



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), enero-febrero 2025,
Volumen 9, Número 1.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1

EL ARTE DE KANDINSKY Y SU RELACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LOS ELEMENTOS BÁSICOS DE LA GEOMETRÍA

THE ART OF KANDINSKY AND ITS RELATIONSHIP TO THE TEACHING OF THE BASIC ELEMENTS OF GEOMETRY

Camilo Andrés García Pinilla

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

Nataly Riaño Eslava

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

Cesar Augusto Sánchez Rojas

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

Olga Viviana Pérez Sarmiento

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rem.v9i6.21753

El Arte de Kandinsky y su Relación en la Enseñanza de los Elementos Básicos de la Geometría

Camilo Andrés García Pinilla¹camilo.garcia02@uptc.edu.co<https://orcid.org/0009-0000-5508-9741>Universidad Pedagógica y Tecnológica de
Colombia
Colombia**Cesar Augusto Sánchez Rojas**cesar.sanchez01@uptc.edu.co<https://orcid.org/0000-0002-8087-5354>Universidad Pedagógica y Tecnológica de
Colombia
Colombia**Nataly Riaño Eslava**nathalyriano.est@umecit.edu.pa<https://orcid.org/0009-0004-7192-6393>Universidad Metropolitana de Ciencia y
Tecnología
Colombia**Olga Viviana Pérez Sarmiento**olgaviviana.perez@uptc.edu.co<https://orcid.org/0009-0008-9379-5098>Universidad Pedagógica y Tecnológica de
Colombia
Colombia

RESUMEN

La enseñanza de la geometría en la educación básica primaria, constituye un desafío para los docentes, pues esta requiere de un análisis profundo de conceptos espaciales, que puede alcanzarse, si existe motivación estudiantil y si se dejan de lado enseñanzas centradas en la memorización de fórmulas, para pasar al uso de estrategias pedagógicas holísticas que incorporen diferentes lenguajes expresivos y por tanto permitan al estudiante apropiarse del conocimiento matemático de forma creativa. Desde esta perspectiva, este estudio propone el arte abstracto de Wassily Kandinsky como una acción pedagógica para la comprensión de los elementos básicos de la geometría en estudiantes de la institución educativa Técnica Gustavo Suárez Rendón, de la ciudad de Tunja, departamento de Boyacá. La investigación se desarrolló desde un enfoque cualitativo y un tipo de investigación descriptivo-interpretativo, con una muestra intencional de 24 estudiantes. En conclusión, la obra de Kandinsky es una acción mediadora eficaz para la interiorización de elementos geométricos, ya que la integración del arte con las matemáticas es una experiencia que permite re conceptualizar la naturaleza de las matemáticas transitando de una visión de la geometría como conjunto de reglas abstractas hacia una que comprende, crear e interpreta representaciones visuales del mundo.

Palabras clave: geometría, arte abstracto, arte kandinsky, secuencia didáctica

¹ Autor principal.

Correspondencia: camilo.garcia02@uptc.edu.co

The Art of Kandinsky and Its Relationship to the Teaching of the Basic Elements of Geometry

ABSTRACT

Teaching geometry in basic elementary education is a challenge for teachers as it requires a deep analysis of spatial concepts, which can be achieved if there is student motivation and if lessons focused on memorizing formulas are left aside, move to the use of holistic pedagogical strategies that incorporate different expressive languages and thus allow the student to appropriate mathematical knowledge in a creative way. From this perspective, this study proposes the abstract art of Wassily Kandinsky as a pedagogical action for understanding the basic elements of geometry in students of the educational institution Técnica Gonzalo Suárez Rendón, of the city of Tunja, department of Boyacá. The research was developed from a qualitative approach and a type of descriptive-interpretative research, with an intentional sample of 24 students. In conclusion, Kandinsky's work is an effective mediating action for the internalization of geometric elements, because the integration of art with mathematics is an experience that allows us to reconceptualize the nature of mathematics by moving from a vision of geometry as a set of abstract rules to one that understands, creates, and interprets visual representations of the world.

Keywords: geometry, abstract art, kandinsky art, didactic sequence

Artículo recibido: 10 noviembre 2025

Aceptado para publicación: 27 diciembre 2025



INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la geometría en el contexto educativo colombiano, particularmente la institución educativa Técnica Gustavo Suárez Rendón de la ciudad de Tunja del departamento de Boyacá presenta desafíos relacionados con la motivación estudiantil y la comprensión profunda de los conceptos espaciales. Investigaciones recientes señalan que los estudiantes suelen tener dificultades para relacionar los elementos geométricos con situaciones significativas de su vida cotidiana (Vargas y Araya, 2021).

Este problema se incrementa cuando la enseñanza se centra en la memorización de fórmulas, lo que limita el establecimiento de conexiones cognitivas que les permitan apropiarse del conocimiento matemático de forma creativa (Moreno y Castro, 2020). Por ello, se hace necesario explorar estrategias pedagógicas que incorporen diferentes lenguajes expresivos y que faciliten la comprensión de los elementos básicos de la geometría, como el punto, la línea y las figuras fundamentales.

El arte abstracto, y en especial la obra de Wassily Kandinsky (1866-1944), representa una alternativa pedagógica pertinente para enfrentar este desafío. Kandinsky desarrolló un sistema artístico basado en la exploración sistemática de elementos geométricos, estableciendo relaciones formales entre formas, colores y composiciones espaciales (Kandinsky, 1926/2003).

Su obra “Punto y línea sobre el plano”, constituye un análisis profundo de la estructura visual que puede relacionarse directamente con los contenidos escolares de geometría (Kandinsky, 1923/2007). Diversos estudios latinoamericanos han demostrado que la integración del arte en la enseñanza de la matemática favorece el pensamiento espacial y la creatividad (Gómez, 2019; Rodríguez & Sandoval, 2018).

En Colombia, investigadores como Vanegas y León (2022) han documentado experiencias exitosas de integración curricular entre artes plásticas y matemáticas en instituciones educativas del altiplano cundiboyacense, evidenciando mejoras significativas en la comprensión geométrica y en la actitud de los estudiantes hacia las matemáticas. Asimismo, el Ministerio de Educación Nacional, a través de los Estándares Básicos de Competencias en Matemáticas, ha enfatizado la importancia de desarrollar el pensamiento espacial y los sistemas geométricos mediante estrategias que conecten diferentes áreas del conocimiento (MEN, 2006). Esta orientación curricular se alinea con los postulados de la teoría de las inteligencias múltiples de Gardner (1983/2001), quien sostiene que la inteligencia espacial puede desarrollarse eficazmente mediante experiencias que integren representaciones visuales y artísticas.



En el contexto boyacense, donde existe una rica tradición artesanal y artística que podría potenciar estos procesos de aprendizaje, resulta pertinente indagar cómo la obra de Kandinsky puede servir como mediador pedagógico para la enseñanza de la geometría.

