

Incidencia de la educación artística en el pensamiento abstracto-matemático de estudiantes de secundaria de Lima

Impact of artistic education on the abstract-mathematical thinking of high school students in Lima

 Jorge Armando Dávila Rocca ¹

¹ Universidad de Lima.
Lima, Perú. Lima, Perú.
Correo:
jadavila@ulima.edu.pe

Cómo citar: Dávila Rocca, J. A. (2026). Incidencia de la educación artística en el pensamiento abstracto-matemático de estudiantes de secundaria de Lima. *Revista de Educación Simón Rodríguez*, 6(12), 1-14. <https://doi.org/10.62319/simonrodriguez.v.6i12.204>

Resumen

Introducción: La educación artística favorece el desarrollo de procesos cognitivos superiores que pueden transferirse a diversos campos del aprendizaje escolar, incluyendo el razonamiento matemático y la capacidad de abstracción. **Objetivo:** Determinar la incidencia de la educación artística en el desarrollo del pensamiento abstracto-matemático en estudiantes del nivel de educación secundaria de la Institución Educativa Privada Villa Caritas, Perú. **Metodología:** Se desarrolló una investigación con enfoque cuantitativo, alcance explicativo y diseño cuasi-experimental. La muestra estuvo conformada por 60 estudiantes distribuidos en grupo control y grupo experimental. Se aplicó un cuestionario de 20 ítems para evaluar el desarrollo del pensamiento abstracto-matemático antes y después de la intervención educativa. **Resultados:** Los resultados evidenciaron mejoras significativas en el grupo experimental, que alcanzó una media postest de 17,77 frente a 13,63 del grupo control, representando un incremento del 44,5 % respecto a su línea base. Asimismo, se identificaron diferencias estadísticamente significativas en las dimensiones de deducción, análisis, síntesis e interpretación, evidenciando que la intervención artística favoreció habilidades cognitivas relacionadas con el razonamiento matemático. **Conclusiones:** La educación artística incide positiva y significativamente en el desarrollo del pensamiento abstracto-matemático en estudiantes de secundaria. Su incorporación como estrategia pedagógica contribuye al fortalecimiento de habilidades cognitivas superiores y constituye una alternativa pertinente para enriquecer los procesos de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas.

Palabras clave: Educación artística; Educación secundaria; Enseñanza de las matemáticas; Pensamiento abstracto; Procesos cognitivos

Abstract

Introduction: Arts education fosters the development of higher-order cognitive processes that can be transferred to various fields of school learning, including mathematical reasoning and the capacity for abstraction. **Objective:** To determine the impact of arts education on the development of abstract-mathematical thinking among secondary school students at the Villa Caritas Private Educational Institution in Peru. **Methodology:** A quantitative study was conducted with an explanatory scope and a quasi-experimental design. The sample consisted of 60 students divided into a control group and an experimental group. A 20-item questionnaire was administered to assess the development of abstract-mathematical thinking before and after the educational intervention. **Results:** The findings showed significant improvements in the

experimental group, which achieved a post-test mean of 17.77 compared to 13.63 in the control group, representing a 44.5% increase relative to the baseline. Furthermore, statistically significant differences were identified in the dimensions of deduction, analysis, synthesis, and interpretation, demonstrating that the artistic intervention fostered cognitive skills related to mathematical reasoning. **Conclusions:** Arts education has a significant positive influence on the development of abstract-mathematical thinking in secondary students. Its incorporation as a pedagogical strategy contributes to strengthening higher-order cognitive skills and represents a relevant alternative for enriching mathematics teaching-learning processes.

