



Pensar geométricamente, actuar didácticamente: el modelo BARRISO como estrategia educativa

| Thinking geometrically, acting didactically: the BARRISO model as an educational strategy |

| Pensar geometricamente, agir didaticamente: o modelo BARRISO como estratégia educativa |

Luis Barrios Soto¹
lmbs19@hotmail.com
IED La Salle
Barranquilla, Colombia

Iván Padilla Escorcia²
ivanandrespadillaescorcia@hotmail.com
IED para el Desarrollo de las Ciencias, Artes y Humanidades
Barranquilla, Colombia

Mercedes Delgado González³
merdelgon@gmail.com
Universidad del Zulia
Maracaibo, Venezuela

Xiomara Arrieta⁴
xarrieta2410@yahoo.com
Universidad del Zulia
Maracaibo, Venezuela

Recibido: 5 abril de 2025

Aceptado: 15 agosto de 2025

Resumen: En el contexto actual de la educación matemática, uno de los principales desafíos es promover el desarrollo del pensamiento geométrico de manera significativa y accesible para todos los estudiantes. A pesar de los avances metodológicos y tecnológicos, muchos enfoques de enseñanza aún presentan limitaciones para lograr una comprensión profunda de los conceptos geométricos. Este artículo presenta una experiencia didáctica desarrollada con estudiantes de décimo grado en una institución pública de Barranquilla, Colombia. La propuesta se centró en el desarrollo del pensamiento geométrico mediante el uso combinado de materiales concretos y herramientas digitales, guiada por una estrategia educativa basada en el modelo BARRISO. Se adoptó un enfoque cualitativo con diseño de investigación-acción y carácter descriptivo, utilizando observación participante y análisis de contenido para evaluar el proceso de aprendizaje. Los resultados evidencian que la integración de recursos manipulativos, tecnología educativa y contextos reales favorece el aprendizaje activo, el trabajo colaborativo y la conexión entre la geometría y la vida cotidiana. A través de una secuencia de actividades que incluyó la construcción manual de arcos de circunferencia, el uso de fórmulas, la comprobación de resultados y la representación digital, se promovió una comprensión significativa

¹Luis Manuel Barrios Soto. Docente titular de la IED La Salle. Dirección postal: Barranquilla, Colombia. Código postal: 080004. Correo electrónico: Lmbs19@hotmail.com.

²Iván Padilla Escorcia. Docente titular de la IED para el Desarrollo de las Ciencias, Artes y Humanidades. Dirección postal: Barranquilla, Colombia. Código postal: 080004. Correo electrónico: ivanandrespadillaescorcia@hotmail.com.

³Mercedes Delgado González. Docente titular de la Universidad del Zulia. Dirección postal: Maracaibo, Venezuela. Código postal: 4004. Correo electrónico: merdelgon@gmail.com.

⁴Xiomara Arrieta. Docente titular de la Universidad del Zulia. Dirección postal: Maracaibo, Venezuela. Código postal: 4004. Correo electrónico: xarrieta2410@yahoo.com.

del concepto de longitud de arco. Esta experiencia resalta el valor del modelo BARRISO como estrategia pedagógica para mejorar las competencias matemáticas y fortalecer habilidades clave en los estudiantes.

Palabras Clave: Pensamiento geométrico, material concreto, recursos digitales, GeoGebra, modelo BARRISO.

Abstract: In the current context of mathematics education, one of the main challenges is to foster the development of geometric thinking in a meaningful and accessible way for all students. Despite methodological and technological advancements, many teaching approaches still struggle to achieve a deep understanding of geometric concepts. This article presents a didactic experience carried out with tenth-grade students from a public school in Barranquilla, Colombia. The proposal focused on promoting geometric thinking through the combined use of concrete materials and digital tools, guided by an educational strategy based on the BARRISO model. A qualitative approach was adopted, with an action-research design and a descriptive nature, using participant observation and content analysis to assess the learning process. The results show that integrating manipulative resources, educational technology, and real-life contexts supports active learning, collaborative work, and the connection between geometry and everyday life. Through a sequence of activities involving the manual construction of circular arcs, the application of formulas, result verification, and digital representation, a meaningful understanding of arc length was promoted. This experience highlights the potential of the BARRISO model as a pedagogical strategy to enhance mathematical competencies and strengthen key skills in students.

Keywords: Geometric thinking, concrete material, digital resources, GeoGebra, BARRISO model.

Resumo: No contexto atual da educação matemática, um dos principais desafios é promover o desenvolvimento do pensamento geométrico de maneira significativa e acessível para todos os estudantes. Apesar dos avanços metodológicos e tecnológicos, muitos enfoques de ensino ainda apresentam limitações para alcançar uma compreensão profunda dos conceitos geométricos. Este artigo apresenta uma experiência didática desenvolvida com estudantes do 10º ano em uma instituição pública de Barranquilla, Colômbia. A proposta concentrou-se no desenvolvimento do pensamento geométrico por meio do uso combinado de materiais concretos e ferramentas digitais, guiada por uma estratégia educativa baseada no modelo BARRISO. Adotou-se uma abordagem qualitativa com desenho de pesquisa-ação e caráter descritivo, utilizando observação participante e análise de conteúdo para avaliar o processo de aprendizagem. Os resultados evidenciam que a integração de recursos manipulativos, tecnologia educativa e contextos reais favorece a aprendizagem ativa, o trabalho colaborativo e a conexão entre a geometria e a vida cotidiana. Através de uma sequência de atividades que incluiu a construção manual de arcos de circunferência, o uso de fórmulas, a verificação de resultados e a representação digital, promoveu-se uma compreensão significativa do conceito de comprimento de arco. Esta experiência ressalta o valor do modelo BARRISO como estratégia pedagógica para melhorar as competências matemáticas e fortalecer habilidades-chave nos estudantes.