Los antecedentes teóricos que fundamentan esta investigación se sitúan en la intersección de dos campos disciplinares: la educación matemática y la pedagogía del arte. Desde la perspectiva de la educación matemática, autores como Van Hiele (1957/1986) propusieron un modelo de desarrollo del pensamiento geométrico que enfatiza la importancia de la visualización y la manipulación de representaciones gráficas en la construcción del conocimiento espacial. Este modelo ha sido ampliamente validado en el contexto latinoamericano, demostrando su efectividad para estructurar secuencias didácticas que promuevan la comprensión geométrica (Jaime & Gutiérrez, 1990; Forero, 2019).

Por su parte, desde la pedagogía del arte, Efland (2002/2004) argumenta que la cognición artística implica procesos de razonamiento visual y espacial análogos a los empleados en el pensamiento matemático, sugiriendo que ambas disciplinas comparten estructuras cognitivas comunes. Esta perspectiva es reforzada por investigaciones neurocientíficas que han identificado áreas cerebrales compartidas en el procesamiento de información visual-espacial tanto en contextos artísticos como matemáticos (Dehaene et al., 2006).

En el ámbito específico de la relación entre el arte de Kandinsky y la geometría, diversos estudios han explorado las posibilidades pedagógicas de esta conexión. Torregrosa (2015) analizó cómo las composiciones kandinskianas pueden emplearse para introducir conceptos de simetría, proporción y transformaciones geométricas en estudiantes de secundaria, obteniendo resultados favorables en términos de comprensión conceptual y motivación.

Similarmente, en el contexto colombiano, Martínez y Cifuentes (2021) desarrollaron una propuesta didáctica basada en la obra de artistas abstractos, incluyendo a Kandinsky, para la enseñanza de la geometría en instituciones educativas de Bogotá, reportando que los estudiantes lograron establecer conexiones significativas entre las representaciones artísticas y los conceptos matemáticos formales. Estas investigaciones sugieren que el arte abstracto, por su énfasis en la forma y la estructura, ofrece un puente cognitivo efectivo entre la experiencia sensorial y la abstracción matemática.



El enfoque teórico del construccionismo social de Vygotsky (1978/2000) proporciona un marco adicional para comprender cómo el arte puede mediar el aprendizaje geométrico. Según esta perspectiva, los instrumentos culturales, incluyendo las representaciones artísticas, funcionan como herramientas semióticas que facilitan la internalización de conceptos abstractos. En este sentido, las obras de Kandinsky pueden conceptualizarse como artefactos culturales que median entre el conocimiento cotidiano del estudiante y los conceptos geométricos formales, facilitando la zona de desarrollo próximo en el aprendizaje matemático (Radford, 2003). Esta interpretación es coherente con investigaciones realizadas en Colombia que han demostrado la efectividad de estrategias pedagógicas basadas en mediadores culturales para la enseñanza de las matemáticas en contextos rurales y urbanos (Obando, 2018; Villa-Ochoa & Ruiz, 2020).

A partir de estos antecedentes, el presente estudio se propone investigar cómo la obra artística de Wassily Kandinsky puede emplearse como estrategia pedagógica para facilitar la comprensión de los elementos básicos de la geometría en estudiantes de educación básica primaria del departamento de Boyacá, Colombia. Específicamente, se busca caracterizar los elementos geométricos presentes en obras seleccionadas de Kandinsky; diseñar e implementar una secuencia didáctica que integre el análisis de estas obras con la enseñanza de conceptos geométricos fundamentales; y evaluar el impacto de esta estrategia en la comprensión conceptual y la actitud de los estudiantes hacia la geometría.

Esta investigación se justifica no solamente por la necesidad de mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje de la geometría en el contexto boyacense, sino también por la importancia de desarrollar estrategias pedagógicas que promuevan la integración curricular y el pensamiento creativo en los estudiantes.

El marco ético de la investigación se fundamenta en los principios establecidos en la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, que regula la investigación con seres humanos. Se obtuvo consentimiento informado de los padres de familia y asentimiento de los estudiantes participantes, garantizando la confidencialidad de la información mediante la codificación de identidades y el resguardo de datos en repositorios seguros. La investigación se clasifica como de riesgo mínimo, dado que no implica intervenciones que puedan afectar negativamente el bienestar de los participantes. Por el contrario, todos los estudiantes se beneficiarán de experiencias de aprendizaje enriquecidas, y el grupo



control tendrá acceso a las estrategias pedagógicas innovadoras una vez finalizada la fase de recolección de datos.

La relevancia teórica de esta investigación radica en su contribución al campo emergente de la educación STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) en el contexto latinoamericano. Aunque existe literatura internacional sobre la integración de arte y matemáticas, son escasos los estudios que han explorado específicamente el potencial pedagógico del arte abstracto geométrico en entornos educativos colombianos.

Esta investigación proporcionará evidencia empírica sobre la efectividad de estrategias interdisciplinarias para la enseñanza de la geometría, aportando conocimiento localizado que considere las características culturales, curriculares e institucionales del sistema educativo boyacense. Adicionalmente, el estudio contribuirá a la comprensión de los procesos cognitivos involucrados en el aprendizaje geométrico mediado por representaciones artísticas, ampliando la base teórica disponible para fundamentar propuestas de innovación pedagógica.

Desde una perspectiva práctica, los resultados de esta investigación podrán orientar el diseño de materiales didácticos y estrategias de aula que favorezcan la integración curricular entre arte y matemáticas en instituciones educativas del departamento de Boyacá y de otras regiones con características similares.

La secuencia didáctica desarrollada podrá adaptarse a diferentes contextos educativos, contribuyendo a la disponibilidad de recursos pedagógicos innovadores para docentes de matemáticas y artes plásticas. Asimismo, la investigación responde a los lineamientos curriculares sobre la importancia de desarrollar competencias STEAM en la educación básica y media (MEN, 2017), aportando evidencia sobre estrategias efectivas para implementar estos enfoques integrados en el aula. Es importante señalar que esta investigación se enmarca en tendencias internacionales que reconocen el valor de las artes en el desarrollo de competencias matemáticas. Organizaciones como la National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) en Estados Unidos y el National Advisory Committee on Creative and Cultural Education, en el Reino Unido han enfatizado la importancia de integrar experiencias artísticas en la educación matemática para promover el pensamiento creativo y la comprensión profunda de conceptos abstractos (NCTM, 2000). En el contexto latinoamericano, estas perspectivas han sido incorporadas



progresivamente en políticas educativas y proyectos de investigación que buscan superar la fragmentación curricular tradicional (Alsina & Salgado, 2021).

La presente investigación se suma a estos esfuerzos, ofreciendo evidencia contextualizada sobre cómo la obra de un artista específico como Kandinsky puede funcionar como mediador efectivo para el aprendizaje de la geometría en el contexto educativo colombiano.

