría lo de los ángulos	- me gusto poner los bloques por que eran órdenes que le daba al carrito
E13: - atraviesa el juego. - se moverá al otro lado. - solo una corta.	- si está en la esquina hacia arriba si está en el inicio hacia abajo. - El carro se traslada en diferentes lugares y gira mucho, eso me hace pensar en la geometría cuando se mueve.	- No se registran respuestas.

Nota: (La imagen corresponde a la rejilla de respuestas, ver anexo, se toman las respuestas de la columna central)

Se evidencian diversos niveles de comprensión geométrica y reflexiones relacionadas con el uso de herramientas como bloques de programación para explorar conceptos matemáticos. Los participantes (E9, E10 y E13) muestran perspectivas únicas sobre traslaciones, rotaciones y su aplicación en la resolución de problemas dentro del entorno propuesto.

E9 enfatiza un enfoque secuencial para el movimiento, indicando “*moviéndolo con los pasos*” y refiriéndose a formas geométricas como rectángulos o cuadrados, lo cual sugiere una identificación concreta de patrones espaciales. La asociación de direcciones

específicas con ubicaciones claras, como *“por donde está el niño”*, refuerza la idea de un pensamiento geométrico práctico basado en elementos visuales presentes en el entorno.

Por su parte, E10 menciona un razonamiento más abstracto, vinculado a la representación de ángulos y su relación con la rotación, como cuando señala que *“me hace pensar en la geometría, lo de los ángulos”*. Este participante también subraya el carácter dinámico y creativo de la actividad al valorar la interacción con los bloques como *“órdenes que le daba al carrito”*. Aquí se destaca un nivel de apropiación del conocimiento donde la manipulación de herramientas no solo facilita el aprendizaje, sino que también genera una conexión personal con el proceso.

E13, en cambio, demuestra una comprensión más descriptiva de los movimientos del objeto, observando cómo *“el carro se traslada en diferentes lugares y gira mucho”*. Además, relaciona esta dinámica con conceptos geométricos al reflexionar que *“eso me hace pensar en la geometría cuando se mueve”*. Aunque la respuesta no profundiza en estrategias específicas, resalta una percepción intuitiva del vínculo entre los movimientos programados y los principios geométricos subyacentes.

En conjunto, estas respuestas destacan cómo las actividades diseñadas en el marco de la programación y la geometría pueden activar distintos niveles de razonamiento, desde lo concreto hasta lo abstracto. Este análisis también pone en evidencia cómo los participantes, al interactuar con herramientas digitales, generan conexiones significativas con conceptos matemáticos, en línea con los planteamientos de Papert (1980) sobre el construccionismo y las mediaciones tecnológicas para el aprendizaje.

Además, se observa cómo la teoría de la mediación semiótica de Hanna y De Villiers (2012) puede aplicarse a este contexto, ya que los estudiantes transforman los signos de los bloques y comandos en significados matemáticos que guían su comprensión y toma de decisiones dentro de la actividad.

Dificultades Observadas Item

- ***Conceptualización inicial:*** Algunos estudiantes (E2, E12) tuvieron dificultades para conceptualizar los giros o movimientos al inicio.
- ***Estrategias múltiples:*** No todos los estudiantes identificaron varias formas de completar las actividades, lo que puede reflejar limitaciones en su pensamiento crítico o explotación.
- ***Fallas de registro:*** En varias respuestas no se registran observaciones, lo que podría indicar desinterés o distracción.
- ***Interpretación de giros:*** Algunos estudiantes tuvieron problemas al visualizar las rotaciones de 90 grados (E6, E7)
- ***Exploración de soluciones:*** Varias respuestas muestran que algunos se limitaron a una única forma de resolver el problema (E3, 35, E13)
- ***Contexto del juego:*** Hubo confusiones sobre las reglas o como el movimiento del carro estaba relacionado con los conceptos matemáticos.

Facilidades

- **Interactividad:** Los bloques de programación y carácter visual de la actividad fomentaron el interés y la diversión (E1, E4, E10)
- **Asociación Matemática:** Los movimientos del carro fueron un buen recurso para conectar la geometría con la programación (E9, E13)

Conclusiones.

- **Impacto educativo:** La actividad permitió que los estudiantes integrarán conceptos matemáticos con la programación de manera dinámica. Aunque algunos encontraron dificultades, la mayoría logró conectar los movimientos del carro con conceptos de traslación y rotación.
- **Áreas de mejora:** Sería de gran utilidad mostrarles ejemplos más detallados y guías paso a paso de igual manera dinámicas específicamente al inicio de la actividad para facilitar el entendimiento (auditivo, escrito, lectura y explicación) así mismo como explorar distintas estrategias para resolver los problemas del juego.
- **Aportes significativos:** Las respuestas reflejan que los estudiantes no solo interactuaron con los conceptos matemáticos, sino que también desarrollaron habilidades analíticas, cumpliendo con los objetivos del proyecto.

La integración de la programación con conceptos matemáticos, particularmente en el contexto de movimientos geométricos como la traslación y por consiguiente la rotación, se ha mostrado como una herramienta pedagógica dinámica. Sin embargo, a lo largo de la actividad, se han identificado ciertos obstáculos y facilidades que impactan en el

aprendizaje de los estudiantes, así como áreas de mejora que permitirán optimizar la experiencia educativa.

En cuanto a las dificultades observadas, la conceptualización inicial de los giros y movimientos fue un desafío para algunos estudiantes (E2, E12), quienes inicialmente tuvieron problemas para entender los giros de 90 grados y los movimientos del carro en el juego. Esta dificultad es coherente con lo señalado por Papert (1980), quien destaca la importancia de proporcionar a los estudiantes un ambiente de aprendizaje donde puedan experimentar y visualizar los conceptos matemáticos de manera concreta. En este sentido, la comprensión de los giros como un movimiento matemático abstracto debe ser acompañada de ejemplos visuales y actividades prácticas que faciliten su asimilación.

Otro desafío importante fue la falta de estrategias múltiples, ya que varios estudiantes no identifican distintas formas de resolver el problema planteado (E3, E5, E13). Este patrón puede reflejar limitaciones en su pensamiento crítico y en la exploración de alternativas, lo que está relacionado con el concepto de ZDP (Zona de Desarrollo Próximo) propuesto por Vygotsky (1978), en la cual los estudiantes pueden ser guiados para realizar tareas que inicialmente no pueden llevar a cabo por sí mismos. Aquí, el papel del educador es clave, ya que a través de la mediación adecuada se pueden potenciar las capacidades de los estudiantes.

En cuanto a los obstáculos específicos del contexto del juego, algunos estudiantes mostraron confusión sobre las reglas y cómo los movimientos del carro se vinculan con los conceptos matemáticos. Este tipo de dificultades puede ser abordado proporcionando más

ejemplos y actividades previas que expliquen los movimientos en términos matemáticos, reforzando la relación entre la programación y los conceptos geométricos.

No obstante, también se evidenció cierta facilidad a la hora de interactuar con la actividad, especialmente a través de los bloques de programación, generó interés y motivación entre los estudiantes E1, E4, E10, (Fig, 12) .

Figura 12.

Respuestas de los estudiantes 5.

E1: - Trasladarlo o moverlo. - Voltar. - 7.	- Hacia adelante. - Cuando vamos por donde está el niño.	- Se me hizo fácil y divertido.
E3: - Traslación. - Rotación. - 1	- Al frente. - Rotación y traslación	- No.
E10: - Derecho - Voltea a lado dónde giro - Encontré cuatro formas	- Quedaría apuntado a la derecha - Me hace pensar en la geometría lo de los ángulos	- me gusto poner los bloques por que eran órdenes que le daba al carrito

Nota: (La imagen corresponde a la rejilla de respuestas, ver anexo, se toman las respuestas de la tercera columna,)

Este aspecto es fundamental, ya que la programación y las representaciones visuales permiten a los estudiantes experimentar de manera directa con los movimientos y transformaciones, lo cual facilita la comprensión y el aprendizaje significativo (Papert,

1980). Además, la asociación matemática entre los movimientos del carro y los conceptos de traslación y rotación fue efectiva para conectar la programación con la geometría, proporcionando a los estudiantes una mejor comprensión de los conceptos involucrados E9, E13, (Fig. 12).

A nivel general, la actividad permitió que los estudiantes integraran conceptos matemáticos con la programación de una manera dinámica. Aunque algunas dificultades fueron observadas, la mayoría de los estudiantes lograron conectar los movimientos del carro en “el viaje de Juan” con los conceptos de traslación y rotación.

Sin embargo, las áreas de mejora incluyen la necesidad de proporcionar ejemplos más detallados y guías paso a paso, especialmente al inicio de la actividad, para facilitar la comprensión de los movimientos geométricos. También sería útil fomentar la exploración de diferentes estrategias para resolver los problemas planteados en el juego, lo que podría ampliar el pensamiento crítico y las habilidades de resolución de problemas en los estudiantes.

ACT 2 y 3 Descripción de la actividad

En esta actividad, se propuso a los estudiantes programar la salida a través de un laberinto diseñado en el entorno de Pictoblox “La rana y su vela mágica” (Fig. 13 y 14). El objetivo principal era que los participantes, mediante la manipulación directa del lenguaje de programación y la experimentación con comandos, comprendieran los conceptos matemáticos de traslación y rotación de una manera práctica e interactiva.