Palavras-chave: Pensamento geométrico, material concreto, recursos digitais, GeoGebra, modelo BARRISO.

1. Introducción

La geometría ocupa un lugar fundamental en la enseñanza de las matemáticas, dada su estrecha relación con situaciones que impactan el desarrollo de la sociedad y la vida cotidiana, como la medición de terrenos, la elaboración de mapas o el diseño arquitectónico. Además, contribuye al desarrollo de habilidades esenciales en los estudiantes, tales como la visualización espacial, el pensamiento crítico, la intuición, la formulación de conjeturas, el razonamiento deductivo y la argumentación lógica (Barrios Soto et al., 2022; Barut & Retnawati, 2020; González Murillo et al., 2025). El desarrollo de estas

competencias contribuye a una resolución efectiva de problemas geométricos, y potencia la toma de decisiones fundamentadas en situaciones de la vida real.

Sin embargo, el desarrollo del pensamiento geométrico sigue siendo uno de los mayores retos en la enseñanza de las matemáticas, pese a su relevancia transversal en contenidos como las fracciones, la multiplicación, el análisis gráfico de funciones o la estadística (Dimla, 2018). Esta dificultad suele estar relacionada con la limitada capacidad de los estudiantes para comprender conceptos geométricos y visualizar objetos en el espacio, lo cual se vincula con un escaso desarrollo del pensamiento espacial (Putri et al., 2025). Esta carencia afecta directamente la comprensión de nociones como la longitud de arco de una circunferencia o las propiedades métricas de la misma. En esta línea, Van Hiele (1986) demostró que la capacidad para descomponer, rotar mentalmente y establecer relaciones entre formas geométricas constituye un predictor clave del éxito en geometría, basado en un razonamiento espacial sólido.

En este sentido, la enseñanza tradicional centrada en la memorización de definiciones, la aplicación estructurada de fórmulas y procedimientos abstractos ha contribuido a una comprensión fragmentada y descontextualizada de la geometría (Cabrera-Moyano, 2025). Este paradigma fragmentado conduce a aprendizajes superficiales y poco transferibles, y desmotiva a los alumnos al no poder vincular la teoría con su aplicación en contextos reales. Según Conde-Carmona y Fontalvo-Meléndez (2019) la diferencia entre el mundo simbólico y el empírico es una de las principales barreras para el aprendizaje significativo en geometría.

No obstante, aunque hay esfuerzos significativos por parte de las instituciones educativas en diversos países, incluyendo Colombia, para fomentar el pensamiento geométrico (Gutierrez et al., 2024), todavía existen desafíos que deben abordarse para garantizar que todos los estudiantes tengan la oportunidad de desarrollar habilidades matemáticas de modo efectivo. Por ejemplo, el menoscabo del interés en las matemáticas en general ha repercutido en el aprendizaje de la geometría (Yohannes & Chen, 2023), convirtiéndose en un desafío común en muchas escuelas.

Esta situación exige una renovación de las estrategias pedagógicas que favorezca un aprendizaje más integrado, significativo y contextualizado. Barrios Soto et al. (2022) plantean que la integración de recursos físicos y digitales en el aula puede aumentar la motivación, el interés y la participación de los estudiantes. Además, Franco Seguí y Alsina (2022), señalan que las actividades que alternan lo concreto y lo abstracto fortalecen el conocimiento especializado del profesorado y favorecen la construcción de significados sólidos.

En la educación básica secundaria, la geometría incluye contenidos como formas bidimensionales, ángulos, geometría lineal y tridimensional, con aplicaciones prácticas en campos como la ingeniería y la arquitectura (Mjenda & Kyaruzi, 2025). Esto exige que los docentes actualicen sus prácticas pedagógicas incorporando recursos manipulativos y tecnologías digitales especializadas, que favorezcan la simulación, modelación, visualización y demostración de contenidos geométricos tanto en dos como en tres dimensiones (Barrios Soto et al., 2022; Padilla Escoria et al., 2023; Padilla-Escoria & Acevedo-Rincón, 2021). Con base en lo anterior, el uso de recursos educativos variados fortalece la comprensión conceptual, el pensamiento crítico y la resolución de problemas, y favorece estrategias como el aprendizaje basado en proyectos, problemas, indagación y descubrimiento (Cabrera-Moyano, 2025; Calero-Cerna & Veramendi-Vernazza, 2023; Núñez Pérez et al., 2023).

En este contexto, el software GeoGebra se presenta como una herramienta educativa eficaz para enriquecer el aprendizaje de la geometría, al permitir la representación visual y dinámica de conceptos, facilitando la manipulación y experimentación, y promoviendo la transición entre lo concreto y lo abstracto (Barrios Soto, 2023). De acuerdo con Guadarrama y Becerril (2023), GeoGebra ha transformado el escenario de la enseñanza de la geometría al permitir manipulaciones instantáneas de construcciones, la experimentación de parámetros y la visualización de relaciones métricas en tiempo real. Además, su uso en actividades colaborativas potencia la construcción de conocimientos, el razonamiento, la modelación y solución de problemas.

