

GEOMETRÍA DEL ARTE: UNA PRÁCTICA PEDAGÓGICA INTERDISCIPLINARIA PARA EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE LA GEOMETRÍA EN EDUCACIÓN BÁSICA SUPERIOR

GEOMETRY OF ART: AN INTERDISCIPLINARY PEDAGOGICAL PRACTICE
FOR MEANINGFUL LEARNING OF GEOMETRY IN HIGH BASIC EDUCATION

María Antonieta León Loaiza ¹
Nora Esperanza Parra Celi ²

RESUMO: O projeto «Geometría del Arte» constitui uma prática pedagógica interdisciplinar implementada com estudantes do décimo ano do Ensino Básico Superior da Unidad Educativa Sayausí (Cuenca, Equador), integrando Matemática, Arte e Inglês. A proposta fundamenta-se no socio-construtivismo (Vygotsky, 1978), na aprendizagem significativa (Ausubel, 2002) e no Art Thinking (Acaso & Megías, 2017), articulando o Teorema de Pitágoras, a semelhança de triângulos e as razões trigonométricas com a produção de murais geométricos, infografias e uma revista escolar. Aplicada a uma amostra de 40 estudantes (encuesta final), a intervenção evidenciou uma transformação conceitual profunda: 100% das percepções negativas prévias sobre a Matemática migraram para percepções positivas e funcionais após o projeto. A dimensão colaborativa alcançou 85% de satisfação elevada. Os resultados validam empiricamente a eficácia de integrar a criatividade artística com o rigor matemático como estratégia de ensino situada, participativa e com impacto institucional tangível.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa; Geometria; Interdisciplinaridade; Art Thinking; Aprendizagem baseada em projetos.

ABSTRACT: The “Geometría del Arte” project is an interdisciplinary pedagogical practice implemented with tenth-grade students at Unidad Educativa Sayausí (Cuenca, Ecuador), integrating Mathematics, Art, and English. The proposal is grounded in socio-constructivism (Vygotsky, 1978), meaningful learning (Ausubel, 2002), and Art Thinking (Acaso & Megías, 2017), articulating the Pythagorean Theorem, triangle similarity, and trigonometric ratios with the production of geometric murals, infographics, and a school magazine. Applied to a sample of 40 students (final survey), the intervention revealed a profound conceptual transformation: 100% of prior negative perceptions of Mathematics shifted to positive and functional perceptions after the project. The collaborative dimension reached 85% high satisfaction. The results empirically validate the effectiveness of integrating artistic creativity with mathematical rigor as a situated, participatory teaching strategy with tangible institutional impact.

Keywords: Meaningful learning; Geometry; Interdisciplinarity; Art Thinking; Project-based learning.

¹ María Antonieta León Loaiza, Máster Universitario en Competencias Docentes Avanzadas para Niveles de Educación Infantil, Primaria y Secundaria. Especialidad en Matemáticas maleon8@utpl.edu.ec

² Nora Esperanza Parra Celi, Magister en Tecnologías para la Educación y Práctica Docente y Magister en Educación mención Enseñanza de la Matemática neparra@utpl.edu.ec

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la geometría en el nivel de Educación General Básica Superior enfrenta un desafío estructural recurrente: los estudiantes logran resolver procedimientos cuando siguen instrucciones explícitas, pero presentan dificultades significativas al transferir esos conocimientos a contextos distintos o más complejos. Temas como el Teorema de Pitágoras, la semejanza de triángulos y las razones trigonométricas tienden a ser percibidos como conjuntos de fórmulas para memorizar, más que como herramientas para interpretar y transformar el entorno (Schoenfeld, 1992), (Cantillo-Rudas; Rodríguez-Nieto; Font Moll; Rodríguez-Vásquez, 2024).