Esta actividad de laberinto en Pictoblox es una continuación del trabajo realizado previamente en el marco del aprendizaje de la traslación y la rotación. Mientras que las actividades iniciales se centraron en introducir los conceptos básicos y fomentar la exploración libre a través de movimientos simples en un entorno más controlado, esta nueva propuesta lleva el aprendizaje a un nivel más desafiante. Diseñada para consolidar y profundizar los conocimientos adquiridos, esta actividad introduce nuevas complejidades en dos niveles progresivos, adaptados a diferentes niveles de habilidad y comprensión.

En el primer nivel que corresponde a la actividad 2, se propone un desafío más intuitivo, similar a las etapas iniciales del trabajo previo. Los estudiantes deben encontrar un camino en el laberinto experimentando con comandos básicos como traslación y rotación, pero ahora enfrentan un entorno que requiere un entendimiento más claro de cómo estos conceptos se aplican a obstáculos específicos.

Este nivel sirve como puente entre la exploración inicial y los desafíos más estructurados, consolidando la confianza de los estudiantes en el uso de herramientas de programación y conceptos geométricos.

En el segundo nivel que corresponde a la actividad 3, el grado de complejidad aumenta significativamente. Aquí, los estudiantes deben planificar y programar los movimientos del personaje con anticipación, visualizando el trayecto completo antes de ejecutarlo.

Este nivel introduce desafíos que no solo requieren aplicar conocimientos previos, sino también integrar habilidades de visualización espacial, secuenciación lógica y

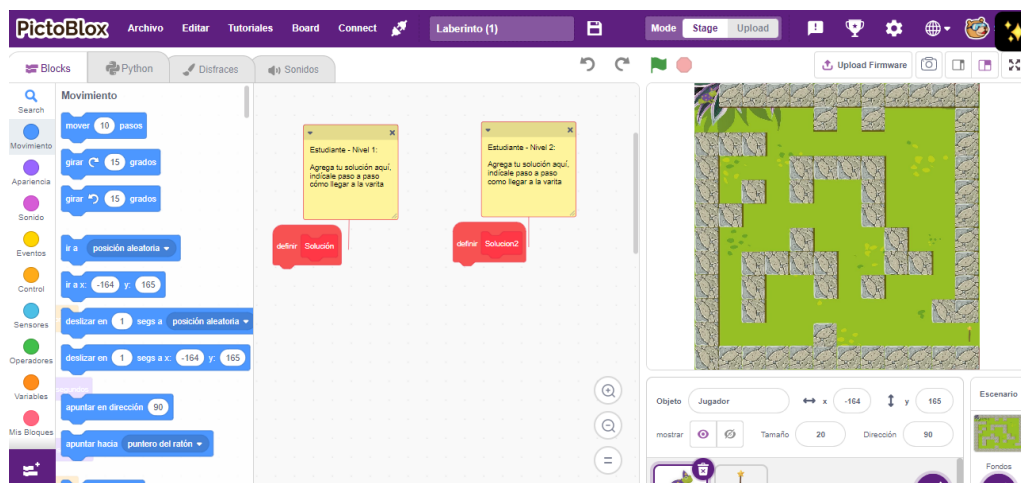
resolución estratégica de problemas. El enfoque en la anticipación y planificación fomenta una transición hacia un aprendizaje más estructurado, promoviendo la capacidad de los estudiantes para manejar conceptos abstractos en un contexto práctico.

Al igual que en la actividad previa, este diseño progresivo refleja principios fundamentales del constructivismo, destacando la importancia de la experimentación activa y la construcción del conocimiento en un entorno significativo (Papert, 1980). Además, incorpora el concepto de "andamiaje" (Vygotsky, 1978), ya que los docentes pueden intervenir en momentos clave para guiar a los estudiantes y ayudarlos a superar dificultades específicas, como la identificación de patrones de rotación y traslación dentro del laberinto.

Este enfoque de continuidad no solo refuerza el aprendizaje adquirido, sino que también expande las posibilidades de aplicación de los conceptos matemáticos en contextos más complejos. Como lo expone Camargo (2019), este tipo de investigación no se limita a documentar problemas, sino que busca evolucionar el aula de matemáticas hacia un espacio dinámico donde las herramientas tecnológicas, como Pictoblox, faciliten el aprendizaje práctico y contextualizado. Así, los estudiantes no sólo resuelven problemas en el laberinto, sino que también desarrollan habilidades transferibles que les permitirán abordar desafíos geométricos y programáticos en otros contextos.

Figura 13.

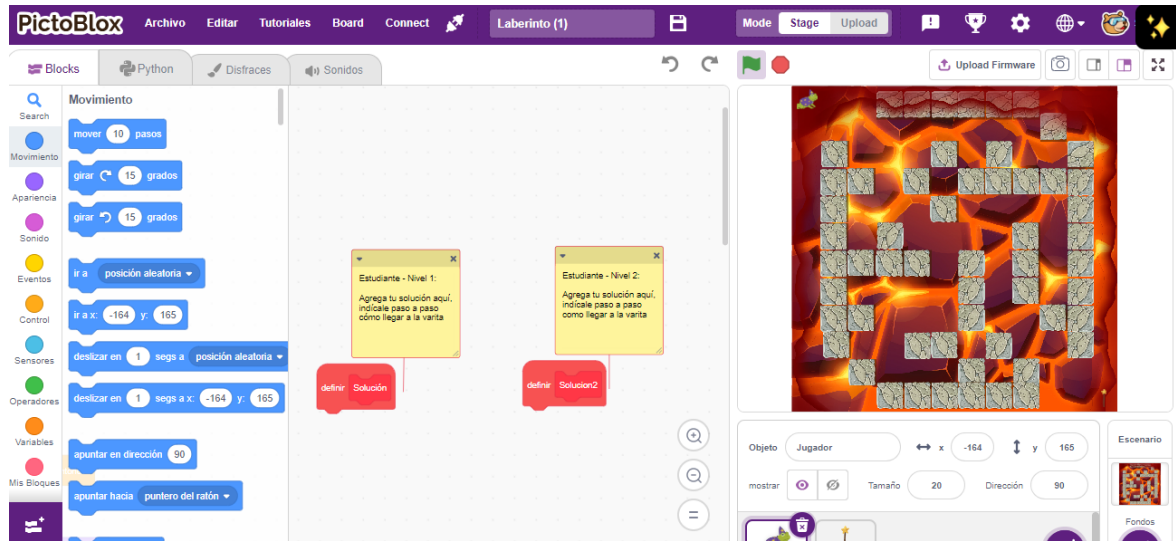
Actividad La rana y su vela mágica 1 primer nivel, actividad 2.



Nota: (La imagen corresponde a una captura de pantalla de la actividad).

Figura 14.

Actividad la rana y su vela mágica 2 nivel, actividad 3



Nota: (La imagen corresponde a una captura de pantalla de la actividad).

Se estructuró las dos actividades en torno a preguntas clave que incentivaron la reflexión, como:

1. Si quieres que el personaje se oriente hacia la derecha, ¿Qué comandos utilizarías en Pictoblox?
2. ¿Qué estrategia usarías si encuentras una pared en el camino? ¿Cambiarías de dirección rotando o trasladándose?
3. ¿Qué estrategias geométricas puedes usar para avanzar sin desviarte en el laberinto?
4. ¿Cómo crees que la rana puede llegar más rápido a la casa: yendo en línea recta o girando en las esquinas?

5. ¿Cómo podrías describir la rotación y la traslación usando bloques de programación?
6. ¿Cómo podrías usar lo que aprendiste en este laberinto para entender otros problemas geométricos?
7. ¿Qué te gustó de programar con Pictoblox?

En conclusión, estas interrogantes guiaron el trabajo de los estudiantes, ayudándolos a identificar patrones de movimiento, relacionar decisiones programáticas con conceptos geométricos y explorar diversas formas de resolver el problema.

La actividad incluyó desafíos específicos, como la necesidad de programar giros de 90 grados para ajustar la dirección de la rana en el laberinto, lo que promovió el análisis del efecto de los movimientos sobre la orientación del objeto.

El enfoque utilizado se centró en el aprendizaje constructivista y en la creación de un micromundo matemático personalizado donde los estudiantes explorarán, reflexionan y construyen activamente su conocimiento. A través del error y la retroalimentación, pudieron ajustar sus estrategias, reconociendo el impacto de sus decisiones en la solución final.

Análisis de datos

Programación Item

La programación, a través de herramientas como Pictoblox, permite a los estudiantes experimentar con estrategias geométricas al interactuar con el entorno de manera práctica. La mayoría de los estudiantes eligió rotar como respuesta a los obstáculos, lo que refleja un entendimiento básico de cómo manipular objetos dentro de un espacio bidimensional. Las respuestas también sugieren que algunos estudiantes aún no exploran todas las opciones, como se puede ver en las respuestas de E10 y E11, (Fig, 15) que mencionan borrar instrucciones, indicando que algunos aún están aprendiendo a manejar la programación de manera eficiente.

Figura 15.

Respuestas de los estudiantes Actividad 2 y 3.