En relación con lo anterior, la combinación de materiales concretos y digitales ha demostrado ser especialmente efectivo. Cabero-Almenara et al. (2025) encontraron que los estudiantes mejoran su desempeño geométrico cuando alternan entre construcciones manuales y entornos digitales, además de mejoras significativas en el rendimiento de alumnos con distintos niveles de logro al ofrecer múltiples registros de representación de un mismo concepto. También, un pilar fundamental para el éxito de estas propuestas es la integración del conocimiento tecnológico-pedagógico-contenido (TPACK) del docente (Mishra & Koehler, 2006). Asimismo, Calero-Cerna y Veramendi-Vernazza (2023) destacan que el trabajo colaborativo en el aula, articulado con un diseño intencionado de actividades, promueve la autonomía y la capacidad de los estudiantes para abordar problemas reales de forma crítica e innovadora.

Por tanto, es necesario diseñar experiencias de aula que integren materiales concretos y recursos digitales, bajo una visión de la geometría como un componente integral de las matemáticas. Estas experiencias deben abordar de manera complementaria la enseñanza de conceptos específicos, como la longitud de arco de una circunferencia, mediante el contraste de resultados obtenidos desde distintos registros de representación y el desarrollo de actividades colaborativas.

En este marco, el artículo se propone presentar una experiencia didáctica desarrollada en una sesión de clase de dos horas con estudiantes de décimo grado de un contexto vulnerable en Barranquilla, Colombia. La intervención involucró tanto a los estudiantes como al docente, y se centró en el desarrollo del pensamiento geométrico mediante el uso combinado de materiales concretos y herramientas digitales, guiada por una estrategia educativa basada en el modelo BARRISO. La propuesta se enmarcó en un enfoque de enseñanza integrado y contextualizado en situaciones reales y digitales.

1.1. **Modelo BARRISO**

El Modelo Pedagógico BARRISO fue desarrollado con el propósito de transformar la práctica docente mediante el fortalecimiento del pensamiento geométrico espacial. Sus fundamentos teóricos se basan en la teoría de los niveles de pensamiento geométrico de Van Hiele (1999), el desarrollo cognitivo de Piaget (1968) y los principios del aprendizaje constructivista. Desde esta perspectiva, el modelo promueve una enseñanza flexible, contextualizada, inclusiva y dinámica, que se estructura desde la planificación misma de la clase, integrando criterios, principios, acciones pedagógicas en la enseñanza de la geometría (APEG) y recursos educativos adecuados al nivel de desarrollo de los estudiantes (Barrios Soto & Delgado González, 2025).

El modelo plantea la implementación de las APEG, definidas como un conjunto de ocho estrategias didácticas diseñadas para intervenir en el aula y promover la construcción significativa de conceptos geométricos. En este artículo se considerarán únicamente tres de ellas, las cuales se emplearán como fases para el desarrollo de la clase:

1. *Exploración de elementos y figuras geométricas*, permite observar y analizar en conjunto los elementos y propiedades. Por ejemplo, identificar relaciones entre la curvatura, el radio y el ángulo central de un arco de circunferencia;
2. *Diseño de modelos geométricos*, usa de recursos materiales y virtuales con el propósito de construir representaciones a escala o en tamaño real de figuras, teniendo en cuenta sus propiedades geométricas, así como cálculos de longitudes, área y otros atributos;
3. *Resolución de problemas en situaciones contextualizadas*, pretende establecer conexiones entre aspectos sociales, históricos y culturales con el conocimiento geométrico, a través de situaciones problematizadoras que impulsen el pensamiento crítico, la búsqueda de información y la elaboración de propuestas.

Estas acciones pedagógicas, definidas por Barrios Soto y Delgado González (2025), se integran de manera coherente en la experiencia de aula y culminan con la elaboración de un producto, entendido como una construcción geométrica (física o digital) que evidencia lo aprendido y permite al estudiante justificar, argumentar y comunicar su comprensión durante la evaluación formativa. En la Figura 1 se presenta el esquema utilizado para aplicar este modelo.