Keywords: Art education; Secondary education; Mathematics teaching; Abstract thinking; Cognitive processes

Introducción

Desde una perspectiva neurocognitiva, la adolescencia constituye una etapa decisiva para la afirmación del pensamiento abstracto, en tanto la corteza prefrontal rostralateral atraviesa un proceso de maduración que sostiene el razonamiento superior, la planificación y el control cognitivo en los jóvenes escolarizados (Tervo et al., 2023). Esta trayectoria madurativa habilita nuevas capacidades para construir significados abstractos que modulan dimensiones cognitivas y socioemocionales, las cuales se enlazan con mayor memoria de trabajo, funcionamiento ejecutivo y creatividad en adolescentes de contextos educativos diversos (Gotlieb et al., 2024). En sintonía con lo anterior, los procesos de toma de decisiones adolescente evidencian la maduración asincrónica de redes cerebrales implicadas en la percepción del riesgo y el control cognitivo, lo cual vuelve a los jóvenes sensibles a entornos educativos enriquecidos que estimulan el desarrollo cognitivo de los estudiantes (Cerniglia y Di Pomponio, 2024).

En relación con lo anterior, la educación artística ofrece experiencias pedagógicas que activan procesos cognitivos superiores transferibles al aprendizaje escolar, en tanto las prácticas artísticas extraescolares promueven la literacidad, el razonamiento simbólico, la planificación y la agencia creativa de los jóvenes en programas estructurados (Halverson et al., 2023). Estas experiencias aportan formas distintivas de conocimiento y cognición que otros aprendizajes no logran replicar, incluido el cultivo del pensamiento abstracto, la imaginación productiva y la metacognición necesarias para construir significados complejos en contextos educativos de distinta índole y nivel (Thomson, 2025). De igual modo, los programas de educación artística fortalecen el pensamiento crítico y el razonamiento divergente, capacidades que inciden de modo directo en el desempeño académico de los estudiantes en disciplinas de alta exigencia cognitiva como las matemáticas (Li y Qi, 2025).

En línea con lo mencionado, la combinación entre arte y matemáticas cobra particular relevancia para el desarrollo del pensamiento abstracto-matemático, pues las representaciones visuales interactivas facilitan la transición entre los niveles concreto, pictórico y abstracto del razonamiento geométrico en estudiantes de educación primaria y secundaria (Žakelj y Klančar, 2022). A este aspecto se une que las herramientas de visualización espacial como entornos virtuales, modelado tridimensional y realidad aumentada potencian el razonamiento espacial, habilidad cognitiva clave para la comprensión de conceptos matemáticos abstractos en alumnos de distintos niveles educativos y contextos de aprendizaje (Medina et al., 2024). Como complemento, la

incorporación de las artes visuales en la enseñanza de esta materia permite a los escolares explorar ideas matemáticas de modo imaginativo y fortalece la relación entre visualización, patrones y razonamiento abstracto, lo cual enriquece la construcción de su conocimiento matemático escolar (Sylviani et al., 2024).

En otro orden de ideas, los enfoques STEAM modulan ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas mediante aprendizaje activo, recursos tecnológicos e indagación sistemática, lo cual conforma intervenciones exitosas que favorecen el pensamiento abstracto-matemático y la creatividad en estudiantes de secundaria (Martín et al., 2024). En este mismo sentido, la educación STEAM modula la dimensión artística con la ciencia y las matemáticas para desarrollar habilidades del siglo XXI, incluida la resolución de problemas complejos y el razonamiento abstracto en contextos escolares diversos y desafiantes para los docentes (Yulianti et al., 2024). Bajo este enfoque teórico, la integración artística promueve el diálogo, el pensamiento creativo y la transferencia cognitiva entre disciplinas, lo cual exige marcos para evaluar su incidencia en habilidades de pensamiento superior y en el rendimiento matemático de los alumnos (Yim et al., 2025).

Ante este panorama, en la Institución Educativa Privada Villa Caritas de Lima, en Perú se observa un bajo desarrollo del pensamiento abstracto-matemático en estudiantes de quinto grado de secundaria, situación atribuida al predominio de métodos tradicionales centrados en la memorización y la aplicación mecánica de fórmulas. Las causas posibles incluyen la escasa utilización de herramientas pedagógicas innovadoras, la limitada relación entre disciplinas y la poca presencia de experiencias artísticas en el currículo matemático. La situación ideal requiere estrategias didácticas que abarquen el arte como mediador cognitivo para fortalecer la deducción, el análisis, la síntesis y la interpretación. La investigación aborda esta realidad mediante un programa de educación artística aplicado al aula de matemáticas. Así, se plantea como pregunta: ¿cuál es la incidencia de la educación artística en el desarrollo del pensamiento abstracto-matemático en alumnos de secundaria de la Institución Educativa Privada Villa Caritas?