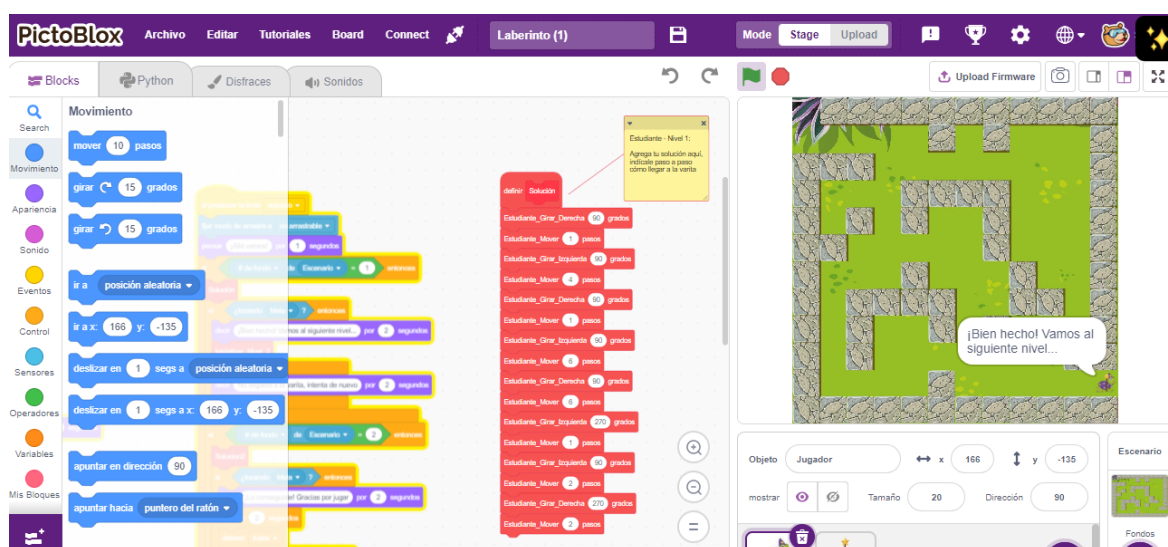
E10	- Yo borraría la instrucción y pondría otra instrucción - No se	- Yo usé girar a la derecha 90 grados - Ver las instrucciones y lo que me quede mal lo corrijo. - No se - No se	- SIIIIIIII
E11	- borraría la instrucción y pondría otra instrucción - nose	- el de girar a la derecha con 90 grados - ver bien las instrucciones y hacerlo bien - nose - asiendolo	- si me encanto

Nota: (La imagen corresponde a la rejilla de respuestas, ver anexo, se toma las respuestas de la primera columna).

Este tipo de actividad en Pictoblox fomenta el aprendizaje a través de la experimentación, lo cual se alinea con el constructivismo de Papert (1980), quien defendía el uso de tecnologías para el aprendizaje activo y exploratorio, donde los estudiantes tienen la libertad de experimentar y corregir sus errores en un entorno controlado. El concepto de "andamiaje" de Vygotsky (1978) también se refleja aquí, donde los docentes pueden guiar a los estudiantes mientras exploran nuevas soluciones.

Figura 16.

Construcción del Estudiante E15.



Nota: (La imagen corresponde a una captura de pantalla de uno de los estudiantes.)

En la (Figura 16) se evidencia la construcción del primer nivel por parte del estudiante E15, quien logró completar el desafío de manera exitosa. Al analizar su trabajo, se observa que empleó un enfoque basado en la estrategia de prueba y error para generar

las instrucciones dirigidas al programa. Este método le permitió explorar diferentes caminos antes de identificar una solución óptima, reflejando una construcción activa de conocimiento (Papert. 1980).

El propio estudiante calificó su solución como "el camino más corto", lo cual coincide con su respuesta en el formulario a la pregunta: ¿Cómo crees que la rana puede llegar más rápido a la casa: yendo en línea recta o girando en las esquinas?.

Este caso resalta cómo el micromundo de Pictoblox facilita la interacción directa con conceptos geométricos, permitiendo a los estudiantes experimentar, validar hipótesis y tomar decisiones basadas en su razonamiento. Según Noss y Hoyles (2019), los micromundos proporcionan un entorno seguro para que los estudiantes exploren ideas complejas, prueben estrategias y construyan modelos que fortalezcan su comprensión matemática. La capacidad de E15 para integrar la teoría y la práctica en su construcción evidencia cómo este entorno fomenta no solo la resolución de problemas, sino también el desarrollo del pensamiento lógico.

Además, el uso de Pictoblox como plataforma de aprendizaje destaca su capacidad para facilitar la comprensión de conceptos matemáticos y geométricos abstractos. Según Cumbal Acosta (2020), las tecnologías digitales proporcionan nuevas formas de representar y manipular conceptos, lo que contribuye a una mejor comprensión de los conocimientos. Este enfoque digital permite a los estudiantes visualizar y experimentar activamente con conceptos geométricos, transformándolos en experiencias tangibles y accesibles.

La visualización y experimentación. Es utilizada por los estudiantes para generar estrategias geométricas básicas como giros y traslaciones, lo que muestra una vinculación

directa entre la programación y las matemáticas. Sin embargo, también es evidente que algunos estudiantes todavía necesitan una comprensión más estructurada de cómo se conectan estos conceptos con situaciones del mundo real. La respuesta de E4:

Figura 17.

Respuestas del estudiante E4 Actividad 2 y 3.

- E4
- Si obvio verdadero
 - girando en cada esquinas

Nota: (La imagen corresponde a la rejilla de respuestas, ver anexo).

En la misma se encuentra poca relación con la pregunta realizada, esto indicando que al principio de las actividades de andamiaje aun siendo un método de aprendizaje nuevo, tal como lo señala Vygotsky (1978), es de gran importancia el acompañamiento del profesor en el proceso, dando un progreso significativo, a la hora de hacer la actividad 3, se puede tomar como ejemplo al E5:

Figura 18.

Respuestas del estudiante E5 Actividad 2 y 3.

E5	- girar 90 grados ala derecha	- si
- cambiar de dirección	- traslación	
- girando en las esquinas	- no	
	- para más laberintos y los grados	

Nota: La imagen corresponde a la rejilla de respuestas, ver anexo,(, se toma las respuestas de la primera columna).

Al avanzar en las actividades, se observan progresos significativos. En el caso del estudiante E5, las respuestas evolucionan hacia afirmaciones más coherentes como "*cambiar de dirección*" o "*girando en las esquinas*", mostrando una comprensión más alineada con las preguntas formuladas. Este progreso se atribuye a la oportunidad brindada a los estudiantes de practicar, reflexionar y probar nuevas alternativas, un proceso que fomenta tanto la confianza como la comprensión.

La programación visual con herramientas como Pictoblox no solo facilita la exploración y resolución de problemas geométricos en un entorno digital, sino que también impacta en el razonamiento espacial y la resolución de problemas fuera del aula. Según Noss y Hoyles (1996), los entornos interactivos de aprendizaje fomentan una representación activa de los conceptos matemáticos, abriendo nuevas perspectivas para visualizar y comprender procesos geométricos.

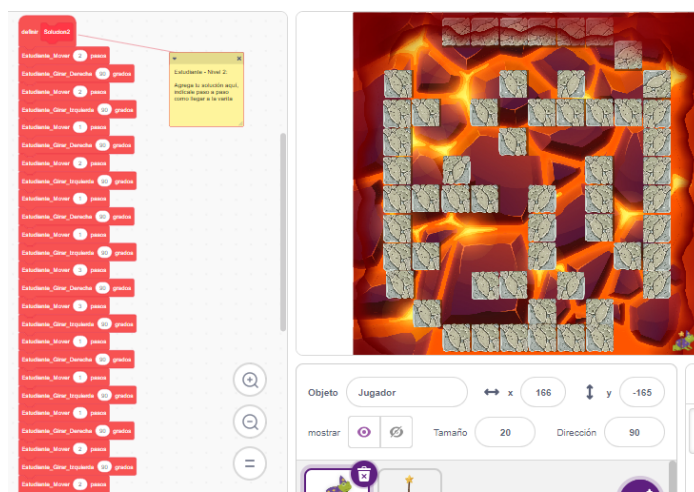
Así, la programación trasciende su función técnica para convertirse en un medio pedagógico que conecta conceptos geométricos con aplicaciones prácticas y fomenta el desarrollo de habilidades esenciales como el pensamiento lógico, la resolución de problemas y la creatividad. En este contexto, se observa cómo los estudiantes, incluso con respuestas iniciales vagas o imprecisas, comienzan a construir un puente entre la programación y los problemas geométricos reales.

En el segundo nivel, el grado de complejidad aumenta significativamente, exigiendo a los estudiantes no solo aplicar los conceptos geométricos básicos, sino también planificar y programar los movimientos del personaje de manera anticipada. Este nivel representa un desafío mayor, ya que requiere integrar habilidades de pensamiento lógico, resolución de problemas y previsión estratégica para anticipar los resultados de su programación.

Un caso destacable en este nivel es el del estudiante E10, cuya construcción exitosa se observa en la (Figura 19). En este ejemplo, éste estudiante logró programar de manera efectiva los movimientos del personaje para completar la actividad final. Este logro evidencia no solo la correcta aplicación de los conceptos aprendidos, sino también la capacidad del estudiante para adaptarse al aumento de la complejidad y responder de manera precisa a los retos planteados.

Figura 19.

Construcción del Estudiante E10.



Nota: (La imagen corresponde a una captura de pantalla de uno de los estudiantes.)