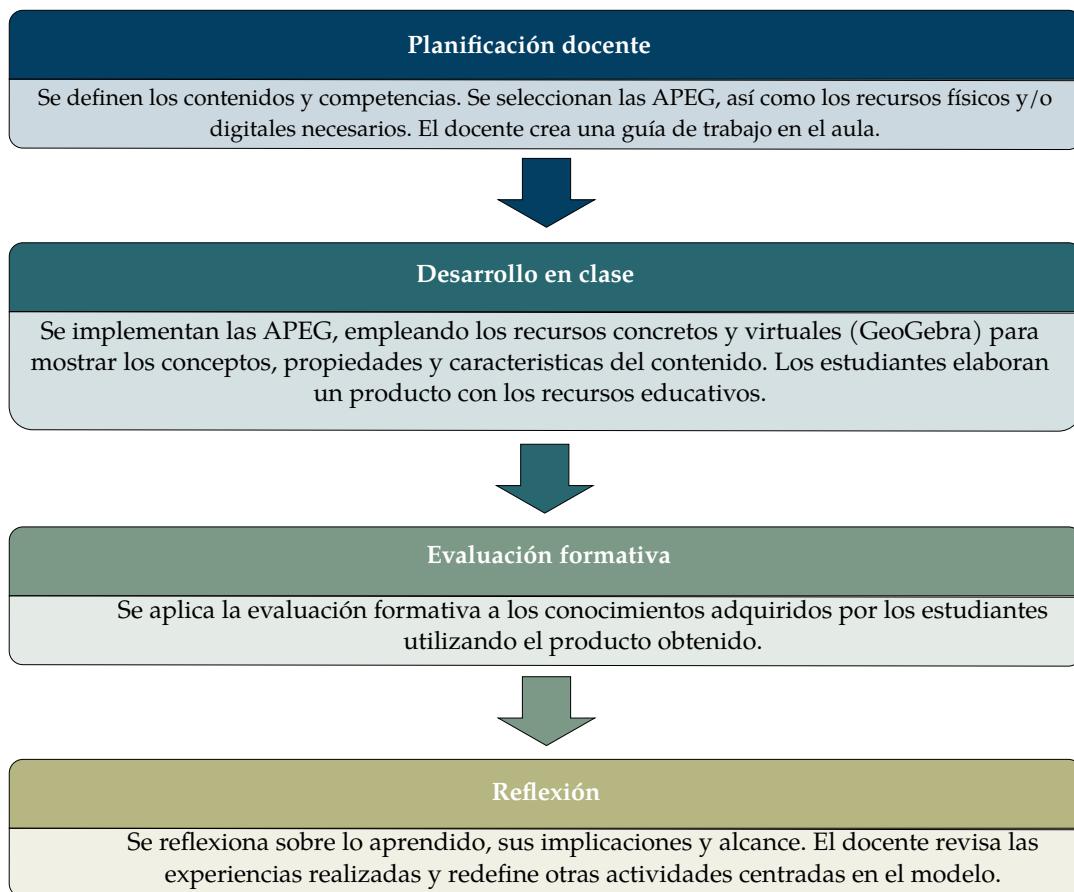


Figura 1: Procesos sintetizados basados en el modelo BARRISO.

2. Metodología

La presente investigación se desarrolla bajo un enfoque cualitativo, el cual se centra en la comprensión profunda de fenómenos educativos desde la perspectiva de los sujetos involucrados, considerando sus experiencias, significados e interpretaciones. En coherencia con este enfoque, se adopta un diseño de investigación acción, entendido como un proceso cíclico de reflexión, planificación, intervención y evaluación que permite al docente-investigador transformar su práctica mediante la participación en el contexto educativo. Asimismo, la investigación es de tipo descriptivo, ya que se orienta a caracterizar detalladamente las dinámicas del aula, las interacciones entre los actores y los procesos de construcción del conocimiento que emergen durante la implementación de actividades basadas en el Modelo BARRISO, enfocadas en el desarrollo del pensamiento geométrico mediante el uso combinado de recursos concretos y digitales (Finol de Franco & Arrieta de Uzcátegui, 2021; Hernández Sampieri, 2018; Niño Rojas, 2019; Sambrano, 2020).

Los participantes del estudio fueron 26 estudiantes de décimo grado de una institución pública de educación media en Barranquilla, Colombia. La selección de los participantes se realizó por criterio de conveniencia, al tratarse de un grupo al cual los investigadores tenían acceso directo y con el que se podía implementar la intervención de manera contextualizada, como parte del desarrollo regular

de sus clases de matemáticas. Todos los estudiantes pertenecían al mismo grupo y participaron con consentimiento informado, en el marco de una experiencia aprobada por la institución educativa. La investigación se llevó a cabo durante una sesión presencial de dos horas, en la que los estudiantes trabajaron en equipos de cuatro integrantes junto a su docente.

Para la recolección e interpretación de la información se utilizaron la observación participante y el análisis de contenido. El análisis se centró en las producciones escritas de los estudiantes, las imágenes (fotografías) de sus construcciones geométricas y las capturas de pantalla de sus representaciones digitales en GeoGebra, con el objetivo de identificar evidencias del desarrollo conceptual y del razonamiento espacial. La observación participante permitió a los investigadores involucrarse directamente en las dinámicas del aula, registrando comportamientos, interacciones, diálogos y estrategias de colaboración entre los estudiantes durante la resolución de las tareas geométricas propuestas.

3. Resultados

La experiencia desarrollada en el aula se fundamentó en los principios y acciones pedagógicas del Modelo BARRISO, orientados al fortalecimiento del pensamiento geométrico espacial. La secuencia de actividades fue diseñada cuidadosamente en tres fases articuladas, en correspondencia con las (*acciones pedagógicas para la enseñanza de la geometría*) (APEG) que propone el modelo. En la primera fase, los estudiantes participaron en la exploración de elementos y figuras geométricas mediante el uso de materiales concretos, lo que les permitió identificar propiedades y relaciones espaciales de manera manipulativa.

Durante la segunda fase, los estudiantes construyeron un modelo geométrico digital que amplió y consolidó lo explorado previamente. Dicho modelo funcionó como un producto integrador del proceso de aprendizaje, mediante el cual los estudiantes pudieron representar, justificar y argumentar sus procedimientos y resultados. Finalmente, en la tercera fase, se abordaron situaciones contextualizadas que implicaban el análisis y resolución de problemas relacionados con longitud de arco de una circunferencia. A continuación, se describen las observaciones hechas por los docentes investigadores en cada fase del trabajo en aula.

3.1. Exploración de elementos y figuras geométricas

Durante esta fase, se desarrolló una sesión de clase centrada en la construcción manual de arcos o secciones de circulares, utilizando papel de colores y transportadores. Esta actividad permitió a los estudiantes explorar de manera concreta las partes de una circunferencia, facilitando la comprensión del concepto de arco desde una experiencia tangible y significativa. En la Figura 2 se observa cómo un estudiante toma medidas angulares de su arco de circunferencia.



Figura 2: Utilización del transportador para medir el ángulo del arco. Elaboración propia.