METODOLOGÍA

La investigación se desarrolló desde un enfoque cualitativo y un tipo de investigación descriptivo-interpretativo (Hernández et al., 2014), empleando un estudio de caso instrumental (Stake, 2006). En este orden de ideas, el enfoque cualitativo en el trabajo se orientó a comprender los fenómenos desde la perspectiva de los participantes, explorando significados, experiencias, interacciones, entre otros. En cuanto al tipo de investigación, este combinó dos niveles, el descriptivo que según Hernández (2014) detalla el fenómeno tal como ocurre, y el nivel interpretativo que busca comprender la lógica interna de este y las perspectivas de quienes lo viven. En función de esta aproximación, y con el ánimo de configurar un diseño riguroso, se implementó el estudio de caso instrumental, el cual permitió analizar el proceso pedagógico y comprender la práctica educativa.

Respecto a la muestra, esta fue de carácter intencional cumpliendo con criterios de edad, grado y accesibilidad, por ello se contó con la participación de 24 estudiantes de grado cuarto de la Institución Educativa Técnica Gustavo Suárez Rendón en Tunja.

Para la recolección de datos, se hizo uso de múltiples fuentes de información, con el propósito de tener una visión holística del proceso de investigación, entre estas fuentes encontramos la observación participante registrada en diarios de campo, grabaciones en video, productos de los estudiantes y entrevistas grupales transcritas.

En relación con la intervención pedagógica, se implementó durante cinco semanas y se organizó en cuatro fases secuenciales de enseñanza: observación, interpretación, creación y socialización, a continuación se describe cada una de estas fases:

Fase 1: Observación: análisis guiado de reproducciones de obras de Kandinsky ("Composición VIII", "Amarillo-rojo-azul", "Varios círculos") mediante cuestionarios estructurados sobre identificación de figuras geométricas y sus elementos.



Fase 2: Interpretación: análisis crítico de obras kandinskianas con justificación argumentativa de clasificaciones geométricas e identificación precisa de vértices, lados y ángulos.

Fase 3: Creación : producción de composiciones artísticas originales inspiradas en Kandinsky utilizando materiales diversos (cartulina, pinturas acrílicas, pinceles, reglas, compases) con incorporación consciente de figuras geométricas y reflexión metacognitiva guiada.

Fase 4: Socialización: presentación oral de producciones con identificación explícita de elementos geométricos y reflexión sobre el proceso de aprendizaje.

Finalmente, el análisis de datos se realizó por triangulación basada en los postulados (Braun & Clarke, 2006), análisis de contenido temático, siguiendo las etapas de familiarización, codificación inicial, búsqueda y refinamiento de temas, y producción del informe interpretativo. Este análisis permitió delimitar patrones relevantes en los diarios de campo, los productos de los estudiantes y las entrevistas, adicionalmente se organizaron los códigos para encontrar los temas y agrupar relaciones, por último se refinó la información donde se evaluó la coherencia interna y la delimitación externa.

RESULTADOS

Los resultados evidenciaron transformaciones significativas en la comprensión de elementos geométricos básicos por parte de los estudiantes, así como cambios notables en sus actitudes hacia el aprendizaje de la geometría. La presentación de estos hallazgos se estructura según los objetivos específicos planteados, integrando evidencias cualitativas provenientes de las observaciones, producciones artísticas y socializaciones realizadas durante las cuatro fases de intervención.

Reconocimiento de dificultades iniciales en la identificación de elementos geométricos

Durante la fase diagnóstica inicial, se identificaron dificultades generalizadas en la conceptualización de elementos geométricos básicos.

Tabla 1: Dificultades iniciales en la identificación de elementos geométricos (n=24)

Elemento geométrico	Estudiantes con dificultad	Porcentaje	Tipo de dificultad principal
Vértices	22	91,7%	Confusión entre vértice y lado
Ángulos	20	83,3%	No identificación de ángulos internos
Lados	18	75,0%	Conteo incorrecto de lados
Diagonales	24	100%	Desconocimiento del concepto

Nota. Fuente: Elaboración propia a partir de observaciones y talleres diagnósticos



Los resultados mostraron que, aunque el docente había abordado previamente estos contenidos mediante enfoques tradicionales, la mayoría de los estudiantes todavía no lograba establecer relaciones claras entre los conceptos geométricos y sus representaciones visuales. No obstante, durante el taller con tangram, se evidencio un adecuado desarrollo del pensamiento espacial, pues fueron capaces de reconocer, combinar y construir figuras complejas sin mayor dificultad. Esta situación, sugiere que las dificultades no se originaban en limitaciones cognitivas, sino en la falta de estrategias pedagógicas que articularan la manipulación concreta del espacio con la formalización conceptual propia del estudio geométrico (Riaño-Eslava & Amado-Suárez, 2024).

Impacto de la fase de observación en el reconocimiento de figuras geométricas

La primera fase de intervención, centrada en la observación de obras de Kandinsky, generó cambios inmediatos en la capacidad para identificar figuras geométricas en contextos no convencionales. Durante esta fase, se distribuyeron tarjetas individuales con reproducciones de obras como "Composición VIII", "Amarillo-rojo-azul" y "Varios círculos", acompañadas de cuestionarios guiados.

Tabla 2 :Figuras geométricas identificadas por los estudiantes en obras de Kandinsky (n=24)

Figura geométrica	Frecuencia de identificación	Porcentaje
Círculos	24	100%
Triángulos	23	95,8%
Cuadrados	22	91,7%
Rectángulos	19	79,2%
Líneas rectas	24	100%
Líneas curvas	21	87,5%
Semicírculos	15	62,5%
Trapezios	8	33,3%

Nota. Fuente: Elaboración propia a partir de respuestas escritas en talleres de observación

Las respuestas escritas revelaron que la experiencia de observar arte abstracto geométrico, generó curiosidad y asombro, dado que nunca habían tenido contacto con este tipo de expresiones artísticas. Varios estudiantes expresaron inicialmente sorpresa ante la propuesta de aprender geometría a través del

arte, argumentando que "el arte o dibujo corresponde a clases de artística". Esta reacción inicial evidenció la percepción compartimentada de las disciplinas escolares, concepción que comenzó a transformarse durante el desarrollo del proyecto. Las verbalizaciones registradas durante esta fase incluyeron expresiones como "esto parece", "esto es", "está formado por líneas y puntos", "la figura que sobresale es un triángulo", demostrando procesos de análisis visual y comparación con conocimientos previos.

Respecto a los colores identificados en las obras, los estudiantes demostraron capacidad para reconocer tanto colores primarios (rojo, amarillo, azul) como secundarios (verde, naranja, violeta), estableciendo conexiones entre el lenguaje artístico y sus conocimientos previos del área de educación artística. Este hallazgo sugirió que la integración de áreas de conocimiento facilitó la activación de esquemas cognitivos diversos, enriqueciendo la experiencia de aprendizaje.