Este avance refleja nuevamente cómo la estructura del micromundo desarrollado a través del lenguaje de programación Pictoblox permite a los estudiantes enfrentarse a problemas de manera gradual, desarrollando habilidades en la programación y reforzando su comprensión de los conceptos geométricos en un contexto práctico. Además, como señala Cumbal Acosta (2020), el uso de tecnologías digitales no solo facilitó la representación y manipulación de conceptos abstractos, sino que también amplió el alcance de la comprensión conceptual, permitiendo a los estudiantes relacionar la teoría con la práctica de manera significativa.

La implementación exitosa de la programación en la educación depende en gran medida de la capacidad de los estudiantes para percibir su relevancia y utilidad en contextos reales. Esto se observa claramente en las respuestas del estudiante E9, quien al responder la pregunta: *¿Cómo podrías usar lo que aprendiste en este laberinto para entender otros problemas geométricos?*, argumenta: *“Pues si es, por ejemplo, un punto de un quiz que me muestre un ejemplo de un animal con obstáculos y giros o un mapa, ya voy a saber”*. Este comentario evidencia cómo los estudiantes logran establecer conexiones entre el aprendizaje obtenido mediante Pictoblox y situaciones prácticas, integrando los conceptos geométricos y habilidades de programación en contextos cotidianos.

Tal como lo señala Martínez Lina y Niño Jorge (2017), "es de gran importancia que los estudiantes entiendan y asocien las temáticas de programación con su contexto" (Pág.14). Este principio se refleja en la respuesta de E9, quien demuestra una comprensión transferible de los conceptos aprendidos, proyectándose hacia situaciones futuras, como resolver problemas geométricos en evaluaciones o aplicaciones más amplias. Este tipo de razonamiento no sólo valida la efectividad de la herramienta, sino también su capacidad para promover un aprendizaje significativo, en el que los conocimientos adquiridos se integran a las experiencias diarias y se perciben como útiles y aplicables.

En conclusión, la programación visual con herramientas como Pictoblox no solo facilita la exploración y resolución de problemas geométricos en un entorno digital, sino que también impacta positivamente en el razonamiento espacial y la resolución de problemas en contextos reales. Este enfoque pedagógico fomenta la integración de teoría y

práctica, promoviendo el desarrollo del pensamiento lógico, la creatividad y habilidades aplicables más allá del aula.

Contenido matemático item

Se reflejan diferentes niveles de comprensión y aplicación de los comandos geométricos en Pictoblox. Muchos estudiantes optaron por respuestas que incluyen comandos específicos como “*girar a la derecha 90 grados*” o “*mover pasos*”, lo que demuestra una comprensión básica de la rotación y la traslación como operaciones fundamentales en la resolución de problemas espaciales. Estas respuestas están alineadas con lo que Noss y Hoyles (1996) describen como la representación activa de conceptos matemáticos en entornos interactivos, donde los estudiantes pueden experimentar y visualizar procesos complejos de manera tangible.

Sin embargo, también se evidencia que algunos estudiantes tienen dificultades para relacionar las acciones realizadas en Pictoblox con los principios geométricos subyacentes. Respuestas como “no sé” o “borrar instrucciones” indican una falta de comprensión o confianza en la aplicación de las herramientas. Este comportamiento inicial se explica por el modelo de andamiaje de Vygotsky (1978), que enfatiza la necesidad de apoyo docente durante las primeras etapas de aprendizaje. En este sentido, el acompañamiento del profesor resulta crucial para guiar a los estudiantes hacia un entendimiento con una mayor autonomía en el uso de estas herramientas.

El progreso observado en las respuestas de los estudiantes también subraya la importancia de permitirles explorar y experimentar de forma repetitiva. Por ejemplo, estudiantes como E5 y E15 (fig. 20).

Figura 20.

Respuestas del estudiante E5 y E15 Actividad 2 y 3.

E5	- cambiar de dirección - girando en las esquinas	- girar 90 grados ala derecha - traslación - no - para más laberintos y los grados
E15	- rotando y luego trasladandome - yendo por camino más corto	- girar 90 grados ala derecha y estudiante_mover 1 paso - haciendo un plano con los pasos y rotaciones - cuando coloco el bloque rotar el muñeco gira 90 o 180 grados y cuando muevo la rana se traslada - problemas de exámenes como giran las cosas

Nota: La imagen corresponde a la rejilla de respuestas, ver anexo, se toma las respuestas de la columna izquierda).

muestran una evolución clara desde respuestas iniciales más vagas hacia formulaciones más precisas y contextualizadas, como “cambiar de dirección” o “girando en las esquinas” propias del *Ítem programación*. Este avance se relaciona con el concepto de construcción activa de conocimiento descrito por Papert (1980), quien señala que los

entornos tecnológicos pueden ser herramientas poderosas para fomentar el aprendizaje basado en la exploración y el error.

La oportunidad de cometer errores y corregirlos en un entorno seguro, es esencial para que los estudiantes desarrollen estrategias más efectivas. Algunos estudiantes lograron establecer conexiones claras entre lo aprendido en Pictoblox y aplicaciones prácticas en contextos reales, como responder preguntas de exámenes de geometría (fig. 21).

Figura 21.

Respuestas del estudiante E9 Actividad 2 y 3.

E9	
- si cambiaría de dirección a 90 grados	- 90 grados a la derecha
- girando en las esquinas	- poner bien los pasos si son 3 pasos 'pues no poner más o menos números
	- mover tal pasos girar a la izquierda 90 grados o a la derecha depende. y volver a mover tal pasos y así sucesivamente
	- pues si es por ejemplo un punto de un quiz que me muestre un ejemplo de un animal con obstáculos y giros o un mapa ya voy a saber

Nota: (La imagen corresponde a la rejilla de respuestas, ver anexo, se toma las respuestas de la columna izquierda).

Comentarios como “ya voy a saber cómo hacer” reflejan un aprendizaje significativo, donde los conocimientos adquiridos no solo se limitan al entorno digital, sino que también se proyectan hacia problemas cotidianos. Este tipo de transferencia de conocimientos es enfatizado por autores como Mariotti (2010), quien argumenta que las herramientas digitales pueden actuar como mediadores cognitivos que conectan la teoría y la práctica de manera efectiva.

El aumento en la complejidad de las actividades también jugó un papel fundamental en el desarrollo de las habilidades de los estudiantes. Por ejemplo, en los niveles más avanzados, los estudiantes debían integrar habilidades como la planificación anticipada, la previsión estratégica y el razonamiento espacial para programar los movimientos del personaje. Esto queda evidenciado en respuestas de estudiantes como E10 (fig 22).

Figura 22.

Respuestas del estudiante E9 Actividad 2 y 3.

E10	
- Yo borraría la instrucción y pondría otra instrucción	- Yo usé girar a la derecha 90 grados
- No se	- Ver las instrucciones y lo que me quede mal lo corrijo.
	- No se
	- No se

Nota: (La imagen corresponde a la rejilla de respuestas, ver anexo,,se toma las respuestas de la columna izquierda).

Este estudiante destacó en la resolución del segundo nivel mediante la programación efectiva y el uso adecuado de conceptos geométricos al asemejar el error como una nueva oportunidad para “*ver las instrucciones y lo que quede mal lo corrije*” ya que ésto indica el entendimiento del programa y así mismo la resolución de problemas matemáticos. Según Cumbal Acosta (2020), el uso de tecnologías digitales permite a los estudiantes visualizar y manipular conceptos abstractos, facilitando una mejor comprensión.

En términos de estrategias geométricas, las respuestas reflejan una tendencia general hacia la preferencia por giros y traslaciones. Esto no solo destaca la comprensión de estos conceptos como herramientas fundamentales, sino que también su relevancia en la resolución de problemas espaciales. La capacidad de aplicar estos conceptos en entornos

digitales y extrapolarse a situaciones del mundo real es un ejemplo del aprendizaje significativo promovido por Noss y Hoyles (1996), quienes destacan la importancia de los micromundos en el desarrollo de habilidades matemáticas complejas.

La enseñanza de la geometría no solo facilita la exploración y comprensión de conceptos matemáticos, sino que también promueve habilidades esenciales como el pensamiento lógico y la resolución de problemas. Las respuestas de los estudiantes muestran cómo, a través del acompañamiento docente, es posible alcanzar un aprendizaje que trascienda el aula y se relacione con aplicaciones prácticas.

Dificultades Item

- ***Interpretación de giros:*** Algunos estudiantes, como (E10 y E11), optaron por corregir instrucciones al no comprender inicialmente los giros. En contraste, E5 y E15 lograron utilizar giros de 90 grados, mostrando una comprensión más clara de las rotaciones.
- ***Exploración de soluciones:*** Estudiantes como (E1 y E3) mostraron respuestas más exploratorias al referirse a estrategias de rotación y traslación. Sin embargo, (E10 y E11) limitaron sus soluciones a borrar y rehacer, evidenciando una falta de variedad en su enfoque.
- ***Contexto del juego:*** Algunos estudiantes, como E9, destacaron aplicaciones concretas del juego para problemas matemáticos en exámenes, mientras que otros, como E6, se sintieron estresados por el nivel de complejidad, lo que afectó su experiencia en el entorno.