Esta brecha entre el conocimiento declarativo y el conocimiento aplicado genera consecuencias observables en el aula: disminución de la participación activa, aprendizaje de carácter mecánico y una actitud de distancia afectiva hacia la asignatura. El problema no reside exclusivamente en los contenidos, sino en la manera en que estos son presentados y situados pedagógicamente.

En respuesta a esta realidad, surge el proyecto «Geometría del Arte», una iniciativa interdisciplinaria desarrollada en la Unidad Educativa Sayausí (Cuenca, Ecuador) que articula Matemáticas y Arte a través de un proceso de producción artística colectiva. La propuesta integra el diseño de composiciones geométricas originales, la elaboración de infografías y una revista escolar, y la creación de murales institucionales de gran formato, transformando el aprendizaje geométrico en una experiencia visual, práctica y compartida.

El presente artículo describe el diseño, la implementación y los resultados empíricos de esta práctica pedagógica, con el propósito de contribuir al debate sobre las posibilidades de la integración interdisciplinaria y el aprendizaje basado en proyectos como estrategias para resignificar la enseñanza de la matemática en contextos educativos públicos latinoamericanos.

REFERENCIAL TEÓRICO

Socioconstructivismo y Zona de Desarrollo Próximo

El proyecto se fundamenta en el enfoque socioconstructivista de Vygotsky (1978), según el cual el aprendizaje es esencialmente un proceso social mediado por interacciones con otros y con artefactos culturales. La noción de zona de desarrollo próximo (ZDP) es operacionalizada en el proyecto a través del trabajo colaborativo en los murales: los estudiantes con mayor dominio conceptual actúan como mediadores del aprendizaje de sus pares, generando lo que puede denominarse una ZDP colectiva (Johnson; Johnson, 1994).

La función mediadora de los instrumentos de precisión regla, compás, transportador se inserta en esta tradición teórica (Wertsch, 1991): cada herramienta no es solo un objeto físico, sino un mediador semiótico que amplifica las capacidades cognitivas del estudiante y exige un nivel de atención y rigor técnico que fortalece la comprensión conceptual, además del paso a paso en la resolución de los ejercicios y su diseño y en la verificación

de los cálculos.

Aprendizaje Significativo y Cognitivo

Ausubel (2002) sostiene que el aprendizaje se consolida cuando los nuevos contenidos logran anclarse en estructuras cognitivas preexistentes del aprendiz. En este proyecto, la geometría se vincula con la experiencia estética cotidiana del estudiante - murales, diseños, proporciones visuales - activando estructuras previas que facilitan la asimilación de conceptos formales. El arte actúa como puente cognitivo (Bruner, 1966) entre el mundo experiencial del estudiante y la abstracción matemática.

El modelo de aprendizaje experiencial de Kolb (1984) orienta el ciclo metodológico del proyecto: experimentación concreta (exploración de obras), observación reflexiva (análisis estructural), conceptualización abstracta (cálculo y diseño) y experimentación activa (ejecución mural). Este ciclo garantiza que ninguna etapa quede desconectada de la experiencia sensorial del estudiante.

Art Thinking como Metodología de Enseñanza

El Art Thinking (Acaso; Megías, 2017) propone utilizar los procesos propios de la producción artística -ideación, experimentación, error, revisión- como metodología pedagógica transversal. A diferencia del pensamiento de diseño (design thinking), el Art Thinking no busca resolver problemas predefinidos, sino abrir preguntas y ampliar la percepción del estudiante sobre su entorno. Aplicado a la enseñanza de la geometría, este enfoque permite que el rigor matemático y la creatividad no compitan, sino que se potencien mutuamente (Kerscher-Franco, Flores, 2022). El uso de la interpretación artística para aprender principios matemáticos hace que las ideas abstractas sean más concretas (Marchak, Shvarts-Serebro, Blonder, 2021), lo que mantiene el interés de los estudiantes y les ayuda a recordar lo aprendido (Tsiouri, 2025). Cabe recalcar que la integración de problemas geométricos no rutinarios desde los primeros grados es crucial para identificar y estimular el potencial creativo de los estudiantes. Estos hallazgos ofrecen implicaciones prácticas para los educadores en el diseño de intervenciones de aprendizaje inclusivas que aceleren el logro de la alfabetización numérica básica y las habilidades del siglo XXI, en consonancia con el mandato global de los ODS (Afifah; Karim, 2025)

Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)

El Aprendizaje Basado en Proyectos se sustenta en la convicción deweyana de que el conocimiento surge de la experiencia reflexionada (Dewey, 1938). Krajcik y Shin (2014) identifican como rasgos definitorios del ABP la presencia de una pregunta o problema motriz auténtico, la producción de artefactos reales y la colaboración entre pares. El proyecto «Geometría del Arte» cumple los tres criterios: parte de una pregunta genuina (¿cómo se expresa la geometría en el arte?), genera productos tangibles (murales, revista, infografías) y exige trabajo cooperativo sostenido en el tiempo.

3 METODOLOGÍA

3.1 Contexto y Participantes

El proyecto fue implementado en la Unidad Educativa Sayausí, institución pública ubicada en la parroquia rural de Sayausí, cantón Cuenca, Ecuador, durante el año lectivo 2025-2026. Participaron 64 estudiantes de Décimo Año de Educación General Básica, distribuidos en dos paralelos (A y B) de la jornada vespertina, con edades comprendidas entre 14 y 15 años. La intervención fue diseñada y liderada por la docente del área de Matemáticas, Mgtr. María Antonieta León Loaiza.

3.2 Diseño de la Investigación

El estudio adopta un diseño de investigación-acción educativa (Elliot, 1991), de carácter mixto, con un componente cuantitativo (encuestas de percepción con escala Likert y opción múltiple, aplicadas como pretest y postest) y un componente cualitativo (análisis de contenido de respuestas abiertas y análisis semántico del discurso estudiantil). Se aplicaron dos instrumentos: una encuesta inicial (Anexo 5, n=24) al inicio de la intervención, con propósito diagnóstico; y una encuesta final (Anexo 8, n=40) al término del proyecto, con propósito evaluativo. La discrepancia en el tamaño muestral responde a la incorporación progresiva de ambos paralelos durante la ejecución.

3.3 Fases del Proyecto

La intervención se estructuró en ocho etapas secuenciales y articuladas:

Figura 1. Etapa 1 - Ideación: definición del problema pedagógico, establecimiento de objetivos interdisciplinarios y selección del espacio institucional a intervenir (un área exterior subutilizada y deteriorada).



Fuente: Elaboración propia, 2026

Figura 2. Etapa 2 - Limpieza: recuperación colaborativa del espacio mediante jornadas de limpieza, retiro de maleza y acondicionamiento del muro, promoviendo el sentido de pertenencia institucional.

LIMPIEZA



- 1 Estudiantes realizando labores de limpieza en los muros exteriores del espacio intervenido, eliminando suciedad y residuos para recuperar la imagen del lugar.



- 2 Participantes retirando maleza y vegetación no controlada en las juntas del pavimento, mejorando las condiciones del entorno peatonal.



- 3 Jornada colaborativa de limpieza y mantenimiento del muro, fortaleciendo el trabajo en equipo y el cuidado del espacio común.



- 4 Estudiante efectuando limpieza detallada en la base del muro, contribuyendo al acondicionamiento previo de la intervención artística.



- 5 Grupo de estudiantes desarrollando actividades de lavado y recuperación del área intervenida, promoviendo apropiación y responsabilidad colectiva del espacio.

Fuente: Elaboración propia, 2026

Figura 3. Etapa 3 - Preparación: aplicación de empaste, nivelación de imperfecciones, lijado y aplicación de base blanca para garantizar una superficie adecuada para el mural.