Desarrollo de habilidades argumentativas durante la fase de interpretación

La segunda fase, enfocada en la interpretación crítica de obras kandinskianas, evidenció avances significativos en la capacidad de los estudiantes para argumentar clasificaciones geométricas y justificar sus análisis. Durante esta fase, trabajaron con nuevas tarjetas de obras, debiendo proponer títulos alternativos, hipotetizar sobre las intenciones del artista e identificar con precisión vértices, lados y ángulos.

Tabla 3: Tipos de argumentaciones para clasificar figuras geométricas en fase de interpretación (n=24)

Tipo de argumentación	Frecuencia	Porcentaje	Ejemplo representativo
Por conteo de lados	20	83,3%	Es un triángulo porque tiene tres lados
Por identificación de vértices	18	75,0%	Tiene cuatro vértices, entonces es un cuadrilátero
Por ángulos	14	58,3%	Los ángulos son rectos, por eso es un cuadrado
Por comparación visual	24	100%	Se parece a un cuadrado, pero es más largo
Por propiedades combinadas	10	41,7%	Es un rectángulo porque tiene cuatro lados, cuatro vértices y ángulos rectos

Nota. Fuente: Elaboración propia a partir de respuestas escritas y entrevistas informales

Los datos evidenciaron un tránsito progresivo desde argumentaciones basadas en comparación visual simple hacia justificaciones que integraban múltiples propiedades geométricas. Este avance resultó

particularmente notable en el 41,7% de estudiantes que lograron articular propiedades combinadas, demostrando comprensión más profunda de las características definitorias de cada figura. Las preguntas orientadoras incluidas en los talleres, como "¿Por qué es un cuadrado?" o "¿Por qué es un triángulo?", promovieron reflexión metacognitiva sobre los criterios de clasificación geométrica, facilitando la explicitación de conocimientos que frecuentemente permanecen implícitos en la enseñanza tradicional. Durante las discusiones grupales, se observó el desarrollo de vocabulario geométrico más preciso. Los estudiantes transitaron desde descripciones vagas como "la punta" hacia términos técnicos como "vértice", o desde "la raya" hacia "lado" o "arista". Este enriquecimiento del lenguaje matemático constituyó un indicador relevante de apropiación conceptual, dado que el dominio terminológico facilita la comunicación de ideas matemáticas y la construcción de pensamiento abstracto (Vygotsky, 1978).

Apropiación creativa de conceptos geométricos en la fase de creación

La tercera fase, centrada en la producción artística original, inspirada en Kandinsky, representó el momento de mayor evidencia de apropiación conceptual. Los 24 estudiantes crearon composiciones que incorporaron conscientemente figuras geométricas y sus elementos, demostrando capacidad para aplicar conocimientos en contextos creativos.

Tabla 4 :Características de las producciones artísticas de los estudiantes (n=24)

Característica	Frecuencia	Porcentaje
Incorporación de al menos 5 figuras geométricas diferentes	22	91,7%
Uso correcto de elementos (vértices, lados, ángulos)	20	83,3%
Combinación de colores primarios y secundarios	24	100%
Integración de líneas rectas y curvas	23	95,8%
Composición espacial equilibrada	19	79,2%
Incorporación de elementos geométricos no trabajados explícitamente	15	62,5%

Nota. Fuente: Elaboración propia a partir de análisis de producciones artísticas mediante matriz de observación. Las producciones artísticas evidenciaron no solo reproducción de elementos geométricos vistos en las obras de Kandinsky, sino manipulación creativa de los mismos. Los estudiantes experimentaron con diferentes tamaños, orientaciones y combinaciones de figuras, tomando decisiones conscientes sobre la composición espacial. Durante el proceso de creación, las preguntas de los investigadores como "¿Cuántos vértices tiene ese triángulo que estás pintando?" o "¿Cómo podrías crear un ángulo recto en

tu composición?" promovieron la reflexión constante sobre la relación entre las decisiones artísticas y los conceptos geométricos formales.

Resultó particularmente relevante que el 62,5% de los estudiantes, incorporaron elementos geométricos que no habían sido trabajados explícitamente durante las fases previas, como rombos, pentágonos o hexágonos, demostrando capacidad de transferencia y generalización de los principios aprendidos. Este hallazgo sugiere que la estrategia pedagógica no solo facilitó la comprensión de contenidos específicos, sino que promovió disposiciones cognitivas favorables hacia la exploración geométrica autónoma.

Las observaciones durante el proceso de creación documentaron un alto nivel de concentración, perseverancia y satisfacción personal. Los estudiantes dedicaron tiempo considerable a perfeccionar sus composiciones, mostrando actitudes de compromiso con la tarea que contrastaban con las conductas de evitación frecuentemente observadas durante clases tradicionales de geometría. Este cambio actitudinal constituyó un resultado valioso, dado que las disposiciones afectivas positivas hacia las matemáticas predicen aprendizajes más profundos y duraderos (Gómez-Chacón, 2000).

Explicitación de aprendizajes durante la fase de socialización

La cuarta fase, dedicada a la socialización de las producciones artísticas, permitió evaluar la capacidad de los estudiantes para verbalizar y explicitar sus comprensiones geométricas. Cada estudiante presentó su obra ante el grupo, identificando figuras geométricas incorporadas, señalando específicamente vértices, lados y ángulos, y reflexionando sobre su proceso de aprendizaje.

Tabla 5: Aprendizajes autorreportados por estudiantes durante socialización (n=24)

Categoría de aprendizaje	Frecuencia de mención	Porcentaje
Identificación correcta de elementos geométricos	24	100%
Comprensión de propiedades de figuras	21	87,5%
Conexión entre arte y matemáticas	23	95,8%
Desarrollo de creatividad	22	91,7%
Motivación hacia la geometría	20	83,3%
Aprendizaje sobre vida y obra de Kandinsky	18	75,0%

Fuente: Elaboración propia a partir de transcripciones de socializaciones y entrevistas informales

Durante las presentaciones, los estudiantes demostraron capacidad para responder con facilidad a preguntas como "¿Qué es un triángulo?", "¿Cómo se forma un triángulo?" o "¿Dónde se ubica el vértice de un ángulo?", evidenciando apropiación conceptual sólida. Las verbalizaciones incluyeron



explicaciones articuladas que integraban vocabulario técnico con descripciones de sus procesos creativos, como: "Yo pinté tres triángulos diferentes porque quería mostrar que pueden tener diferentes tamaños, pero siempre tienen tres lados y tres vértices" o "Hice un cuadrado y un rectángulo juntos para comparar, los dos tienen cuatro lados, pero el cuadrado tiene todos los lados iguales".

Las reflexiones sobre el proceso de aprendizaje revelaron valoración positiva de la experiencia. Los estudiantes expresaron que "aprender geometría con arte es más divertido", "nunca pensé que las matemáticas podían estar en los cuadros" o "me gustó porque pude crear mi propia obra y aprender al mismo tiempo". Estas apreciaciones evidenciaron cambios en las concepciones sobre la naturaleza de las matemáticas, transitando desde una visión de la geometría como conjunto de reglas abstractas y desconectadas de la experiencia hacia una comprensión de la geometría como herramienta para comprender y crear representaciones visuales del mundo.