Facilidades:

- ***Interactividad:*** Estudiantes como (E12 y E13) valoraron la interacción con los bloques y la rana, destacando el aspecto práctico y dinámico del juego, lo que contribuyó a su motivación para programar.
- ***Asociación matemática:*** Respuestas como las de (E13 y E15) evidenciaron conexiones entre las operaciones programadas y conceptos matemáticos como ángulos y traslación. Otros, como E4, mencionaron el uso de estas estrategias en exámenes, mostrando transferencia de aprendizaje.

Conclusiones.

- ***Impacto educativo:*** La actividad permitió a estudiantes como (E9 y E13) establecer vínculos entre la programación y problemas reales, evidenciando la efectividad de Pictoblox como herramienta educativa. Sin embargo, el estrés mencionado por algunos sugiere la necesidad de un mejor diseño de actividades.
- ***Áreas de mejora:*** Es esencial incluir más ejemplos y explicaciones detalladas para reducir la confusión en giros y traslaciones, además de estrategias para manejar el estrés, especialmente para estudiantes como E6 y E15.
- ***Aportes significativos:*** Estudiantes como E12 y E13 resaltaron cómo el entorno les permitió visualizar conceptos abstractos, destacando que la programación no solo enseñó geometría, sino que también fomentó habilidades de planificación y resolución de problemas.

Se revela una diversidad de opiniones y actitudes hacia la actividad de programación en Pictoblox, evidenciando tanto experiencias positivas como desafíos significativos. Algunos estudiantes, como E6 y E9, mencionaron sentirse "estresados" al trabajar con la programación, mientras que otros, como E12, E13 y E14, expresaron disfrute y motivación al interactuar con la herramienta, destacando la satisfacción derivada de la creación de soluciones propias.

Figura 23.

Respuestas del estudiante E6 y E9 Actividad 2 y 3.

E6	- si - en línea recta	- girar ala derecha cuantos grados quiera 90,30,12 y 60 grados - Usando pasos ,jirando ala derecha, e izquierda - diciendole al personaje que jire ala derecha o ala izquierda - lo podría usar cuando hagan exámenes de geometría	- si me gusto pero me estresa mucho con la programación
E9	- si cambiaría de dirección a 90 grados - girando en las esquinas	- 90 grados a la derecha - poner bien los pasos si son 3 pasos 'pues no poner más o menos números - mover tal pasos girar a la izquierda 90 grados o a la derecha depende. y volver a mover tal pasos y así	- si pero me estresa en todo

Nota: (La imagen corresponde a la rejilla de respuestas, ver anexo, se toma las respuestas de la tercera columna).

Figura 24.

Respuestas del estudiante E12, E13, E14 Actividad 2 y 3.

E12	- cambia de dirección trasladando - girando en esquinas	- el comando girara a la derecha. - contando con los bloques y contando con la traslación - la traslación es cuando movemos algo o alguien y la rotaciones cuando giramos algo o alguien - aprendí a usarlos para casos más difíciles.	- me gusto que con los bloques se puede mover la rana rene
E13	- yo rotaria - girando en las esquinas	- Girar a la derecha 90 grados - calculando los ángulos del laberinto - poniendo girar 90 grados y mover 2 pasos - me pueden ayudar para los exámenes de geometría	- me gusto ir programando la solución del laberinto
E14	- no, giraría hacia cualquier dirección - girando en las esquinas	- girar 90 grados hacia la derecha - un cuadrado - con mover pasos y girar grados - haciendo figuras	- que hay muchas cosas que hacer

Nota: (La imagen corresponde a la rejilla de respuestas, ver anexo,, se toma las respuestas de la tercera columna).

La diferencia en las respuestas de los estudiantes sugiere que la programación no solo es una actividad técnica, sino que también implica una carga cognitiva y emocional. La mención del estrés por parte de varios estudiantes podría indicar que la programación, especialmente en la resolución de problemas complejos y en un entorno nuevo, presenta barreras emocionales y cognitivas significativas. Esto es coherente con la teoría de Vygotsky (1978), que enfatiza la importancia de la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP), un concepto que señala que los estudiantes necesitan un apoyo adecuado para avanzar en su

aprendizaje. En este sentido, los estudiantes que mostraron mayores dificultades podrían beneficiarse de un andamiaje adicional por parte de los docentes, quienes pueden proporcionar guías y estrategias adaptadas para ayudar a superar estos desafíos.

La percepción de dificultades también puede relacionarse con las ideas de Papert (1980) sobre el aprendizaje activo y constructivista. Papert argumentó que los estudiantes aprenden de manera más efectiva cuando se les da la oportunidad de experimentar y enfrentar desafíos en un entorno que les permita cometer errores y aprender de ellos. Sin embargo, si el estrés se vuelve excesivo, puede interrumpir la capacidad de los estudiantes para experimentar de manera efectiva y aprender de sus errores.

En este contexto, la labor del docente se vuelve crucial para equilibrar la dificultad y la capacidad de los estudiantes, de modo que la experiencia de aprendizaje siga siendo estimulante y no se convierta en una fuente de frustración.

Por otro lado, los estudiantes que expresaron una experiencia positiva con la programación, como E12, E12 y E14, demostraron un enfoque más confiado y un entendimiento de cómo utilizar las instrucciones de Pictoblox para resolver problemas matemáticos. Este fenómeno se alinea con la noción de motivación intrínseca descrita por Papert (1980), que subraya que la satisfacción derivada de resolver problemas y experimentar con nuevas estrategias actúa como un motor clave para el aprendizaje. La programación se convierte así en una herramienta que fomenta la curiosidad y el deseo de aprender, lo cual es fundamental para el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y creativo.

La diferencia en las actitudes de los estudiantes puede entenderse también a través del marco de Noss y Hoyles (1996), quienes argumentan que los entornos de aprendizaje interactivos, como los micromundos en programación, permiten a los estudiantes representar y manipular conceptos matemáticos de formas visuales y dinámicas.

Sin embargo, la capacidad de los estudiantes para aprovechar estas herramientas depende de su nivel de confianza y de la comprensión previa que tengan de los conceptos matemáticos implicados. En este sentido, el estrés de algunos estudiantes podría estar relacionado con una percepción de falta de competencia o con una barrera en la transferencia del conocimiento entre el entorno de Pictoblox y los problemas matemáticos tradicionales.

Camargo-Uribe et al. (2013) y Cumbal Acosta (2020) también destacan la relevancia de las tecnologías digitales en el proceso de aprendizaje, sugiriendo que estas herramientas pueden representar y manipular conceptos de una manera que facilita su comprensión. Sin embargo, para que esto sea efectivo, es esencial que los estudiantes no solo tengan acceso a la herramienta, sino también a una guía adecuada para superar obstáculos y desarrollar habilidades cognitivas.

El uso de la programación visual permite a los estudiantes trabajar de manera práctica y experimental, lo cual puede ayudar a mejorar la comprensión, pero también puede ser fuente de dificultades si los estudiantes se enfrentan a desafíos sin suficiente apoyo.

Las dificultades observadas en algunos estudiantes subrayan la necesidad de estrategias pedagógicas que integren tanto la teoría como la práctica, proporcionando un espacio donde los estudiantes puedan construir conocimiento de manera activa y sin ansiedad excesiva. La respuesta de algunos estudiantes que mencionaron tener dificultades para relacionar las instrucciones de Pictoblox con los conceptos matemáticos indica que, para lograr un aprendizaje significativo, es importante construir puentes entre la programación y las aplicaciones matemáticas en la vida real.

Por ejemplo, la importancia de vincular la teoría con la práctica se refleja en la respuesta de los estudiantes que mencionaron que la programación les ayuda a prepararse para los exámenes de geometría, como se observa en E6 y E9. Esto sugiere que, cuando los estudiantes logran hacer conexiones entre el aprendizaje de programación y su aplicación en problemas matemáticos fuera del entorno digital, experimentan un aprendizaje más profundo y duradero. Esta perspectiva es apoyada por Mariotti (2013), quien resalta la importancia de la representación simbólica en el aprendizaje matemático y cómo las herramientas tecnológicas pueden facilitar esta representación cuando se usan de manera adecuada.

Mientras que algunos estudiantes se beneficiaron de la experiencia y encontraron placer en la programación y la solución de problemas matemáticos, otros enfrentaron dificultades que se vinculan tanto a barreras cognitivas como emocionales. La implementación de estrategias de andamiaje, el fomento de la motivación intrínseca y la creación de un entorno de aprendizaje que equilibre desafíos y apoyo son esenciales para superar estas dificultades. El uso de herramientas de programación, acompañado de un

apoyo adecuado y la incorporación de conceptos matemáticos, se establece como un recurso valioso para el aprendizaje. Sin embargo, es esencial manejar el estrés de los estudiantes y brindarles apoyo durante su proceso de transición de la teoría a la práctica.

5. Resultados

La investigación ha evidenciado una gama de respuestas que destacan diferentes niveles de comprensión y aplicación de los comandos geométricos en Pictoblox. En general, se observa una tendencia hacia la mejora progresiva de los estudiantes en su capacidad para usar la programación como una herramienta para resolver problemas matemáticos. Esto se refleja en respuestas de estudiantes como E5 y E15 (act 1), quienes mostraron un avance desde respuestas iniciales imprecisas hacia formulaciones más detalladas y precisas, como "cambiar de dirección" o "girando en las esquinas".