EMPASTE



- 1 Estudiantes aplicando empaste sobre el muro intervenido, preparando la superficie para garantizar uniformidad y mejor adherencia de la pintura.



- 2 Proceso de recubrimiento y nivelación del muro mediante empaste, corrigiendo imperfecciones previas de la superficie previo al proceso de lijado.

PINTURA



- 1 Aplicación de pintura base blanca como etapa inicial para homogenizar el fondo y facilitar el desarrollo posterior de la intervención artística.



- 2 Jornada colaborativa de pintura y adecuación del espacio, orientada a recuperar visualmente el área intervenida dentro de la institución.



- 3 Estudiantes realizando el acabado final con pintura blanca, generando una superficie limpia y uniforme para el desarrollo del mural geométrico.

Fuente: Elaboración propia, 2026

Figura 4. Etapa 4 - Cuadrículas: medición proporcional del muro, trazado de retículas guía con regla y escuadra, y organización espacial de las composiciones.



- 1** Estudiantes realizando el trazado inicial de cuadrículas sobre el muro, estableciendo la base geométrica para la construcción proporcional de las figuras.
- 2** Proceso de medición y delineado técnico de la retícula guía, utilizada para organizar espacialmente la composición del mural.

Fuente: Elaboración propia, 2026

Figura 5. Etapa 5 - Diseño: bocetaje geométrico de figuras y personajes (panda geométrico, erizo, zorro, flamenco, luna con gato), traslado proporcional de los diseños al muro mediante la retícula.



- 1** Inicio del bocetaje de figuras geométricas sobre la cuadrícula, trasladando al muro los diseños previamente planificados en clase.
- 2** Estudiantes desarrollando el dibujo técnico de las formas seleccionadas, aplicando medidas y proporciones trabajadas en Matemáticas.
- 3** Jornada colaborativa de bocetaje y construcción geométrica del mural, integrando cálculo, precisión y composición visual en el espacio intervenido.

Fuente: Elaboración propia, 2026

Figura 6. Etapa 6 - Cálculos: aplicación formal de la Ley de Cosenos, Ley de Senos, cálculo de perímetros y áreas, y resolución de ejercicios geométricos directamente sobre el muro.

CÁLCULOS



- 1 Estudiantes resolviendo y verificando cálculos geométricos directamente sobre el muro, aplicando fórmulas trabajadas durante las clases de Matemáticas.



- 2 Colocación parcial de los cálculos correspondientes acorde a las fórmulas utilizadas en cada ejercicio.

Fuente: Elaboración propia, 2026

Figura 7. Etapa 7 - Pintura: aplicación cromática mediante mezcla de colores primarios, integrando decisiones estéticas con justificaciones matemáticas de proporciones y simetrías.

COLORES



- 1 Aplicación inicial de color sobre las figuras geométricas previamente bocetadas, definiendo las primeras composiciones visuales del mural.



- 2 Desarrollo cromático de las figuras mediante la combinación de tonalidades obtenidas a partir de colores primarios.



- 3 Jornada de pintura colaborativa en la que los estudiantes integraron geometría, cálculo y color para consolidar la composición artística del mural.

Fuente: Elaboración propia, 2026

Figura 8. Etapa 8 - Resultados: apresentação do mural terminado, produção da revista escolar «Geometria del Arte» com artigos e infografias elaborados por los estudiantes, y sistematización de aprendizajes.





Fuente: Elaboración propia, 2026

3.4 Recursos e Instrumentos de Evaluación

Los recursos utilizados incluyeron regla, compás y graduador; fichas

estructuradas de análisis geométrico; proyector para análisis visual de obras; y materiales de pintura proporcionados por la docente. La evaluación se realizó mediante una rúbrica analítica de cinco criterios -rigor matemático, análisis y argumentación, diseño y creatividad, uso de instrumentos y técnica, y reflexión metacognitiva- socializada con los estudiantes al inicio del proyecto para favorecer la autorregulación del aprendizaje (Zimmerman, 2002).