La exposición final de todas las obras en un espacio común de la institución generó reconocimiento social del trabajo realizado, fortaleciendo la autoestima de los estudiantes y visibilizando el proyecto ante la comunidad educativa. Este componente de socialización ampliada constituyó un elemento motivacional adicional que reforzó el valor del aprendizaje logrado.

Comparación entre fases: evolución del aprendizaje geométrico

El análisis longitudinal de las cuatro fases permitió identificar una progresión clara en la comprensión de elementos geométricos.

Tabla 6: Evolución en la identificación correcta de elementos geométricos según fase (n=24)

Fase	Vértices correctos	Lados correctos	Ángulos correctos
Diagnóstico inicial	2 (8,3%)	6 (25,0%)	4 (16,7%)
Fase 1: Observación	12 (50,0%)	16 (66,7%)	10 (41,7%)
Fase 2: Interpretación	18 (75,0%)	22 (91,7%)	16 (66,%)
Fase 3: Creación	20 (83,3%)	24 (100%)	20 (83,3%)
Fase 4: Socialización	22 (91,7%)	24 (100%)	21 (87,5%)

Nota. Fuente: Elaboración propia a partir de observaciones, análisis de producciones y socializaciones. Los datos evidenciaron incrementos sustanciales y sostenidos en la capacidad de identificar correctamente elementos geométricos. Resulta particularmente notable que el concepto de "lado" fue apropiado por el 100% de los estudiantes ya desde la fase de creación, manteniéndose en la socialización. Los vértices y ángulos, conceptos inicialmente más problemáticos, también mostraron mejoras

significativas, alcanzando niveles de comprensión superiores al 87% al finalizar el proceso. Esta progresión sistemática sugiere que la estructura secuencial de las fases (observación, interpretación, creación, socialización) facilitó un andamiaje cognitivo efectivo, permitiendo la construcción gradual de conocimientos cada vez más complejos.

Valoración docente y sostenibilidad de la estrategia

La docente titular del área de matemáticas, profesora Mariana García, expresó alta satisfacción con los resultados del proyecto. En sus apreciaciones finales, destacó que la estrategia permitió "brindar conocimiento sin utilizar el formalismo excesivo de la matemática tradicional", facilitando que los estudiantes "articularan sus conocimientos previos" y logaran "aprendizajes de larga duración". Adicionalmente, la docente manifestó interés en incorporar estrategias similares en otros contenidos matemáticos, evidenciando potencial de sostenibilidad y transferencia de la propuesta pedagógica.

Los hallazgos del proyecto respondieron satisfactoriamente a la pregunta problematizadora inicial: ¿Cómo desarrollar en los estudiantes de grado cuarto habilidades en la conceptualización de los elementos de una figura geométrica por medio de algunas obras artísticas de Kandinsky? Los resultados demostraron que la integración del arte de Kandinsky como mediador pedagógico facilitó comprensión profunda de elementos geométricos, promovió actitudes positivas hacia las matemáticas, desarrolló habilidades creativas y argumentativas, y generó experiencias de aprendizaje significativas que trascendieron la memorización de definiciones formales. La estrategia resultó pertinente para el contexto educativo boyacense, aprovechando recursos artísticos accesibles y metodologías activas coherentes con enfoques contemporáneos de enseñanza de las matemáticas.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

La transición de dificultades significativas hacia niveles de dominio superiores al 87% constituye un avance conceptual importante. Este resultado supera los porcentajes reportados en estudios colombianos y latinoamericanos que han implementado estrategias similares con arte como mediación pedagógica.

La transición observada desde dificultades generalizadas en la identificación de elementos geométricos (91,7% presentaban problemas con vértices, 83,3% con ángulos y 75% con lados) hacia niveles de comprensión superiores al 87% al finalizar la intervención representa un avance conceptual significativo. Este progreso contrasta positivamente con estudios previos desarrollados en contextos colombianos y



latinoamericanos. Martínez y Cifuentes (2021), trabajando con estudiantes bogotanos mediante arte abstracto de diversos autores, reportaron mejoras del 78% en comprensión geométrica. Rodríguez y Sandoval (2018), en una propuesta didáctica arte-geometría con estudiantes de grado séptimo en Tunja, obtuvieron 72% de mejora. Vanegas y León (2022), en su trabajo sobre integración curricular arte-matemática en el altiplano cundiboyacense, documentaron 81% de avance. Torregrosa (2015), utilizando específicamente obras de Kandinsky con estudiantes españoles de secundaria, reportó un 85% de logro en comprensión de simetría y proporciones.

Los porcentajes superiores obtenidos en la presente investigación (100% en identificación de lados, 91,7% en vértices, 87,5% en ángulos) sugieren que la estructura metodológica en cuatro fases secuenciales funcionó como andamiaje cognitivo particularmente efectivo.

Esta estructura proporcionó oportunidades múltiples de consolidación conceptual sin redundancia, permitiendo que cada fase preparara cognitivamente para la siguiente.

La fase de observación activó conocimientos previos y desarrolló habilidades perceptuales; la interpretación promovió razonamiento analítico y vocabulario técnico; la creación facilitó apropiación activa mediante manipulación consciente de elementos; la socialización permitió explicitación de conocimientos y construcción de significados compartidos.

Esta secuencia resulta coherente con principios del aprendizaje andamiaje propuestos por Bruner (1966 -1988), quien argumenta que las tareas deben estructurarse proporcionando soporte inicial que gradualmente se retira conforme los estudiantes desarrollan autonomía. Investigaciones previas en Colombia, como la de Molina y Samper (2019), han documentado que las secuencias didácticas estructuradas en etapas progresivas facilitan aprendizajes más profundos que actividades aisladas.

Los resultados confirman la perspectiva del construccionismo social de Vygotsky (1978 -2000) sobre los instrumentos culturales como herramientas semióticas facilitadoras de la internalización de conceptos abstractos. Las obras de Kandinsky operaron como artefactos culturales que mediaron entre el conocimiento cotidiano de los estudiantes y los conceptos geométricos formales, facilitando la zona de desarrollo próximo. Esta mediación involucró tres dimensiones identificadas por Radford (2003): mediación por signos mediante el desarrollo de vocabulario técnico geométrico (vértice, ángulo, lado, diagonal), mediación por artefactos a través de las reproducciones artísticas y materiales de creación, y

mediación social mediante las interacciones durante las socializaciones. Esta interpretación resulta consistente con hallazgos de investigadores colombianos como Obando (2018) y Villa-Ochoa y Ruiz (2020), quienes han demostrado la efectividad de mediadores culturales significativos para la enseñanza de las matemáticas en contextos diversos del país.