Este tipo de desarrollo subraya la importancia de la representación activa y la experimentación que Noss y Hoyles (1996) describen como crucial en entornos interactivos que permiten a los estudiantes visualizar y manipular conceptos matemáticos. La capacidad de los estudiantes para pasar de una comprensión superficial a una aplicación más compleja de los conceptos refuerza la teoría de Papert (1980), quien argumenta que el aprendizaje se potencia cuando los estudiantes pueden explorar, experimentar y aprender de sus errores en un entorno seguro.

Los resultados también revelan diferencias en la percepción y la actitud de los estudiantes hacia la actividad de programación. Algunos estudiantes, expresaron sentimientos de estrés y dificultades asociadas al proceso de aprendizaje. Estos resultados se alinean con la teoría de la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) de Vygotsky (1978), que subraya la importancia de la intervención y el apoyo docente en las primeras etapas del aprendizaje. La presencia de estrés en estos estudiantes sugiere que, si bien la programación tiene el potencial de ser una herramienta poderosa, la falta de apoyo adecuado puede impedir un aprendizaje efectivo y generar barreras emocionales y cognitivas.

Esto enfatiza la necesidad de estrategias pedagógicas que proporcionen un equilibrio entre el desafío y el apoyo para evitar que la carga cognitiva se convierta en un obstáculo para el aprendizaje.

Sin embargo, hubo una parte significativa de los estudiantes que encontraron en la programación una experiencia enriquecedora y motivadora. Estudiantes como E12, E13 y E14 (ACT 2 Y 3) mostraron un interés genuino por interactuar con la herramienta, experimentando un sentido de satisfacción y logro al desarrollar soluciones y aplicar sus conocimientos matemáticos.

Este fenómeno se alinea con la noción de motivación intrínseca de Papert (1980), quien sostiene que el aprendizaje se intensifica cuando los estudiantes están motivados por la satisfacción de resolver problemas y la curiosidad de descubrir nuevas formas de enfrentar desafíos. La programación, en estos casos, se convirtió en un motor para el

desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y creatividad, revelando su potencial para estimular un aprendizaje activo y participativo.

También se destacó cómo algunos estudiantes lograron establecer conexiones entre lo aprendido en Pictoblox y su aplicación en problemas de matemáticas tradicionales. Este tipo de transferencia de conocimientos es respaldado por Mariotti (2010), quien argumenta que las herramientas digitales pueden actuar como mediadores cognitivos, estableciendo puentes entre la teoría y la práctica. Sin embargo, la dificultad de algunos estudiantes para aplicar los conocimientos adquiridos en el entorno digital a problemas matemáticos en contextos más convencionales pone de manifiesto la necesidad de una enseñanza que conecte de manera explícita ambos tipos de aprendizaje.

La capacidad de relacionar lo digital con lo real es esencial para lograr un aprendizaje significativo y duradero, como se observa en la perspectiva de Camargo-Urbe et al. (2013), quien enfatiza que la representación y manipulación de conceptos mediante herramientas tecnológicas debe estar acompañada de un proceso de reflexión y conexión con la práctica matemática.

En cuanto a las estrategias pedagógicas y el entorno de aprendizaje, la relevancia del enfoque permite a los estudiantes experimentar sin temor a cometer errores. Esto hace que se facilite la comprensión de los conceptos geométricos y fomenta un sentido de autonomía. La importancia de este enfoque se refleja en el trabajo de Cumbal Acosta (2020), quien argumenta que las tecnologías digitales permiten a los estudiantes visualizar y manipular conceptos abstractos, facilitando una comprensión más profunda. No obstante,

es crucial que los docentes proporcionen el andamiaje necesario para guiar a los estudiantes a través de este proceso de exploración y aprendizaje.

Los hallazgos generales de la investigación sugieren que la implementación de la programación como herramienta de enseñanza debe considerar tanto las necesidades cognitivas como emocionales de los estudiantes. La experimentación con Pictoblox puede ser una vía poderosa para mejorar la comprensión y aplicación de conceptos matemáticos, pero solo si se combina con un acompañamiento pedagógico que respete la ZDP y fomente la motivación intrínseca.

Las estrategias pedagógicas que integran la teoría y la práctica, permitiendo una conexión entre el aprendizaje digital y las aplicaciones matemáticas en la vida cotidiana, son esenciales para que los estudiantes logren un aprendizaje significativo. Este enfoque es consistente con la visión de Mariotti (2013) sobre la importancia de la representación simbólica y cómo las herramientas digitales pueden facilitarse cuando se usan de manera adecuada.

En resumen, los resultados obtenidos demuestran que la programación, cuando se maneja correctamente, puede transformar la enseñanza de la geometría en un proceso más interactivo y efectivo, que no solo enriquece la comprensión matemática, sino que también promueve el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y creativo. Sin embargo, es fundamental que los docentes adapten sus estrategias para garantizar que los estudiantes tengan el apoyo necesario para superar las barreras emocionales y cognitivas, y puedan

integrar el conocimiento adquirido en el entorno digital con sus aplicaciones prácticas y cotidianas.

6. Conclusiones

Las conclusiones de este trabajo de grado sintetizan los hallazgos obtenidos a través del diseño e implementación de un micromundo interactivo mediado por el lenguaje de programación Pictoblox. Este enfoque, fundamentado en el construccionismo (Noss y Hoyles, 2019) y la Teoría de Mediación Semiótica (Mariotti, 2010), buscó abordar los retos asociados a la enseñanza de la traslación geométrica en la educación básica primaria.

El análisis de los resultados permitió identificar los beneficios de integrar herramientas tecnológicas en la enseñanza de conceptos geométricos, destacando su capacidad para facilitar el aprendizaje significativo, promover el pensamiento computacional y desarrollar habilidades prácticas en los estudiantes. Además, se reconocieron las dificultades iniciales asociadas al uso de Pictoblox, las cuales se superaron progresivamente gracias a la interacción constante con el entorno digital.

Se refleja la importancia de vincular los conocimientos matemáticos con aplicaciones prácticas mediante estrategias pedagógicas innovadoras. Asimismo, se discuten las implicaciones para futuras investigaciones en el ámbito educativo y se plantean recomendaciones para optimizar la implementación de herramientas tecnológicas en el aula. Este cierre pretende consolidar la contribución de este estudio al

perfeccionamiento de las estrategias pedagógicas para la enseñanza de la geometría y a la integración de tecnologías emergentes en los procesos educativos contemporáneos.

6.1 Objetivo general

El presente trabajo permitió caracterizar un diseño educativo basado en la implementación de un micromundo interactivo mediado por el lenguaje de programación Pictoblox, diseñado específicamente para facilitar el aprendizaje de la transformación de traslación en estudiantes de cuarto grado de la institución educativa Liceo Benalcázar. Este diseño integró elementos tecnológicos y pedagógicos fundamentados en teorías como el construccionismo de Papert (1980) y la mediación semiótica de Mariotti (2010), logrando conectar conceptos matemáticos abstractos con experiencias prácticas y accesibles. La programación visual no solo hizo comprensible el concepto de traslación, sino que también generó un entorno atractivo y motivador que promovió un aprendizaje más estructurado .

Objetivo Específico 1: *Identificar las dificultades y desafíos que enfrentan tanto los estudiantes como los docentes en relación con el objeto matemático de estudio.*

El análisis de los datos recogidos durante la implementación evidenció diversas dificultades iniciales, como la interpretación de giros, la aplicación de estrategias geométricas y la relación entre los comandos de programación y los principios geométricos subyacentes. Estas barreras, comunes en etapas tempranas de aprendizaje, se transformaron en oportunidades a través de la guía docente, demostrando la importancia de un andamiaje pedagógico adecuado. Asimismo, los docentes enfrentaron el desafío de mediar entre las habilidades previas de los estudiantes y el uso de herramientas

tecnológicas, destacando la necesidad de formación y acompañamiento en el uso de entornos digitales en la enseñanza matemática.

Objetivo Específico 2: *Estudiar el vínculo teórico que fundamenta la construcción de un diseño que integra el lenguaje de programación Pictoblox como una herramienta de apoyo al aprendizaje de la traslación.*

La investigación corroboró que los principios del construccionismo, como la experimentación activa y el aprendizaje a partir del error, son esenciales para integrar herramientas tecnológicas en la enseñanza de conceptos matemáticos complejos. Pictoblox, al permitir a los estudiantes experimentar con comandos y bloques visuales, facilitó la representación activa de conceptos geométricos, en línea con las perspectivas de Noss y Hoyles (2019) sobre los micromundos matemáticos. Este enfoque teórico-práctico aseguró que el diseño promoviera no solo la comprensión de la traslación, sino también habilidades de pensamiento lógico y creativo.

Objetivo Específico 3: *Analizar los resultados de una implementación piloto para identificar errores, obstáculos y dificultades en la exploración de la traslación cuando se utiliza un lenguaje de programación en el nivel de educación básica primaria.*

El análisis de la implementación reveló que las principales dificultades se relacionaron con la instrumentalización, puesto que la adaptación de estrategias efectivas y pertinentes por el estudiante le demandó en sus argumentaciones espontáneas de razonamientos matemáticos que supeditaron la manera de interactuar con el artefacto. Por otra parte, la instrumentación en la comprensión inicial de los comandos y la transferencia de lo aprendido al contexto geométrico. Sin embargo, estas dificultades disminuyeron

significativamente a medida que los estudiantes se familiarizaron con las actividades y contaron con el acompañamiento docente. Los errores, inicialmente frecuentes, se convirtieron en puntos clave para la reflexión y el ajuste de estrategias, lo que consolidó un aprendizaje más estructurado y metacognitivo. Además, los estudiantes mostraron una mejora notable en su capacidad para asociar los movimientos programados con transformaciones geométricas, reflejando un impacto positivo del diseño pedagógico.