4 RESULTADOS

4.1 Resultados de la Encuesta Inicial (Línea de Base, n=24)

La encuesta inicial reveló una heterogeneidad motivacional significativa: el 54.2% de los estudiantes declaró un nivel de interés «muy alto» hacia la relación entre matemáticas y arte, mientras que el 41.7% expresó preferencia por los métodos de enseñanza tradicionales. Esta distribución refleja lo que Mezirow (1991) denomina inercia epistemológica, es decir, la resistencia a cambiar los marcos metodológicos con los que el aprendiz ha construido su identidad estudiantil.

En cuanto a la comprensión conceptual de partida, el 54.2% declaró comprensión plena del Teorema de Pitágoras, el 33.3% reconoció dificultades en figuras complejas y el 12.5% reportó dudas fundamentales. Este espectro tripartito permitió identificar tres zonas de desarrollo diferenciadas (Vygotsky, 1978) para el diseño de estrategias de tutoría entre pares. La dimensión más consensuada fue el respaldo al trabajo colaborativo en murales, con el 79.2% considerándolo «más significativo» que el trabajo individual en el aula.

Tabla 1. Síntesis del índice de respuesta favorable - Encuesta inicial (n=24)

Dimensión evaluada	Respuesta predominante	% favorable	Categoría
Interés en la relación matemáticas-arte	Muy alto (a)	54.2%	Alta
Instrumentos geométricos en la precisión	Sí, facilitó mucho (a)	66.7%	Alta
Comprensión del Teorema de Pitágoras	Comprensión plena (a)	54.2%	Alta
Utilidad de semejanza y trigonometría	Muy útil (a)	50.0%	Moderada
Sentimiento ante la exposición pública	Orgulloso/a y motivado/a (a)	62.5%	Alta

Valoración del trabajo colaborativo	Sí, más significativo (a)	79.2%	Muy alta
Evaluación general teoría-práctica	Excelente (a)	54.2%	Alta

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la encuesta inicial del proyecto «Geometría del Arte», Unidad Educativa Sayausí, 2026.

4.2 Resultados de la Encuesta Final (Postest, n=40)

Los datos del postest evidencian un impacto sistemático y consistente de la intervención en todas las dimensiones evaluadas. La experiencia colaborativa en el mural institucional alcanzó el índice de satisfacción más elevado: el 85.0% de los estudiantes la valoró como «Alta» o «Muy alta». La evaluación global del proyecto obtuvo un 72.5% de respuestas favorables, con un 45.0% en el nivel más alto de la escala.

Tabla 2. Índice de satisfacción ponderada - Encuesta final (n=40)

Dimensión evaluada	% Alto + Muy alto	Categoría
Interés en la relación matemática-arte	72.5%	Alta
Satisfacción con instrumentos geométricos	65.0%	Alta
Utilidad de las infografías	57.5%	Moderada-Alta
Experiencia colaborativa en el mural	85.0%	Muy Alta
Evaluación global del proyecto	72.5%	Alta

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la encuesta final del proyecto «Geometría del Arte», Unidad Educativa Sayausí, 2026.

4.3 Transformación Conceptual: Pretest vs. Postest

El hallazgo más relevante del estudio es el patrón de cambio conceptual documentado entre las percepciones de la Matemática antes y después de la intervención. En el pretest, el 100% de las percepciones reportadas corresponden a representaciones negativas o limitantes: la Matemática como materia abstracta (51.1%), difícil y descontextualizada (29.8%) o mecánica (19.1%). En el postest, el 100% de las percepciones son de naturaleza positiva y funcional: la Matemática como lenguaje creativo (54.2%) o como herramienta tangible que trasciende los números (45.8%).