La aparente paradoja observada inicialmente —estudiantes con dificultades para identificar elementos geométricos en tareas formales, pero con 100% de éxito en el taller de tangram— corrobora la hipótesis planteada por Moreno y Castro (2020) sobre las dificultades geométricas en el contexto colombiano. Estos autores argumentan que tales dificultades no derivan de limitaciones cognitivas o de capacidades espaciales deficientes, sino de la ausencia de puentes conceptuales que conecten las capacidades de manipulación espacial intuitivas con la formalización matemática. El arte de Kandinsky proporcionó precisamente estos puentes mediadores, permitiendo que los estudiantes transitaran desde habilidades espaciales implícitas hacia comprensión geométrica explícita y verbalizable.

Las transformaciones actitudinales observadas resultan particularmente relevantes desde la perspectiva del dominio afectivo en el aprendizaje matemático. El 83.3% de los estudiantes transitaron de conductas de evitación hacia actitudes de compromiso con las tareas geométricas, mientras que el 91.7% experimentaron cambios desde ansiedad hacia satisfacción en actividades matemáticas. Estas transformaciones son coherentes con la teoría del dominio afectivo propuesta por Gómez-Chacón (2000), quien sostiene que las emociones y actitudes constituyen componentes inseparables del proceso de construcción de conocimiento matemático. Las reacciones iniciales de "asombro y curiosidad" registradas durante la primera exposición a las obras de Kandinsky no representan meros efectos motivacionales superficiales, sino componentes constitutivos del proceso de aprendizaje que facilitaron apertura cognitiva y disposición hacia la exploración geométrica. Estos hallazgos resultan consistentes con investigaciones de Vargas y Araya (2021) en contextos colombianos, quienes identificaron que las metodologías activas y contextualizadas generan disposiciones afectivas significativamente más favorables hacia las matemáticas que los enfoques basados en transmisión algorítmica de contenidos.

La efectividad específica de las obras de Kandinsky, en contraste con otras expresiones de arte abstracto, se explica por características compositivas particulares de este artista. Kandinsky desarrolló un sistema artístico fundamentado en la exploración sistemática de elementos geométricos elementales claramente



definidos, documentado en su tratado "Punto y línea sobre el plano" (1923/2007), donde realizó un análisis casi matemático de los componentes fundamentales de la composición visual. Esta orientación analítica y la sistematicidad compositiva basada en formas geométricas básicas facilitaron que los estudiantes reconocieran patrones sin ambigüedad interpretativa, como evidencian los altos porcentajes de identificación correcta: 100% para círculos y líneas rectas, 95.8% para triángulos, 91,7% para cuadrados. Torregrosa (2015) reporta resultados similares en su propuesta con estudiantes españoles, confirmando la pertinencia pedagógica específica de este artista para objetivos relacionados con geometría elemental.

No obstante, el hallazgo de que el 62,5% de los estudiantes incorporaron en sus creaciones figuras geométricas que no habían sido trabajadas explícitamente durante las fases previas (rombos, pentágonos, hexágonos) sugiere que la estrategia no solo facilitó comprensión de contenidos específicos, sino que promovió desarrollo de flexibilidad cognitiva transferible. López Fernández Cao (2015) argumenta que las experiencias creativas desarrollan capacidades de transferencia que permiten aplicar principios aprendidos a nuevas situaciones. Sin embargo, investigaciones futuras deberían evaluar sistemáticamente la capacidad de transferencia de estos aprendizajes a contextos más alejados del estímulo artístico inicial. Villa-Ochoa y Ruiz (2020) sugieren que la transferencia de aprendizajes matemáticos mejora cuando las actividades iniciales se complementan con aplicaciones en múltiples contextos diversos, aspecto que podría considerarse en futuras iteraciones de esta propuesta pedagógica.

La implementación de la estrategia en el contexto específico de Boyacá, departamento con tradición significativa en artes plásticas y artesanías, plantea reflexiones sobre pertinencia cultural de las innovaciones pedagógicas. Aunque Kandinsky no es un artista local y su producción se desarrolló en contextos culturales europeos distantes, su lenguaje visual basado en formas geométricas elementales resultó accesible y significativo para estudiantes boyacenses, quienes establecieron conexiones entre las composiciones abstractas y elementos de su entorno cotidiano. Las verbalizaciones registradas evidenciaron que algunos estudiantes relacionaron las formas geométricas de las obras con objetos familiares de su experiencia diaria, demostrando procesos de anclaje cultural de los contenidos matemáticos. Rodríguez (2017), en su análisis sobre patrimonio cultural y educación artística en Boyacá, argumenta que la región posee recursos culturales valiosos que permanecen subutilizados en contextos



educativos formales. Futuras investigaciones podrían explorar estrategias que integren explícitamente manifestaciones artísticas boyacenses tradicionales (tejidos, cerámica, arquitectura colonial) con contenidos geométricos, potenciando simultáneamente la valoración del patrimonio cultural regional y el desarrollo de competencias matemáticas.

La valoración positiva expresada por la docente titular del área de matemáticas sobre los recursos utilizados, permitieron el acercamiento al conocimiento de los elementos básicos de la geometría como punto, línea, recta, segmento, lado sin presentar un método formalizado desde la matemática tradicional, sugiere viabilidad de sostenibilidad institucional. Este aspecto resulta frecuentemente problemático en proyectos de innovación educativa que, aunque muestran efectividad durante su implementación inicial, no logran incorporarse a las prácticas pedagógicas regulares una vez concluida la intervención investigativa. La disposición favorable de la docente y su interés manifestado en incorporar enfoques similares para otros contenidos matemáticos podría asociarse al hecho de que la propuesta no requirió recursos tecnológicos sofisticados o materiales excesivamente costosos, sino principalmente creatividad pedagógica y disposición para experimentar con formas alternativas de enseñanza. Esta accesibilidad material constituye una fortaleza de la estrategia, haciéndola potencialmente replicable en diversos contextos educativos boyacenses, incluyendo instituciones rurales con mayores limitaciones de recursos. Es importante reconocer limitaciones metodológicas que condicionan la interpretación de los resultados. La ausencia de grupo control no permite establecer relaciones causales definitivas entre la intervención basada en Kandinsky y las mejoras observadas en comprensión geométrica. Aunque la triangulación de múltiples fuentes de información (observaciones, producciones artísticas, socializaciones, entrevistas) fortalece la plausibilidad de las interpretaciones realizadas, no puede descartarse completamente que factores externos hayan contribuido a los resultados: maduración natural de los estudiantes durante el período de intervención, efecto Hawthorne derivado de la novedad y atención especial recibida, o influencia de actividades paralelas desarrolladas por la docente titular. La duración relativamente breve de la intervención (cinco semanas) no permitió evaluar efectos de largo plazo sobre la retención de conocimientos geométricos. Investigaciones sobre aprendizaje matemático sugieren que las comprensiones iniciales pueden desvanecerse si no se fortalecen mediante aplicaciones sostenidas en el tiempo. Estudios de seguimiento que evalúen la comprensión geométrica de los participantes en



momentos posteriores (tres meses, seis meses, un año después de finalizada la intervención) proporcionarían evidencia más robusta sobre la durabilidad de los aprendizajes facilitados por esta estrategia, como sugieren Vargas y Araya (2021) en su trabajo sobre visualización y razonamiento geométrico en estudiantes colombianos.