Derivado de lo anterior, un estudio en este sentido contribuye a fundamentar con evidencia el valor de la educación artística como mediador del aprendizaje matemático en secundaria, ámbito poco explorado en el contexto peruano. La importancia radica en ofrecer evidencia rigurosa sobre cómo las disciplinas artísticas potencian capacidades cognitivas transversales como la deducción, la síntesis, la interpretación y el análisis, fundamentales para el razonamiento matemático abstracto. Sumado a esto, los resultados podrían orientar decisiones curriculares y prácticas docentes innovadoras en instituciones con recursos limitados. En virtud de ello, la presente investigación tuvo como objetivo determinar la incidencia de la educación artística en el desarrollo del pensamiento abstracto-matemático en estudiantes del nivel de educación secundaria de la Institución Educativa Privada Villa Caritas, Perú.

Método

La investigación adoptó un enfoque cuantitativo de tipo aplicada con nivel explicativo al buscar establecer relaciones causales entre la variable independiente educación artística y la variable dependiente pensamiento abstracto-matemático mediante la manipulación intencional de un programa pedagógico. El diseño correspondió a un modelo cuasi-experimental longitudinal con grupo control y grupo experimental, lo cual permitió comparar los resultados antes y después de la intervención sin requerir asignación aleatoria

de los participantes. Este diseño resulta pertinente para contextos educativos reales donde la asignación aleatoria resulta inviable por razones éticas y logísticas. La elección de este enfoque se fundamentó en la necesidad de cuantificar la incidencia de la educación artística con rigor estadístico, controlar las condiciones iniciales mediante pretest y atribuir las diferencias observadas en el postest al efecto del programa implementado en el aula.

En cuanto a la población y muestra, la población estuvo conformada por 70 estudiantes de quinto grado de secundaria de la Institución Educativa Privada Villa Caritas del distrito de La Molina, Lima, en Perú. Los criterios de inclusión exigieron pertenecer al quinto grado, estar inscritos en el curso de matemáticas durante el período del estudio y contar con consentimiento informado firmado por los alumnos y sus tutores legales. Se excluyeron aquellos con necesidades educativas especiales no atendidas y aquellos con asistencia irregular. La muestra se calculó mediante la fórmula para poblaciones finitas con nivel de confianza del 95 % y error del 5 %, lo cual arrojó 60 participantes distribuidos en dos secciones de 30 escolares cada una, donde una fue el grupo experimental y otra el grupo control. Ambos grupos presentaron características comparables en términos demográficos y nivel educativo, con edades entre 15 y 16 años y predominio de participantes de sexo femenino.

En lo que respecta al instrumento, se utilizó un cuestionario de 20 ítems de opción múltiple, diseñado para evaluar el nivel de desarrollo del pensamiento abstracto-matemático en sus cuatro dimensiones: deducción, análisis, síntesis e interpretación, con cinco ítems por dimensión. Cada ítem se calificó con un punto, para un puntaje máximo de 20 puntos. La validez del instrumento se verificó mediante juicio de expertos, quienes evaluaron la claridad, coherencia y pertinencia de los ítems, y aportaron observaciones que permitieron ajustar la redacción y la distribución de las alternativas. La confiabilidad se estimó mediante el coeficiente alfa de Cronbach, el cual arrojó un valor aceptable. El instrumento se aplicó en dos momentos: como pretest antes de la intervención y como postest al concluir el semestre, con idénticas condiciones de administración en ambos casos para garantizar la comparabilidad de los datos obtenidos.