Tabla 3. Transformación en la percepción de la Matemática: comparación pretest-postest

Percepción de la Matemática ANTES (n=47 sel.)	f	%
Como materia abstracta basada en memorizar fórmulas	24	51.1%
Como materia difícil y poco relacionada con la realidad	14	29.8%
Como materia mecánica (seguir procedimientos del docente)	9	19.1%
Percepción de la Matemática DESPUÉS (n=48 sel.)	f	%
Como un lenguaje útil para crear, diseñar e interpretar el entorno	26	54.2%
Como herramienta creativa y tangible, más allá de los números	22	45.8%

Fuente: Elaboración propia. * Varios estudiantes seleccionaron más de una opción en cada instrumento.

4.4 Durabilidad del Aprendizaje y Análisis Cualitativo

El 80.0% de los estudiantes afirmó que el aprendizaje es «definitivamente» más duradero cuando los conceptos geométricos se transforman en productos concretos, y el 20.0% restante consideró que «tal vez, un poco más que antes». Ningún estudiante seleccionó la opción «no necesariamente», lo que indica un consenso completo en la valoración del aprendizaje encarnado (Wilson, 2002), (Lekati, Doukakis, 2022).

El análisis de contenido de las respuestas abiertas (n=37 válidas) permitió identificar cuatro categorías de dificultad reportadas por los estudiantes: (1) aplicación contextualizada de fórmulas, (2) representación gráfica y trazado a escala mural, (3) coordinación del trabajo en equipo, y (4) factores externos como condiciones climáticas. Frente a estas dificultades, los estudiantes reportaron estrategias de autorregulación espontáneas: práctica autónoma, consulta a pares, uso sistemático de la cuadrícula y resiliencia colectiva ante la lluvia que afectó temporalmente el mural.

El análisis semántico de las definiciones libres del vínculo geometría-arte reveló tres marcos conceptuales predominantes: la geometría como estructura del arte («La geometría es la base del arte porque hasta la obra más hermosa tiene sus medidas»), el arte como lenguaje matemático sensible («Las matemáticas nos pueden llevar a un mundo completamente diferente a través del arte»), y la integración como experiencia transformadora («Descubrí que tengo mucha afinidad con el arte ligado a las formas geométricas»).

5 DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos son coherentes con la evidencia acumulada sobre la

eficacia de las metodologías activas e interdisciplinarias en la enseñanza de la matemática. La transformación completa de las percepciones negativas hacia percepciones positivas y funcionales constituye un indicador de cambio conceptual profundo (Posner et al., 1982), en el que las estructuras cognitivas previas son reorganizadas en lugar de meramente ampliadas. Este tipo de cambio es particularmente significativo en el contexto de la enseñanza de la matemática, donde las creencias epistemológicas restrictivas del estudiante constituyen un obstáculo de primer orden (Schoenfeld, 1992).

El alto índice de satisfacción en la dimensión colaborativa (85.0%) valida empíricamente las predicciones de la teoría del aprendizaje cooperativo (Johnson; Johnson, 1994) y confirma que la escala física del mural actúa como catalizador de la interdependencia positiva entre pares. La creación de una obra compartida y visible genera lo que Immordino-Yang (2016) denomina aprendizaje socialmente situado, donde la consolidación de la memoria declarativa se potencia a través de la carga emocional y social de la experiencia. Esto es consistente con los principios del Art Thinking (Acaso; Megías, 2017), que postula que la emoción y el deseo son motores insustituibles del aprendizaje auténtico (Mareschal; Butterworth; Tolmie, 2014).

La distribución bimodal observada en la dimensión de infografías (42.5% «Muy alto» vs. 42.5% «Bueno») señala una tensión pedagógica relevante: la comunicación escrita de procesos matemáticos requiere un andamiaje instruccional más denso que la producción visual. Este hallazgo es consistente con el modelo de carga cognitiva (Sweller, 1988), que predice que la demanda simultánea de competencia matemática y competencia editorial puede superar la capacidad de la memoria de trabajo de algunos estudiantes, especialmente en ausencia de ejemplos previos suficientes.