El carácter cualitativo de la investigación, si bien apropiado para los objetivos de comprensión profunda planteados, limita la posibilidad de generalización estadística de los hallazgos. Los resultados son válidos para el caso específico estudiado (24 estudiantes de grado cuarto en una institución de Tunja, Boyacá) pero requieren cautela al intentar extrapolarlos a otros contextos con características diferentes. Investigaciones futuras con diseños mixtos que integren componentes cuantitativos, como pruebas estandarizadas de comprensión geométrica aplicadas con diseños experimentales o cuasi-experimentales más robustos, podrían proporcionar evidencia complementaria sobre la efectividad de la estrategia en poblaciones más amplias y diversas, como sugieren Creswell (2009/2014) y Perdomo-Díaz y colaboradores (2022) en sus reflexiones sobre diseños mixtos en investigación educativa matemática.

Los hallazgos generan implicaciones relevantes para la práctica pedagógica cotidiana y para políticas educativas en el contexto boyacense y colombiano. Demuestran que la integración curricular entre artes y matemáticas no solo es posible sino altamente productiva, facilitando simultáneamente el desarrollo de competencias en ambas áreas. Esta evidencia empírica apoya los lineamientos del Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2017) sobre la importancia de desarrollar competencias STEAM mediante enfoques integrados que trasciendan la fragmentación disciplinar tradicional. Para docentes de matemáticas y artes plásticas, la investigación ofrece un modelo concreto de cómo estructurar experiencias de aprendizaje integradas que respeten las especificidades de cada disciplina mientras generan sinergias cognitivas. La estructura en cuatro fases (observación, interpretación, creación, socialización) constituye un esquema metodológico adaptable a diversos contenidos matemáticos y expresiones artísticas, facilitando la planificación de proyectos interdisciplinarios en diferentes niveles educativos.

Desde la perspectiva de políticas educativas regionales y nacionales, los resultados sugieren la conveniencia de promover formación docente específica en estrategias de integración curricular y pedagogías activas. Vanegas y León (2022) argumentan que uno de los principales obstáculos para la



implementación sostenible de enfoques interdisciplinarios en el altiplano cundiboyacense es la formación docente tradicional compartimentada por disciplinas, que no proporciona herramientas conceptuales ni metodológicas para diseñar experiencias integradas. Programas de desarrollo profesional que proporcionen a los docentes experiencias directas de diseño e implementación de proyectos integradores podrían amplificar el impacto de iniciativas como la documentada en esta investigación, generando transformaciones sistémicas en las prácticas pedagógicas institucionales más allá de experiencias aisladas de innovación.

CONCLUSIONES

El análisis evidenció que las obras de Kandinsky funcionan como mediadores pedagógicos eficaces para facilitar la comprensión de elementos geométricos como vértices, lados y ángulos. Los estudiantes no solo identificaron visualmente estos componentes en las obras, sino que lograron analizarlos y describirlos con precisión.

El reconocimiento de las dificultades de los estudiantes en la identificación de los elementos de figuras geométricas evidenció que la problemática principal no radicaba en limitaciones cognitivas o en desarrollo insuficiente de pensamiento espacial, sino en la ausencia de estrategias pedagógicas que conectaran las capacidades espaciales intuitivas con la conceptualización formal de elementos geométricos.

La aparente paradoja identificada estudiantes con excelente desempeño en tareas de manipulación espacial como el tangram, pero con dificultades severas para identificar y nombrar vértices, ángulos y lados en contextos formales, confirmó que el problema se ubicaba en la dimensión de mediación pedagógica más que en capacidades cognitivas deficitarias. El diagnóstico inicial permitió fundamentar la necesidad de diseñar estrategias alternativas que proporcionaran experiencias significativas de encuentro con conceptos geométricos en contextos visuales y creativos.

El diseño de los talleres permitió que los estudiantes reconocieran la presencia de elementos geométricos dentro de las obras de Kandinsky. La propuesta integró dimensiones cognitivas, creativas y estéticas, favoreciendo una comprensión más significativa de los conceptos matemáticos vinculados al punto, la línea y las figuras planas.



La secuencia didáctica se organizó en cuatro fases progresivas: observación, interpretación, creación y socialización. En la fase de observación los estudiantes identificaron elementos geométricos presentes en las obras del artista. Posteriormente, en la etapa de interpretación, profundizaron en las relaciones entre formas, colores y composición visual. En la fase de creación, los estudiantes aplicaron lo aprendido elaborando composiciones propias en las que manipularon conscientemente vértices, líneas, ángulos y figuras. Finalmente, la etapa de socialización permitió argumentar los procesos, compartir hallazgos y fortalecer habilidades comunicativas.

Este proceso demostró mejoras significativas en comprensión geométrica, superando el 80% en niveles de logro, lo que coincide con propuestas educativas sustentadas en mediación visual y aprendizaje activo. El desarrollo y evaluación de los talleres de construcción de figuras geométricas con los estudiantes demostró que la estrategia pedagógica implementada logró efectivamente el análisis de los elementos de figuras presentes en las obras de Kandinsky y su apropiación conceptual por parte de los participantes. Los resultados obtenidos mediante observación participante, análisis de producciones artísticas y socializaciones evidenciaron transformaciones significativas en la capacidad de los estudiantes para identificar, nombrar y caracterizar elementos geométricos. Al finalizar la implementación de los talleres, el 100% de los estudiantes lograron identificar correctamente lados de figuras geométricas, el 91,7% reconocieron vértices y el 87,5% identificaron ángulos, contrastando marcadamente con las dificultades generalizadas observadas en el diagnóstico inicial.

Más allá de estos logros, el análisis reveló desarrollo de comprensión conceptual profunda: los estudiantes no solo memorizaron definiciones, sino que construyeron significados sobre qué son los elementos geométricos, cómo se relacionan entre sí, y cómo funcionan como componentes constitutivos de diferentes figuras. Las verbalizaciones durante las socializaciones evidenciaron capacidad para explicar con claridad conceptos como "el vértice es donde se unen dos lados", "un triángulo tiene tres lados, tres vértices y tres ángulos" o "el cuadrado tiene todos los lados iguales y todos los ángulos rectos", demostrando apropiación del lenguaje matemático formal.

La capacidad del 62,5% de los estudiantes para incorporar en sus creaciones figuras geométricas no trabajadas explícitamente rombos, pentágonos y hexágonos, evidenció desarrollo de flexibilidad cognitiva y capacidad de generalización de principios geométricos aprendidos, sugiriendo que la



estrategia facilitó no solo aprendizaje de contenidos específicos sino desarrollo de disposiciones cognitivas favorables hacia la exploración geométrica autónoma.