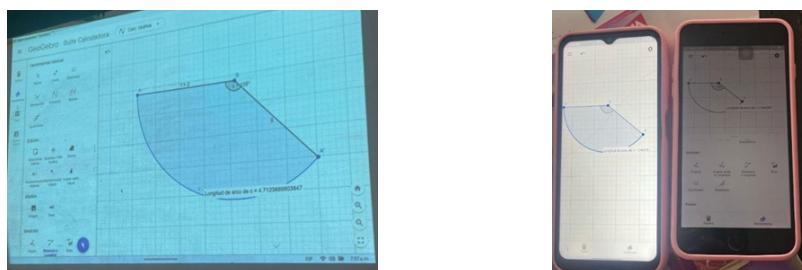
Posteriormente, se introdujo la fórmula matemática para calcular la longitud de un arco, la cual fue aplicada por los estudiantes a las secciones de circunferencia construidas. A partir del valor obtenido, recortaron un trozo de cuerda con la longitud correspondiente y lo colocaron sobre el borde de cada sección para comprobar si coincidía con la medida real. Esta estrategia de verificación concreta resultó fundamental para fortalecer la relación entre el cálculo abstracto y la medición directa, facilitando así una comprensión más significativa del concepto. En la Figura 3, se puede apreciar el cálculo de la longitud de arco de una circunferencia realizado por algunos grupos de estudiantes.



Figura 3: Cálculo de la longitud de arco de una circunferencia y su comprobación de resultado con cuerda. Elaboración propia.

3.2. Diseño de modelos geométricos

Una vez verificada la concordancia entre los resultados obtenidos mediante la fórmula y las medidas realizadas manualmente con cuerda, la experiencia fue trasladada al entorno digital utilizando GeoGebra. En esta segunda fase, los estudiantes aprendieron a construir secciones circulares en el software y a utilizar sus herramientas para calcular la longitud de los arcos. Esto les permitió contrastar con precisión los valores digitales con los obtenidos manualmente, fortaleciendo la comprensión del concepto desde una doble perspectiva: concreta y tecnológica. En la Figura 4, se observan algunos arcos elaborados en clase y el cálculo automático de las medidas.



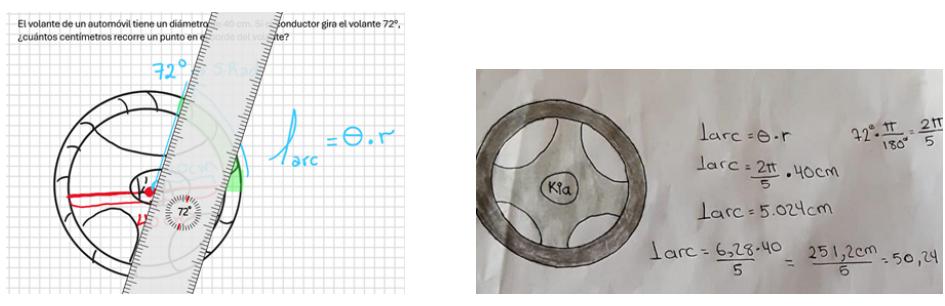
(a) Explicación del docente proyectada en el aula

(b) Construcción de los alumnos desde sus móviles

Figura 4: Construcción de arcos de circunferencia por medio de GeoGebra. Elaboración propia.

3.3. Resolución de problemas en situaciones contextualizadas

Finalmente, se propusieron problemas contextualizados inspirados en situaciones reales, lo cual favoreció una aplicación significativa del conocimiento y evidenció la utilidad práctica de los conceptos trabajados. Esta fase, alineada con el modelo BARRISO, promovió la articulación de la APEG al requerir la interpretación de contextos y la selección de herramientas geométricas pertinentes para su resolución. Para facilitar la visualización y el análisis colaborativo, se empleó el tablero digital de Microsoft Whiteboard, donde los estudiantes representaron gráficamente los problemas y discutieron las posibles soluciones. Esta dinámica se muestra en la Figura 5.



(a) Dibujo de un alumno de forma digital.

(b) Dibujo y cálculo de un grupo de alumnos de forma manual.

Figura 5: Dibujos para visualizar un problema relacionado con longitud de arco. Elaboración propia.

A lo largo de todo el proceso se observó una alta participación y colaboración entre los estudiantes, quienes demostraron interés, motivación y creatividad al trabajar con materiales manipulativos y herramientas digitales. Estas observaciones fueron registradas sistemáticamente por el docente investigador, permitiendo identificar patrones recurrentes en la interacción grupal, la toma de decisiones conjuntas y el compromiso con las asignaciones en el aula. El trabajo colaborativo y la secuencia de actividades propuestas a través del modelo BARRISO, como estrategia educativa, contribuyeron a una mejor comprensión conceptual y al desarrollo de habilidades como la estimación, el razonamiento espacial y la validación de resultados por diferentes medios. Estas habilidades se evidenciaron en las producciones escritas de los estudiantes, en la resolución autónoma de problemas contextualizados y en la justificación de procedimientos dentro del entorno digital (GeoGebra).

4. Discusión

Las observaciones realizadas durante el desarrollo de la experiencia evidencian que el uso simultáneo de materiales educativos favorece la construcción significativa de conceptos geométricos, en particular el cálculo de la longitud de arco de una circunferencia. Esto concuerda con Barrios Soto et al. (2022) y Padilla-Escoria y Acevedo-Rincón (2022), quienes argumentan que la combinación de recursos concretos y digitales permite a los estudiantes visualizar, medir, calcular y verificar sus procedimientos desde distintos enfoques, lo que potencia las habilidades vinculadas al razonamiento espacial, la argumentación matemática y la resolución de problemas.