La participación voluntaria de los estudiantes en jornadas extracurriculares - incluyendo sábados y horarios extendidos- constituye un indicador conductual de motivación intrínseca genuina (Ryan; Deci, 2000) que trasciende lo que puede capturarse mediante cuestionarios de autopercepción. La resiliencia demostrada ante factores adversos -lluvia, sabotaje externo al mural- evidencia el desarrollo de competencias de autorregulación (Zimmerman, 2002) que difícilmente emergen en contextos de enseñanza expositiva.

6 CONCLUSIONES

El proyecto «Geometría del Arte» demuestra que la integración interdisciplinaria entre matemáticas, arte e inglés, articulada a través de la producción de artefactos culturales concretos y públicamente visibles, constituye una estrategia pedagógica eficaz para transformar la relación de los estudiantes con el conocimiento geométrico. Los hallazgos más relevantes de la intervención son:

En primer lugar, el 100% de las percepciones negativas de la Matemática registradas en el diagnóstico inicial migraron hacia percepciones positivas y funcionales al término del proyecto. Este cambio conceptual profundo no es atribuible a modificaciones en el currículo formal, sino a la recontextualización del aprendizaje matemático en una experiencia estética y social significativa.

En segundo lugar, la dimensión colaborativa del mural institucional generó el mayor índice de satisfacción de toda la intervención (85.0%), validando la creación de zonas de desarrollo próximo colectivas como estrategia de enseñanza en grupos heterogéneos.

En tercer lugar, el 80.0% de los estudiantes reconoce que el aprendizaje mediado por productos concretos es más duradero, confirmando empíricamente los postulados del aprendizaje encarnado y del efecto de producción.

Las áreas de mejora identificadas -mayor andamiaje para la producción editorial de infografías, práctica guiada extendida con instrumentos geométricos, y mejora en la gestión del trabajo colaborativo- constituyen insumos directos para el refinamiento de futuras implementaciones del proyecto y para la generalización de sus principios a otros contextos de enseñanza de la matemática.

A nivel institucional, el proyecto ha generado un impacto visible y perdurable: la transformación de un espacio deteriorado en un mural geométrico de aprendizaje constituye una evidencia tangible de que las matemáticas pueden diseñarse, construirse y habitarse. Este impacto trasciende el aula y contribuye a la identidad colectiva de la comunidad educativa, en plena coherencia con el ODS 4 (Educación de Calidad) y el ODS 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles).

REFERÊNCIAS

ACASO, M.; MEGÍAS, C. **Art thinking: cómo el arte puede transformar la educación**. Barcelona: Paidós, 2017.

AFIFAH, A. et al. Impact Analysis of Geometric Problem Solving on Student Mathematical Creativity in Early Grades. **Child Education Journal**, Surabaya, v. 7, n. 1, 2025. DOI: [DOI do artigo]. Disponível em: <https://journal2.unusa.ac.id/index.php/CEJ/article/view/8424>. Acesso em: 29 jun. 2026.

AUSUBEL, D. P. **Adquisición y retención del conocimiento**. Barcelona: Paidós, 2002.

BACHELARD, G. **La formation de l'esprit scientifique**. Paris: Vrin, 1938.

BANDURA, A. **Self-efficacy: the exercise of control**. New York: Freeman, 1997.

BLOOM, B. S. Learning for mastery. **Evaluation Comment**, v. 1, n. 2, p. 1–12, 1968.

BRUNER, J. **Toward a theory of instruction**. Cambridge: Harvard University Press, 1966.

CANTILLO-RUDAS, B.; RODRÍGUEZ-NIETO, C.; FONT MOLL, V.; RODRÍGUEZ-VÁSQUEZ, F. Mathematical and neuro-mathematical connections activated by a teacher and his student in the geometric problems-solving: A view of networking of theories. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 20, n. 10, e2522, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.29333/ejmste/15470>. Acesso em: 29 jun. 2026.