En relación con el procedimiento, el estudio se desarrolló en tres fases. En la primera fase, se obtuvo la autorización institucional y los consentimientos informados, se asignaron los grupos y se aplicó el pretest a ambas secciones en condiciones estandarizadas de tiempo y espacio. En la segunda fase, se implementó el programa «Arte y Matemática: Pensar con los Sentidos» con el grupo experimental durante un semestre académico, mediante 16 sesiones de 90 minutos organizadas en cuatro bloques temáticos: artes visuales y análisis, música y deducción, expresión corporal y síntesis, danza e interpretación. El grupo control continuó con la enseñanza tradicional de las matemáticas. En la tercera fase, se aplicó el postest a ambos grupos con el mismo instrumento y las mismas condiciones del pretest. Los datos se recolectaron de forma presencial en las instalaciones de la institución educativa.

En el plano ético, el estudio se desarrolló conforme a los principios de la Declaración de Helsinki y las normas internacionales de investigación con seres humanos. Se obtuvo la aprobación de las autoridades institucionales y el consentimiento informado por escrito de los estudiantes y sus tutores legales, en el cual se explicaron los objetivos, procedimientos, riesgos y beneficios de la participación. Se garantizó la confidencialidad de los datos mediante la codificación de los participantes y el almacenamiento seguro de la información. La participación fue voluntaria y los alumnos pudieron retirarse del estudio

en cualquier momento sin consecuencia académica. La intervención no generó riesgos físicos ni psicológicos para los participantes, en tanto consistió en actividades pedagógicas habituales del currículo de educación artística adaptadas al aprendizaje matemático, bajo la supervisión del docente investigador y del personal docente de la institución.

En cuanto al análisis estadístico, el procesamiento se realizó con el programa SPSS versión 26. En una primera etapa, se calcularon medidas de tendencia central y dispersión para ambas muestras. Se verificaron los supuestos de normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk, dado el tamaño muestral, y la homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene. Para contrastar la equivalencia inicial de los grupos, se aplicó la prueba *t* de Student para muestras independientes sobre los puntajes del pretest. Para evaluar la incidencia del programa, se aplicó la prueba *t* de Student bilateral para muestras independientes sobre los puntajes del posttest en el total y en cada dimensión. El nivel de significación aceptado fue de 0.05. Se reportaron los valores de *t*, grados de libertad, valor *p*, diferencia de medias e intervalos de confianza al 95% para todas las pruebas.

Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la investigación sobre la incidencia de la educación artística en el pensamiento abstracto-matemático de estudiantes de quinto grado de secundaria de la Institución Educativa Privada Villa Caritas. Los hallazgos se organizan en torno a cinco elementos que dan cuenta del proceso de contrastación: las estadísticas descriptivas del pretest que verifican la equivalencia inicial de los grupos, las pruebas de normalidad y homogeneidad de varianzas que sustentan la elección de las pruebas inferenciales, las estadísticas descriptivas del posttest que reflejan las diferencias tras la intervención, los resultados de las pruebas *t* de Student que confirman la significancia estadística de las diferencias, y la comparación de las ganancias pretest-posttest que dimensiona el efecto del programa.

Como punto de partida, la Tabla 1 presenta las estadísticas descriptivas del pretest para ambos grupos en las cuatro dimensiones evaluadas y el puntaje total. Esta tabla contiene las medias y desviaciones estándar del grupo experimental y del grupo control antes de la intervención, lo cual permite examinar las condiciones de partida de ambos grupos y constatar su equivalencia inicial. Las dimensiones incluidas corresponden a las cuatro capacidades del pensamiento abstracto-matemático: deducción, análisis, síntesis e interpretación, además del puntaje total sobre una escala de 0 a 20 puntos. La inspección de estos datos resulta necesaria para asegurar que las diferencias observadas en el posttest puedan atribuirse al efecto del programa y no a diferencias preexistentes entre los grupos de estudio comparados.

Tabla 1. Estadísticas descriptivas del pretest por grupo y dimensión.