La implementación del modelo BARRISO permitió identificar cómo el uso de herramientas digitales, en particular GeoGebra, no solo fortalece la alfabetización digital de los estudiantes, sino que también despierta su interés por la exploración y demostración de conceptos geométricos. Esta motivación se ve fortalecida gracias a la visualización dinámica que ofrece la herramienta digital, en consonancia con lo planteado por Cabero-Almenara et al. (2025) y Guadarrama y Becerril (2023), quienes sostienen que los recursos virtuales facilitan de manera significativa la comprensión de conceptos geométricos abstractos. Esta perspectiva se alinea con los principios del modelo, al promover un aprendizaje activo, contextualizado y mediado por representaciones visuales significativas.

Engel Rocamora y Coll Salvador (2022), afirman que los entornos híbridos (materiales manipulativos junto con tecnología) potencian el aprendizaje activo y la resolución de problemas geométricos, específicamente cuando los estudiantes pueden interactuar con objetos. De forma similar, Putri et al. (2025) reportan que esta combinación mejora significativamente el rendimiento en estudiantes con diferentes niveles académicos y su capacidad para argumentar el significado que tiene en geometría calcular la longitud de arco en una circunferencia y su aplicación en situaciones de la vida cotidiana, como es el caso de la rueda de una bicicleta o el volante de un automóvil.

Una de las principales fortalezas observadas en esta experiencia fue la comprobación de resultados desde distintos registros de representación (concreto y simbólico) en el cálculo de longitudes de arco. Los estudiantes, al aplicar la fórmula matemática, obtuvieron un valor numérico que posteriormente contrastaron con una medición física: recortaron un segmento de lana con la longitud calculada y lo compararon directamente sobre la sección circular construida. Esta actividad les permitió interpretar que los métodos analítico y empírico conducían al mismo resultado, lo que reforzó su confianza en los procedimientos matemáticos y consolidó la comprensión del concepto de longitud de arco. Esta comparación les ayudó a los estudiantes a comprender relaciones entre el lenguaje simbólico y la experiencia concreta, lo que favoreció una construcción más significativa del contenido geométrico (Barrios Soto & Delgado González, 2025; Franco Seguí & Alsina, 2022; Padilla-Escoria & Acevedo-Rincón, 2022).

Durante las distintas fases del proceso se evidenció un cambio positivo en la participación de los estudiantes en el desarrollo de las actividades propuestas. Este avance, respaldado por las construcciones presentadas en las Figuras 3, 4 y 5, refleja no solo la comprensión de los conceptos geométricos trabajados, sino también la presencia de diálogo matemático y la toma conjunta de decisiones al momento de representar gráficamente sus ideas. Asimismo, se observaron intervenciones en las que los estudiantes argumentaron sus elecciones y validaron sus construcciones entre pares (evaluación formativa dirigida por el maestro). Lo que se alinea con lo planteado por Mjenda y Kyaruzi (2025) quienes afirman que los estudiantes muestran mayor interés y comprensión cuando se emplean tecnologías digitales como GeoGebra y Whiteboard que permiten la exploración activa del contenido matemático.

Desde la perspectiva de Schettini Pinto y Cunha Reis (2023), la incorporación de la tecnología en el aula no implica, por sí sola, una mejora en los aprendizajes de los estudiantes; su efectividad radica en cómo se integran de forma pedagógica para la enseñanza de la geometría. Padilla-Escoria y Acevedo-Rincón (2022) afirman que los softwares especializados de la geometría cuando son empleados de manera demostrativa sin involucrar activamente a los estudiantes tienen un impacto limitado en su comprensión. Por lo tanto, el modelo BARRISO se presenta como un modelo educativo clave para guiar la integración de manera significativa, donde el rol del profesor es fundamental para orientar a los estudiantes en la construcción de conceptos geométricos desde una perspectiva concreta.

En ese orden de ideas, la experiencia didáctica centrada en el desarrollo del pensamiento geométrico, mediante el uso combinado de materiales concretos y herramientas digitales, y fundamentada en el modelo BARRISO, sugiere que la enseñanza de la geometría debe enfocarse en la exploración del conocimiento y en la promoción de un ambiente colaborativo donde los estudiantes comprenden lo que aprenden a través de la interacción y la solución de problemas. Además, la validación empírica del cálculo de longitudes de arco en una circunferencia (a partir de la comparación entre resultados analíticos y mediciones directas) pone de manifiesto la importancia de articular distintos registros de representación para la enseñanza de la geometría. Esta articulación no solo facilita la comprensión profunda del contenido matemático, sino que también promueve un conocimiento integrado que permite a los estudiantes transitar entre diferentes modos de pensar y representar conceptos (Barrios Soto et al., 2022; Calero-Cerna & Veramendi-Vernazza, 2023; Padilla Escoria et al., 2023).

5. Conclusiones

La experiencia didáctica fundamentada en el modelo BARRISO, demuestra que la combinación de recursos concretos y digitales, integrados en una secuencia de actividades previamente planificada, genera un impacto positivo en el desarrollo del pensamiento geométrico de los estudiantes. Así mismo, la articulación de recursos favoreció la visualización de los objetos geométricos y fortaleció los procesos de cálculo en los estudiantes, lo que se evidenció en sus respuestas durante los momentos de evaluación formativa realizados por el profesor.