Conclusión Final

El diseño y la implementación del micromundo interactivo basado en Pictoblox demostraron ser una estrategia pedagógica efectiva para superar las dificultades iniciales de los estudiantes y promover un aprendizaje interactivo de la traslación geométrica. A través de este entorno, los estudiantes no solo desarrollaron habilidades técnicas en programación, sino que también lograron una mejor comprensión de los conceptos geométricos al interactuar activamente con ellos.

Esto resalta la importancia de incorporar herramientas tecnológicas en el aula, permitiendo que los estudiantes aprendan de manera práctica, visual y contextualizada. La capacidad de los estudiantes para relacionar la teoría con aplicaciones concretas, como resolver laberintos o interpretar mapas, valida la eficacia de este enfoque para transformar la enseñanza tradicional de la geometría en una experiencia más relevante, dinámica y motivadora.

Sin embargo, la implementación de un lenguaje de programación en contextos educativos requiere una planificación cuidadosa y una estructuración acorde con las

necesidades del público objetivo. Es esencial diseñar actividades que no solo sean desafiantes, sino también accesibles y progresivas, de manera que permitan a los estudiantes avanzar gradualmente en la adquisición de conocimientos y habilidades. Además, el acompañamiento pedagógico juega un papel clave en este proceso, asegurando que los estudiantes reciban el apoyo necesario para superar las dificultades y maximizar su aprendizaje.

Este estudio no sólo evidencia los beneficios de usar herramientas como Pictoblox, sino que también contribuye para futuras investigaciones que busquen perfeccionar y expandir este enfoque. Explorar nuevas aplicaciones y realizar ajustes basados en las experiencias observadas permitirá no solo descubrir hallazgos, sino también abrir caminos hacia una enseñanza más innovadora y efectiva de conceptos matemáticos y geométricos en diversos niveles educativos.

7. Referencia

- Bonelo Ayala, Y. (2023). *Operaciones visuales y estructuras de control asociadas a la construcción de conjeturas geométricas mediante el Uso de Ambientes de Geometría Dinámica. Un Estudio de Caso de Educadores Matemáticos en Formación*. [Doctoral]. Universidad del Valle.
- Camargo Uribe, L. (2019). *Estrategias cualitativas de investigación en Educación Matemática*. 1–8.
<https://conferencia.ciaem-redumate.org/index.php/xvciaem/xv/paper/viewFile/1061/568>
- Camargo Uribe, L. (2021). *Estrategias cualitativas de investigación en educación matemática Recursos para la captura de información y el análisis*. Universidad de Antioquia.
<http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/17880/1205-parcial-estrategias-cualitativas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Camargo-Uribe, L., Molina, Ó., Pérez, C., Perry, P., Plazas, T., & Samper, C. (2013). Enseñanza de la geometría mediada por artefactos: Teoría de la mediación semiótica. En P. Perry (Ed.), *Memorias del 21º Encuentro de Geometría y sus Aplicaciones* (pp. 85–96). Universidad Pedagógica Nacional.
<https://funes.uniandes.edu.co/funes-documentos/ensenanza-de-la-geometria-mediada-por-artefactos-teoria-de-la-mediacion-semiotica/>
- Cárdenas Gómez, Y. E., & Matiz Pinzón, Y. A. (2021). *Fortalecimiento del pensamiento geométrico a partir de una secuencia didáctica en un RED, para el aprendizaje de*

transformaciones de traslación y reflexión en el plano en grado 5 ° de básica primaria de la Institución Educativa Distrital Ricardo Hinestroza Daza sede la Florida [Maestria, Universidad de Cartagena]. <https://hdl.handle.net/11227/14946>

Corporación Informática. (2023, marzo 28). *La importancia de la programación en el mundo digital actual: ¿por qué deberías aprender a programar?* Corporación Informática.
<https://corporacioninformatica.com/la-importancia-de-la-programacion-en-el-mundo-digital-actual-por-que-deberias-aprender-a-programar/>

Cumbal Acosta, L. C. (2020). *Caracterización de las prácticas de profesores nóveles que integran recursos digitales con una Trayectoria Hipotética de Aprendizaje para la enseñanza de la traslación*. [Maestria, Universidad del Valle].
<https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/entities/publication/9d1df36a-d9f5-4fd3-97bb-8420ec21daff>

Gómez, P., & González, M. J. (2018). Análisis cognitivo. En P. Gómez (Ed.), *Formación de profesores de matemáticas y práctica de aula: Conceptos y técnicas curriculares* (pp. 113–196). Universidad de los Andes.
<https://funes.uniandes.edu.co/funes-documentos/analisis-cognitivo/>

González, L. (2012). *Enseñanza en Bachillerato de Geometría a través del aprendizaje de un lenguaje de programación orientado a objetos* [masterThesis, Universidad Internacional de la Rioja]. <https://reunir.unir.net/handle/123456789/604>

Grupo L.a.c.e. (1999). *Introducción al estudio de caso en educación*. Universidad de Cadiz.
https://ibdigital.uib.es/greenstone/collect/portal_social/archives/miso1098/9_016.di

r/miso10989_016.pdfIntroducción al estudio de caso en educación

Hanna, G., & De Villiers, M. (Eds.). (2012). *Proof and Proving in Mathematics*

Education: The 19th ICMI Study (Vol. 15). Springer Netherlands.

<https://doi.org/10.1007/978-94-007-2129-6>

Hoyles, C., & Noss, R. (1987). Synthesizing mathematical conceptions and their

formalization through the construction of a Logo-based school mathematics

curriculum. *International Journal of Mathematical Education in Science and*

Technology, 18(4), 581–595. <https://doi.org/10.1080/0020739870180411>

Izquierdo Jiménez, M. E. (2018). *Análisis semiótico de las pruebas saber: Pensamiento*

espacial y figuras geométricas. [Pregrado, Universidad del Valle].

<https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/entities/publication/721e26ac-0c1f-46af-86>

f4-007b37cfb7fe

Maracci, M., & Mariotti, M. A. (2013). Semiotic Mediation within an AT Frame.

International Journal for Technology in Mathematics Education, 20(1), 21–26.

<https://www.learntechlib.org/p/167926/>

Mariotti, M. A. (2010). Proofs, Semiotics and Artefacts of Information Technologies. En

G. Hanna, H. N. Jahnke, & H. Pulte (Eds.), *Explanation and Proof in Mathematics:*

Philosophical and Educational Perspectives (pp. 169–188). Springer US.

https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0576-5_12

Mariotti, M. A., & Bartolini Bussi, M. G. (2008). Semiotic mediation in the mathematics

classroom: Artifacts and signs after a Vygotskian perspective. En *Handbook of*

International Research in Mathematics Education (2a ed., p. 746). Routledge.

Martínez Díaz, L. Y., & Niño Vega, J. A. (2017). *Elaboración de una mano robótica*

didáctica para la enseñanza de programación en Arduino, dirigida al nivel de educación media en una institución educativa de la ciudad de Duitama [Pregrado, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia].

<http://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/2257>

Martínez Figueroa, L. F., & Molina Sierra, H. O. (2017). *Juego de enseñanza de programación para niños*. <http://hdl.handle.net/11371/1256>

Martínez Zarzuelo, A., Rodríguez Mantilla, J. M., Roanes Lozano, E., & Fernández Díaz, M. J. (2020). Efecto de Scratch en el aprendizaje de conceptos geométricos de futuros docentes de primaria. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 23(3), 357–386. <https://doi.org/10.12802/relime.20.2334>

Maturana Muñoz, H. F., Curbeira Hernández, D., Maturana Muñoz, H. F., & Curbeira Hernández, D. (2018). La formación de habilidades espaciales desde la matemática en los estudiantes de cuarto y quinto de básica primaria. *Conrado*, 14, 267–274. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1990-86442018000500267&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Ministerio de Educación Nacional. (2017). *Sistema Educativo Indígena Propio* | *Ministerio de Educación Nacional*. <https://www.mineducacion.gov.co/portal/decadas/214913:Sistema-Educativo-Indigena-Propio>

Noss, R., Hoyles, C., Noss, R., & Hoyles, C. (2019). Micromundos, Construccinismo y Matemáticas. *Educación matemática*, 31(2), 7–21. <https://doi.org/10.24844/em3102.01>

Ortiz Yumisaca, A. E., & Fernández Acevedo, J. (2024). *Propuesta didáctica para el*

desarrollo del Pensamiento Computacional mediante la programación visual por bloques. [Pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo].

<http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/12692>

Papert, S. (1980). *Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books.

Riascos Montaña, C., & Peña García, J. (2018). *Aprendizaje de la transformación de rotación en una secuencia didáctica que integra “Cabri Geometry II Plus” en 5° de Educación Básica*. [Pregrado, Universidad del Valle].