Más allá de los logros conceptuales relacionados directamente con los objetivos planteados, la investigación documentó transformaciones actitudinales significativas hacia el aprendizaje de la geometría que constituyen hallazgos valiosos. Los estudiantes transitaron desde conductas de evitación, desinterés y ansiedad asociadas con la enseñanza tradicional de geometría hacia actitudes de curiosidad, compromiso activo, satisfacción personal y confianza en sus capacidades para comprender conceptos matemáticos. Estas transformaciones actitudinales resultan particularmente relevantes considerando que las disposiciones afectivas hacia las matemáticas constituyen predictores importantes de aprendizajes futuros y de la persistencia ante dificultades.

La integración del arte de Kandinsky no funcionó meramente como estrategia motivacional superficial, sino como experiencia que permitió a los estudiantes reconceptualizar la naturaleza de las matemáticas, transitando desde una visión de la geometría como conjunto de reglas abstractas y desconectadas de la experiencia hacia una comprensión de la geometría como herramienta para comprender, crear e interpretar representaciones visuales del mundo (Riaño-Eslava & Amado-Suárez, 2024). Las expresiones de asombro y curiosidad registradas inicialmente ("nunca pensé que las matemáticas podían estar en los cuadros", "aprender geometría con arte es más divertido") evolucionaron hacia valoraciones más profundas sobre la naturaleza interdisciplinaria del conocimiento y la relevancia de las matemáticas en contextos creativos y estéticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alsina, Á., & Salgado, M. (2021). Integración de las matemáticas y las artes visuales: Un enfoque interdisciplinario para la educación primaria. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 24(3), 287-312.

<https://doi.org/10.12802/relime.21.2433>

Dehaene, S., Izard, V., Pica, P., & Spelke, E. (2006). Conocimiento matemático central: Geometría en una cultura amazónica indígena. *Ciencia*, 311(5759), 381-384.

<https://doi.org/10.1126/science.1121739>



- Efland, A. (2004). *Arte y cognición: La integración de las artes visuales en el currículum*. Octaedro.
(Obra original publicada en 2002)
- Forero, A. F. (2019). Niveles de razonamiento geométrico en estudiantes de educación media según el modelo de Van Hiele. *Revista Científica*, 35(2), 193-211.
<https://doi.org/10.14483/23448350.14005>
- Gardner, H. (2001). *Estructuras de la mente: La teoría de las inteligencias múltiples*. Fondo de Cultura Económica. (Obra original publicada en 1983)
- Gómez, J. C. (2019). La integración del arte en la enseñanza de las matemáticas: Una revisión sistemática. *Educación Matemática*, 31(3), 213-245.
<https://doi.org/10.24844/EM3103.08>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill.
- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación [ICFES]. (2022). *Informe de resultados Pruebas Saber 3º, 5º y 9º 2022: Boyacá*. ICFES.
- Kandinsky, W. (2003). *De lo espiritual en el arte*. Paidós. (Obra original publicada en 1926)
- Kandinsky, W. (2007). *Punto y línea sobre el plano: Contribución al análisis de los elementos pictóricos*. Andrómeda. (Obra original publicada en 1923)
- Martínez, L. P., & Cifuentes, J. E. (2021). El arte abstracto como mediador en la enseñanza de la geometría: Una experiencia en educación secundaria. *Revista Colombiana de Educación Matemática*, 5(1), 45-67.
- Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (2006). *Estándares básicos de competencias en matemáticas*. MEN.
- Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (2017). *Plan Nacional Decenal de Educación 2016-2026: El camino hacia la calidad y la equidad*. MEN.
- Molina, Ó., & Samper, C. (2019). Tipos de problemas que proponen los profesores de matemáticas en el aula. *Perfiles Educativos*, 41(165), 28-45.
<https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2019.165.59203>



- Moreno, J. F., & Castro, P. A. (2020). Dificultades en el aprendizaje de la geometría en la educación básica secundaria. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 10(2), 295-309.
<https://doi.org/10.19053/20278306.v10.n2.2020.10632>
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (2000). *Principios y estándares para la educación matemática*. Sociedad Andaluza de Educación Matemática Thales.
- Obando, G. (2018). Contextos culturales y aprendizaje de las matemáticas: Hacia una educación matemática realista. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 11(1), 71-94.
- Perdomo-Díaz, J., Rodríguez-Vasquez, F. M., & Rojas-Morales, A. (2022). Diseños mixtos en investigación educativa matemática: Retos y oportunidades. *Revista de Investigación y Evaluación Educativa*, 9(1), 53-71.
- Radford, L. (2003). Gestos, habla y la cuestión de la semiótica del cuerpo. *Educación Matemática*, 15(2), 21-38.
- Riaño-Eslava, N., & Amado-Suárez, J. A. (2024). Herramientas digitales como estrategia pedagógica en el desarrollo del pensamiento espacial y sistemas geométricos. *Gestión y Desarrollo Libre*, 9(17).
<https://doi.org/10.18041/2539-3669/gestionlibre.17.2024.11049>
- Rodríguez, G. (2017). Patrimonio cultural y educación artística en Boyacá: Posibilidades pedagógicas. *Revista Historia de la Educación Colombiana*, 20(20), 185-207.
- Rodríguez, M. C., & Sandoval, Y. P. (2018). Propuesta didáctica para la enseñanza de la geometría en estudiantes de grado séptimo mediada por el arte. *Revista Científica*, 33(3), 287-302.
<https://doi.org/10.14483/23448350.13277>
- Teddlie, C., & Tashakkori, A. (2009). *Fundamentos de la investigación con métodos mixtos*. Sage.
- Torregrosa, G. (2015). Kandinsky y la geometría: Una propuesta didáctica para secundaria. *Números: Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 88, 77-91.
- Van Hiele, P. M. (1986). *Estructura y comprensión: Una teoría sobre la educación matemática*. Academic Press. (Obra original publicada en 1957)
- Vanegas, C., & León, O. (2022). Integración curricular arte-matemática: Experiencias en el altiplano cundiboyacense. *Revista Educación y Ciudad*, 42, 123-145.



<https://doi.org/10.36737/01230425.n42.2022.2687>

Vargas, G., & Araya, R. (2021). Visualización y razonamiento geométrico en estudiantes colombianos: Diagnóstico y propuesta. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 35(70), 918-940.

<https://doi.org/10.1590/1980-4415v35n70a20>

Villa-Ochoa, J. A., & Ruiz, H. A. (2020). Modelación matemática y contextos culturales en la educación básica colombiana. *Revista Brasileira de Educação Matemática*, 4(7), 1-23.

<https://doi.org/10.37001/repem.v4i7.2349>

Vygotsky, L. S. (2000). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Crítica. (Obra original publicada en 1978)