Dimensión	Grupo	Media	Desv. estándar	Error estándar
Deducción	Experimental	2.87	0.94	0.17
	Control	2.87	1.07	0.20
Análisis	Experimental	3.23	0.97	0.18
	Control	3.17	0.95	0.17
Síntesis	Experimental	3.00	0.91	0.17
	Control	3.03	0.93	0.17
Interpretación	Experimental	3.20	0.85	0.15
	Control	3.07	1.11	0.20
Total	Experimental	12.30	1.42	0.26

Dimensión	Grupo	Media	Desv. estándar	Error estándar
	Control	12.13	1.89	0.34

Los resultados descritos en la Tabla 1 indican que ambos grupos partieron de condiciones similares en todas las dimensiones evaluadas. En la dimensión deducción, las medias resultaron idénticas para ambos grupos, lo cual indica un punto de partida equivalente. En análisis, síntesis e interpretación, las diferencias entre las medias fueron marginales y no superaron los 0.17 puntos. En términos generales, el promedio total del pretest fue de 12.30 para el grupo experimental y 12.13 para el grupo control, una diferencia de apenas 0.17 puntos sobre la escala total de 20. Esta similitud en los puntajes iniciales constituye un requisito para la validez interna del diseño cuasi-experimental, en tanto permite atribuir las diferencias posteriores al efecto del programa. La dispersión de los datos, medida por la desviación estándar, resultó comparable entre ambos grupos en todas las dimensiones.

En esta línea, la Tabla 2 reúne los resultados de las pruebas de normalidad y homogeneidad de varianzas aplicadas a los puntajes del pretest. Esta tabla contiene los estadísticos de la prueba de Shapiro-Wilk para ambos grupos y los resultados de la prueba de Levene sobre la igualdad de varianzas. La verificación de estos supuestos resulta necesaria para justificar la elección de la prueba *t* de Student como prueba inferencial adecuada para la comparación de medias entre grupos independientes. La prueba de Shapiro-Wilk se seleccionó por su mayor potencia en muestras pequeñas, en tanto la prueba de Levene permite decidir entre la versión paramétrica estándar y la versión con corrección de Welch según la igualdad de varianzas. El cumplimiento de estos supuestos valida el uso posterior de pruebas paramétricas en el análisis inferencial del estudio.

Tabla 2. Pruebas de normalidad y homogeneidad de varianzas del pretest.

Prueba	Grupo	Estadístico	gl	Significación	Interpretación
Shapiro-Wilk	Experimental	0.953	30	0.198	Distribución normal
	Control	0.956	30	0.239	Distribución normal
Levene	Ambos grupos	0.893	1; 58	0.349	Varianzas iguales

Como se aprecia en la Tabla 2, los resultados de la prueba de Shapiro-Wilk arrojaron valores de significación superiores a 0.05 para ambos grupos ($p=0.198$ para el experimental y $p=0.239$ para el control), lo cual indica que los puntajes del pretest siguen una distribución normal. De igual forma, la prueba de Levene mostró un valor de $p=0.349$, superior al umbral de 0.05, lo cual confirma la homogeneidad de varianzas entre ambos grupos. El cumplimiento conjunto de los supuestos de independencia, normalidad y homocedasticidad justifica el uso de la prueba *t* de Student para muestras independientes en su versión paramétrica estándar. La aplicación de esta prueba sobre los puntajes del pretest arrojó un valor de $t=-0.290$ con 58 grados de libertad y $p=0.773$, lo cual confirma la ausencia de diferencias significativas entre los grupos antes de la intervención.

Sumado a lo anterior, la Tabla 3 muestra las estadísticas descriptivas del posttest para ambos grupos en las cuatro dimensiones y el puntaje total. Esta tabla contiene las medias y desviaciones estándar obtenidas por el grupo experimental y el grupo control después de la implementación del programa de educación artística. Los datos permiten contrastar el desempeño de ambos grupos tras la intervención y observar el patrón de diferencias en cada dimensión del pensamiento abstracto-matemático. La comparación con las

estadísticas del pretest posibilita dimensionar la magnitud del cambio atribuible al programa.

Tabla 3. Estadísticas descriptivas del postest por grupo y dimensión.