Por otro lado, el uso de contextos reales para aplicar los conocimientos geométricos reforzó la idea de que más allá de la abstracción de la matemática como disciplina, está vinculada a diversas situaciones de la vida cotidiana, por lo que este tipo de propuestas invita a repensar la enseñanza de la geometría desde una perspectiva más integradora, dinámica y conectada con las capacidades que demanda el mundo actual. Esta experiencia reafirma la necesidad de incorporar metodologías activas, materiales manipulativos y herramientas digitales como ejes fundamentales para dinamizar la enseñanza de la matemática.

El rol del docente se configura como una mediación crucial en el desarrollo del pensamiento geométrico. La capacidad del educador para integrar la tecnología y materiales concretos de manera estratégica es un factor determinante en el éxito del aprendizaje. Esto establece la relación entre la pedagogía y la eficacia en la enseñanza; la implementación de modelos pedagógicos, como el BARRISO, potencia la efectividad del aprendizaje cuando en el diseño de actividades sustentadas en este modelo se involucra a los estudiantes.

Al implementar entornos de aprendizaje que favorecen la exploración activa y el trabajo colaborativo, se incrementa la confianza y el interés de los alumnos hacia la materia. Este aspecto sugiere que la motivación del estudiante es un componente dinámico y esencial que puede ser cultivado por medio de metodologías didácticas contemporáneas, que integran elementos digitales y manipulativos, lo que subraya la importancia de la innovación pedagógica en el aula de matemáticas.

Finalmente, la articulación entre la teoría y la práctica, facilitada por un docente mediador que comprenda el proceso formativo, pone de manifiesto el potencial de los entornos híbridos en la educación matemática. Lo anterior no ocurre de manera espontánea, sino que requiere que el docente posea un conocimiento didáctico profundo que le permita interpretar el contenido matemático desde una perspectiva pedagógica, seleccionar recursos adecuados y diseñar secuencias que integren lo concreto, lo simbólico y lo digital, propio del modelo BARRISO. Así, los entornos híbridos no solo amplían las posibilidades metodológicas, sino que exigen al docente un rol más reflexivo, creativo y estratégicamente orientado, capaz de mediar entre los saberes disciplinares y las formas en que los estudiantes los construyen y resignifican en contextos diversos.

A pesar de los resultados positivos alcanzados, esta experiencia didáctica presenta algunas limitaciones que deben ser consideradas. En primer lugar, el desarrollo de las fases requirió una preparación intensiva por parte del docente, tanto en el dominio de los recursos digitales como en el diseño de actividades coherentes con el modelo BARRISO, lo cual puede representar una barrera en contextos donde los profesores no cuentan con formación especializada o tiempo suficiente para planificar de manera rigurosa.

Además, aunque el uso de herramientas como GeoGebra y materiales manipulativos favoreció la comprensión conceptual, su integración demandó uso de tecnologías adecuada y acceso constante a dispositivos, condiciones que no siempre están garantizadas en todos los entornos escolares. Por otro lado, la experiencia se llevó a cabo en un grupo específico, por lo que sus resultados no pueden generalizarse sin considerar las particularidades del contexto educativo, el perfil del docente y las características del grupo de estudiantes. Estas limitaciones abren la posibilidad de futuras investigaciones que profundicen en la adaptabilidad del modelo BARRISO a otros niveles educativos, contextos socioculturales y realidades institucionales diversas.

Contribución de las personas autoras: Conceptualización: L.B.S, I.P.E. Metodología: L.B.S, I.P.E, Escritura (borrado original): L.B.S, I.P.E. Escritura (Revisión y edición): M.D.G, X.A.

Accesibilidad de datos: En cumplimiento de las disposiciones éticas y legales aplicables, los datos recopilados en este estudio (producciones escritas, fotografías y registros digitales de los estudiantes) son de carácter confidencial y no pueden compartirse de manera abierta. El acceso a la información está restringido debido a los acuerdos de consentimiento establecidos con los participantes y a las

condiciones fijadas por la institución educativa, cuyo propósito es garantizar la protección de la identidad y la privacidad de los estudiantes. Cualquier consulta sobre la investigación puede dirigirse a los autores a través del correo electrónico de correspondencia.

Referencias

- Barrios Soto, L. M. (2023). GeoGebra en el ámbito de la investigación educativa matemática: GeoGebra in the field of research mathematical educational. *Encuentro Educacional*, 30(2), 317-318. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10321619>
- Barrios Soto, L. M., & Delgado González, M. J. (2025). Modelo Pedagógico BARRISO para el Desarrollo del Pensamiento Geométrico Espacial: BARRISO Pedagogical Model for the Development of Spatial Geometric Thinking. *Encuentro Educacional*, 32(1), 10-27. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15665563>
- Barrios Soto, L. M., Maradey Coronell, J. A., & Delgado González, M. J. (2022). Realidad aumentada para el desarrollo del pensamiento geométrico variacional. *Revista Científica UISRAEL*, 9(3), 11-28. <https://doi.org/10.35290/rcui.v9n3.2022.599>
- Barut, M., & Retnawati, H. (2020). Geometry learning in vocational high school: Investigating the students' difficulties and levels of thinking. *Journal of Physics Conference Series*, 1613(1), 1-11. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1613/1/012058>
- Cabero-Almenara, J., Rodríguez Gallego, M., & Llorente-Cejudo, C. (2025). Realidad mixta, virtual y aumentada: tecnologías para el aprendizaje. *Texto Livre*, 18, 1-19. <https://doi.org/10.1590/1983-3652.2025.49561>
- Cabrera-Moyano, B. A. (2025). El constructivismo en la enseñanza de las matemáticas: una revisión narrativa de su aplicación en el aula. *Revista científica multidisciplinaria arbitrada yachasun*, 9(16), 596-614. <https://doi.org/10.46296/yc.v9i16.0608>
- Calero-Cerna, J. I., & Veramendi-Vernazza, R. T. (2023). El uso de las Tic en las matemáticas. Una revisión sistemática de la literatura. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación Y El Desarrollo Educativo*, 13(26), 1-29. <https://doi.org/10.23913/ride.v13i26.1512>
- Conde-Carmona, R. J., & Fontalvo-Meléndez, A. A. (2019). Didáctica del teorema de Pitágoras medida por las TIC: el caso de una clase de Matemáticas. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 11(21), 255-281. <https://doi.org/10.22430/21457778.1187>
- Dimla, R. B. (2018). Probing Students' Levels of Geometric Thinking in Geometry and Their Enacted Example Space Function. *Journal of Education in Black Sea Region*, 4(1), 155-163. <https://doi.org/10.31578/jebs.v4i1.162>
- Engel Rocamora, A., & Coll Salvador, C. (2022). Entornos híbridos de enseñanza y aprendizaje para promover la personalización del aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 25(1), 225-236. <https://doi.org/10.5944/ried.25.1.31489>
- Finol de Franco, M., & Arrieta de Uzcátegui, X. (2021). Métodos de investigación cualitativa. Un análisis documental: Qualitative research methods. A documentary analysis. *Encuentro Educacional*, 28(1), 9-28. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8169472>