<https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/entities/publication/5079cd88-1a63-4995-94dc-3685198c1265>

Roig-Vila, R., & Moreno-Isac, V. (2020). El pensamiento computacional en Educación. Análisis bibliométrico y temático. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 20(63), Article 63. <https://doi.org/10.6018/red.402621>

STEMpedia. (2019). PictoBlox—Python and Block-Based AI Programming Software for Kids. *STEMpedia*. <https://thestempedia.com/product/pictoblox/>

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctvjf9vz4>

Wang, F., & Hannafin, M. J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 5–23. <https://doi.org/10.1007/BF02504682>

Zavala-Guirado, M. A., González-Castro, I., Vázquez-García, M. A., Zavala-Guirado, M. A., González-Castro, I., & Vázquez-García, M. A. (2020). Modelo de innovación educativa según las experiencias de docentes y estudiantes universitarios. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 10(20).

<https://doi.org/10.23913/ride.v10i20.590>

8. Anexos

Anexo A. “El viaje de Juan”

<https://docs.google.com/forms/d/1uZecoVh--6dFLsuR-Ehw1rXbVAb8mkOk22Hq19FIttM/edit>

Anexo B. “La rana y su vela mágica”

<https://docs.google.com/forms/d/1SYyYQKgEFee2cif5lO8mizwlRzMmScKcNxaeIz-gLnk/edit>

Anexo C. REJILLA DE RESPUESTAS

	PROGRAMACIÓN	CONTENIDO MATEMÁTICO	DIFICULTADES obstáculos/facilidades
	Los estudiantes identificaron diferentes	El contenido matemático abordado fue la translación y	Frente a la actividad propuesta se presentan

	formas de completar la actividad:	la rotación, sus respuestas fueron:	dificultades tales como:
Preguntas relacionadas: ACT 1	• ¿Cómo crees que se mueve el carro si lo llevamos de un lugar a otro sin girarlo? • ¿Qué sucede cuando el carro gira en una esquina? • ¿Cuántas formas diferentes encontraste para completar el juego?	• Si giras el carro 90 grados a la derecha, ¿en qué dirección estará apuntando después de girar? • ¿Qué movimientos o decisiones en el juego del laberinto te hacen pensar en la geometría?	• ¿Te pareció complicado programar en el viaje de Juan?
	E1: - Trasladarlo o moverlo. - Voltear. - 7.	- Hacia adelante. - Cuando vamos por donde está el niño.	- Se me hizo fácil y divertido.
	E2: - Traslación. - Voltea. - Hay más de una forma para llegar a casa.	- A la izquierda. - girar en las esquinas.	- Me fue difícil pero luego lo hice rápido.
	E3: - Traslación. - Rotación. - 1	- Al frente. - Rotación y traslación	- No.
	E4: - Se va derecho. - se va. - moverlo con las flechas del teclado	- A la derecha o a la izquierda. - lo de los 90 grados	- me divertí poniendo los bloques y programando
	E5: - Adelante y atrás	- Derecho - Que voltea 90 grados	- No se registra respuesta.

	- Se mueve 90. - 1 sola manera		
E6:	- Adelante y atrás. - Gira 90 grados. - 1 forma.	- Recto. - Cuando gira a 90 grados.	- No se registra respuesta.
E7:	- sigue derecho. - gira 90 grados. - girando , siguiendo derecho.	- derecho. - lo de los giros .	- No se registra respuesta.
E8:	- línea recta. - genera un ángulo de 90 grados. - 2.	- posición Y. - Traslación.	- No se registra respuesta.
E9:	- moviéndolo con los pasos - se mueve 90 grados - rectángulo, cuadrado, ele y t	- hacia la izquierda - por donde esta el niño	- es fácil
E10:	- Derecho - Voltea a lado dónde giro - Encontré cuatro formas	- Quedaría apuntado a la derecha - Me hace pensar en la geometría lo de los ángulos	- me gusto poner los bloques por que eran órdenes que le daba al carrito
E11:	- sigue derecho - gira 90 grados - girando ala derecha y izquierda siguiendo derecho	- ala izquierda - cuando gira en grados	- No se registra respuesta.
E12:	- El carro se mueve en línea recta	- hacia abajo. - el carro al moverse se está trasladando a otro	- No se registra respuesta.

	cochándose. - rota en el cuadro del mapa. - Encuentre 2 formas una por abajo y otra arriba.	punto y cuando gira cambia dirección.	
	E13: - atraviesa el juego. - se moverá al otro lado. - solo una corta.	- si está en la esquina hacia arriba si está en el inicio hacia abajo. - El carro se traslada en diferentes lugares y gira mucho, eso me hace pensar en la geometría cuando se mueve.	- No se registran respuestas.
Preguntas relacionadas ACT 2	• ¿Qué estrategia usarías si encuentras una pared en el camino? ¿Cambiarías de dirección rotando o trasladándose? • ¿Cómo crees que la rana puede llegar más rápido a la casa: yendo en línea recta o girando en las esquinas?	• Si quieres que el personaje se oriente hacia la derecha, ¿Qué comandos utilizarías en Pictoblox? • ¿Qué estrategias geométricas puedes usar para avanzar sin desviarte en el laberinto? • ¿Cómo podrías describir la rotación y la traslación usando bloques de programación? • ¿Cómo podrías usar lo que aprendiste en este laberinto para entender otros problemas geométricos?	• ¿Qué te gustó de programar con Pictoblox?
	E1: - yo rotaría - girando en las esquinas	- girar a la derecha 90 grados - moverse cualquier paso - nose como	- la rana

		- nose	
E2	- rotando - yendo en línea recta	- Girar hacia la derecha ----- grados - Traslación - Programando - Rotando o trasladando	- Pensar
E3	- cambiar de dirección - Girando en las esquinas	- girar a la derecha 90 grados - calcular los ángulos - colocar bloques girando o trasladando en un objeto o muñeco - girar cosasas	- que tu armes tu juegos
E4	- Si obvio verdadero - girando en cada esquinas	- girar 90 grados a la derecha o a la izquierda - los grados y los pasos - poniendo girar 90 grados, mover 2 pasos - lo podría usar para cuando me hagan exámenes de geometría	- sus diferentes formas de juego
E5	- cambiar de dirección - girando en las esquinas	- girar 90 grados ala derecha - traslación - no - para más laberintos y los grados	- si
E6	- si - en línea recta	- girar ala derecha cuantos grados quiera 90,30,12 y 60 grados - Usando pasos ,jirando ala derecha, e izquierda - diciendole al personaje que jire ala derecha o ala izquierda - lo podría usar cuando	- si me gusto pero me estresa mucho con la programación

		hagan exámenes de geometría	
	E7 - rotando - girando a las esquinas	- moviéndose en 90 - Usando pasos ,jirando ala derecha, e izquierda - haciéndolos con los bloques que hay - aplo tras lecion es cuando nos movemos	- por que hay laberintos y es divertido usarlos
	E8 - girar ala derecha o ala izquierda - usando la traslación y la rotación	- girar a la derecha 90 grados - trasladarse y rotación en todo el juego - cuando quiero que se mueva pongo que se traslade - mover una figura de un lado a otro	- jugar con la rana
	E9 - si cambiaría de dirección a 90 grados - girando en las esquinas	- 90 grados a la derecha - poner bien los pasos si son 3 pasos ´pues no poner más o menos números - mover tal pasos girar a la izquierda 90 grados o a la derecha depende. y volver a mover tal pasos y así sucesivamente - pues si es por ejemplo un punto de un quiz que me muestre un ejemplo de un animal con obstáculos y giros o un mapa ya voy a saber	- si pero me estresa en todo
	E10	- Yo usé girar a la	- SIIIIIIII

	- Yo borraría la instrucción y pondría otra instrucción - No se	- derecha 90 grados - Ver las instrucciones y lo que me quede mal lo corrijo. - No se - No se	
	E11 - borraría la instrucción y pondría otra instrucción - nose	- el de girar a la derecha con 90 grados - ver bien las instrucciones y hacerlo bien - nose - asiendolo	- si me encanto
	E12 - cambia de dirección trasladando - girando en esquinas	- el comando girara a la derecha. - contando con los bloques y contando con la traslación - la traslación es cuando movemos algo o alguien y la rotaciones cuando giramos algo o alguien - aprendí a usarlos para casos más difíciles.	- me gusto que con los bloques se puede mover la rana rene
	E13 - yo rotaria - girando en las esquinas	- Girar a la derecha 90 grados - calculando los ángulos del laberinto - poniendo girar 90 grados y mover 2 pasos - me pueden ayudar para los exámenes de geometría	- me gusto ir programando la solución del laberinto
	E14 - no, giraría hacia	- girar 90 grados hacia la derecha	- que hay muchas cosas que hacer

	- cualquier dirección girando en las esquinas	- un cuadrado - con mover pasos y girar grados - haciendo figuras	
	E15 - rotando y luego trasladandome - yendo por camino más corto	- girar 90 grados ala derecha y estudiante_mover 1 paso - haciendo un plano con los pasos y rotaciones - cuando coloco el bloque rotar el muñeco gira 90 o 180 grados y cuando muevo la rana se traslada - problemas de exámenes como giran las cosas	- me gusto un poquito pero estresa demasiado
	E16 - rotando - girando	- girar 90 grados - girar trasladarse y números - moviendo la rana - a aprender aristas y giros	- masomenos
	E17 - traslada - girando en las esquinas	- gira 90 grados a la derecha - hago un plan - la rotación es cuando gira algo o una persona y la traslación es cuando se mueve un objeto o algo a otro lado - para resolver preguntas de exámenes	- me gusto porque podía jugar

Elaboración propia

Anexo D. EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS Y CONSTRUCCIONES [ANEXOS](#)