- DEWEY, J. **Experience and education**. New York: Macmillan, 1938.
- ELLIOT, J. **Action research for educational change**. Buckingham: Open University Press, 1991.
- FREUDENTHAL, H. **Revisiting mathematics education**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1991.
- IMMORDINO-YANG, M. H. **Emotions, learning, and the brain**. New York: W. W. Norton, 2016.
- JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T. **Learning together and alone**. Boston: Allyn & Bacon, 1994.
- KERSCHER-FRANCO, Mônica Maria; FLORES, Cláudia Regina. Geometry in Art? Scenes of a Colonisation of the Look and the Thinking in Mathematics Education. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 24, n. 8, p. 42–68, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.7144>. Acesso em: 29 jun. 2026.
- KOLB, D. A. **Experiential learning: experience as the source of learning and development**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1984.
- KRAJCIK, J.; SHIN, N. Project-based learning. In: SAWYER, R. K. (org.). **The Cambridge handbook of the learning sciences**. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2014. p. 275–297.
- LEKATI, E.; DOUKAKIS, S. Neuroeducation and Mathematics: The Formation of New Educational Practices. In: VLAMOS, P. (ed.). **GeNeDis 2022**. Cham: Springer, 2023. p. 91–96. (Advances in Experimental Medicine and Biology, v. 1424). DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-31982-2_10.
- MACLEOD, C. M. et al. The production effect: delineation of a phenomenon. **Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition**, v. 36, n. 3, p. 671–685, 2010.
- MARCHAK, D.; SHVARTS-SEREBRO, I.; BLONDER, R. Crafting molecular geometries: implications of neuro-pedagogy for teaching chemical content. **Journal of Chemical Education**, v. 98, n. 4, p. 1321–1327, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00306>.
- MARESCHAL, D.; BUTTERWORTH, B.; TOLMIE, A. (ed.). **Educational Neuroscience**. Chichester: John Wiley & Sons, 2014. p. 297–316.
- MEZIROW, J. **Transformative dimensions of adult learning**. San Francisco: Jossey-Bass, 1991.
- POSNER, G. J.; STRIKE, K. A.; HEWSON, P. W.; GERTZOG, W. A. Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. **Science Education**, v. 66, n. 2, p. 211–227, 1982.

RYAN, R. M.; DECI, E. L. Intrinsic and extrinsic motivations: classic definitions and new directions. **Contemporary Educational Psychology**, v. 25, n. 1, p. 54–67, 2000.

SCHOENFELD, A. H. Learning to think mathematically. In: GROUWS, D. A. (org.). **Handbook of research on mathematics teaching and learning**. New York: Macmillan, 1992. p. 334–370.

SWELLER, J. Cognitive load during problem solving: effects on learning. **Cognitive Science**, v. 12, n. 2, p. 257–285, 1988.

TSIOURI, E. Teaching Geometry and Painting: A Path to Integrating Art and Mathematics. **European Journal of Education Studies**, [S.l.], v. 12, n. 4, mar. 2025. ISSN 25011111. Disponível em: <https://oapub.org/edu/index.php/ejes/article/view/5879>. Acesso em: 29 jun. 2026. DOI: <http://dx.doi.org/10.46827/ejes.v12i4.5879>.

VYGOTSKY, L. S. **Mind in society: the development of higher psychological processes**. Cambridge: Harvard University Press, 1978.

WERTSCH, J. V. **Voices of the mind: a sociocultural approach to mediated action**. Cambridge: Harvard University Press, 1991.

WILSON, M. Six views of embodied cognition. **Psychonomic Bulletin & Review**, v. 9, n. 4, p. 625–636, 2002.

ZIMMERMAN, B. J. Becoming a self-regulated learner: an overview. **Theory Into Practice**, v. 41, n. 2, p. 64–70, 2002.