- Franco Seguí, J., & Alsina, Á. (2022). Conocimiento especializado del profesorado de Educación Primaria para enseñar estadística y probabilidad. *Educación Matemática*, 34(3), 65-96. <https://doi.org/10.24844/EM3403.03>
- González Murillo, M., Cañizales Mendoza, M. Á., Foster Vega, M., & Gordon Walcott, N. Y. (2025). La geometría y su relación con el pensamiento espacial en la educación superior. *REDEPSIC*, 4(1), 61-76. <https://doi.org/10.48204/red.v4n1.6614>
- Guadarrama, A., & Becerril, F. (2023). Figuras feitas com geogebra como estratégia didática para o ensino de geometria analítica. *REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 11(1), 1-16. <https://doi.org/10.26571/reamec.v11i1.16861>
- Gutierrez, A., Lowrie, T., & Emprin, F. (2024). *Proceedings of the Twenty-Sixth ICMI Study: Advances in Geometry Education*. IREM de Reims. <https://hal.science/hal-04577863/>
- Hernández Sampieri, R. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill México.
- Mishra, P., & Koehler, M. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Mjenda, M., & Kyaruzi, F. (2025). Investigating the integration of technology-aided assessment methods in teaching and learning 3D geometry in Tanzanian secondary schools. *Cogent Education*, 12(1), 1-14. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2025.2464358>
- Niño Rojas, V. M. (2019). *Metodología de la investigación* (2.^a ed.). Ediciones de la U.
- Núñez Pérez, J. S., Lucero Garcés, M. F., Carvajal Zurita, C. A., Navas Enríquez, V. A., & Lazcano Núñez, R. E. (2023). Software informático y su incidencia en el aprendizaje significativo de la geometría en los estudiantes de noveno año de educación general básica del colegio nacional picaihua. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3), 4626-4644. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6505
- Padilla Escoria, I. A., Acevedo Rincón, J. P., & Montes, M. A. (2023). Specialised Knowledge of Mathematics Teacher to Teach through Modelling using ICTS. *Acta Scientiae*, 25(1), 160-195. <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.7363>
- Padilla-Escoria, I. A., & Acevedo-Rincón, J. P. (2021). Conocimiento especializado del profesor que enseña la reflexión de la función trigonométrica seno: mediaciones con TIC. *Eco matemático*, 12(1), 90-104. <https://doi.org/10.22463/17948231.3072>
- Padilla-Escoria, I. A., & Acevedo-Rincón, J. P. (2022). Conocimiento especializado del profesor de matemáticas en la enseñanza de la modelación de la elipse a través de recursos tecnológicos. *Revista Lasallista de Investigación*, 19(1), 67-83. <https://doi.org/10.22507/rli.v19n1a4>
- Piaget, J. (1968). *Los estadios del desarrollo intelectual del niño y del adolescente*. Editorial Revolucionaria.
- Putri, R. O. E., Abdul Rahim, S. S., & Zulnaidi, H. (2025). The important aspects for students in learning geometry: Mathematics teachers' perspective. *International Journal of Professional Development, Learners and Learning*, 7(2), 1-6. <https://doi.org/10.30935/ijpdll/15886>
- Sambrano, J. (2020). *Métodos de investigación* (1.^a ed.). Alpha Editorial.

- Schettini Pinto, C. A., & Cunha Reis, A. (2023). Characteristics of Education 4.0 and its Application in Industry 4.0. *Journal of Engineering Education Transformations*, 37(1), 51-61. <https://doi.org/10.16920/jeet/2023/v37i1/23131>
- Van Hiele, P. (1986). *Structure and Insight: A Theory of Mathematics Education*. Academic Press.
- Van Hiele, P. (1999). Developing geometric thinking through activities that begin with play. *Teaching Children Mathematics*, (6), 310-316. <https://doi.org/10.5951/TCM.5.6.0310>
- Yohannes, A., & Chen, H. (2023). GeoGebra en la educación matemática: una revisión sistemática de artículos de revistas publicados entre 2010 y 2020. *Interactive Learning Environments*, 31(9), 5682-5697. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.2016861>