Dimensión	Grupo	Media	Desv. estándar	Error estándar
Deducción	Experimental	4.17	0.70	0.13
	Control	3.43	0.68	0.12
Análisis	Experimental	4.33	0.48	0.09
	Control	3.57	0.63	0.11
Síntesis	Experimental	4.43	0.50	0.09
	Control	3.27	0.69	0.13
Interpretación	Experimental	4.83	0.38	0.07
	Control	3.37	0.85	0.16
Total	Experimental	17.77	1.31	0.24
	Control	13.63	1.40	0.26

Los resultados descritos en la Tabla 3 evidencian un cambio notable en el desempeño del grupo experimental tras la intervención. En el puntaje total, el grupo experimental alcanzó una media de 17.77 frente a 13.63 del grupo control, una diferencia de 4.14 puntos sobre la escala de 20. Por dimensiones, la ventaja del grupo experimental resultó en particular marcada en interpretación, con una diferencia de 1.46 puntos, seguida de síntesis con 1.16 puntos. En análisis y deducción las diferencias fueron más moderadas, pero de igual manera favorables al grupo experimental. Resulta significativo destacar la menor dispersión del grupo experimental en el postest, en particular en interpretación, donde la desviación estándar descendió a 0.38, lo cual denota un efecto homogeneizador del programa sobre el desempeño del grupo en su conjunto.

Por otro lado, la Tabla 4 reúne los resultados de las pruebas *t* de Student aplicadas a los puntajes del postest para cada dimensión y el puntaje total. Esta tabla contiene los valores de *t*, los grados de libertad, el nivel de significación bilateral, la diferencia de medias, el error estándar y los intervalos de confianza al 95%. Estos estadísticos permiten determinar si las diferencias observadas entre el grupo experimental y el grupo control en el postest alcanzan significancia estadística, lo cual constituye el criterio principal para aceptar o rechazar las hipótesis del estudio. La prueba se aplicó con hipótesis bilateral y nivel de significación de 0.05, bajo el supuesto de varianzas iguales verificado en la prueba de Levene del pretest.

Tabla 4. Resultados de la prueba *t* de Student para el postest por dimensión.

Dimensión	<i>t</i>	<i>gl</i>	<i>p</i> (bilateral)	Dif. medias	IC 95% inf.	IC 95% sup.
Deducción	4.122	58	0.000	0.73	0.38	1.09
Análisis	5.325	58	0.000	0.77	0.48	1.06
Síntesis	7.468	58	0.000	1.17	0.85	1.48
Interpretación	8.629	58	0.000	1.47	1.13	1.81
Total	11.823	58	0.000	4.13	3.43	4.83

Como se puede apreciar en la Tabla 4, todas las pruebas *t* arrojaron valores de significación inferiores a 0.001, lo cual permite rechazar la hipótesis nula de igualdad de medias en todas las dimensiones y en el puntaje total. El estadístico *t* más alto correspondió al puntaje total ($t=11.823$), seguido de interpretación ($t=8.629$) y síntesis ($t=7.468$), lo cual confirma que estas dimensiones concentraron el mayor efecto del programa. En análisis ($t=5.325$) y deducción ($t=4.122$) las diferencias resultaron significativas, pero de menor magnitud, lo cual refleja que estas capacidades se benefician del programa en menor grado. Los intervalos de confianza al 95% no incluyeron el valor cero en ningún caso, lo cual refuerza la robustez estadística de los resultados y permite atribuir las diferencias al efecto del programa con un margen de error controlado.

En otro aspecto, la Tabla 5 sintetiza la comparación de las ganancias pretest-postest para ambos grupos en cada dimensión y el puntaje total. Esta tabla contiene las medias del pretest y postest, la ganancia absoluta y el porcentaje de mejora para cada grupo. Estos cálculos permiten dimensionar el efecto del programa en términos de progreso relativo al punto de partida de cada grupo, lo cual ofrece una perspectiva complementaria a la simple comparación de medias del postest. La magnitud de las ganancias permite comparar el efecto del programa de educación artística frente al efecto de la instrucción tradicional sobre el desarrollo del pensamiento abstracto-matemático durante el mismo período académico en ambos grupos.

Tabla 5. Comparación de ganancias pretest-postest por grupo y dimensión.

Dimensión	Grupo	Pretest	Postest	Ganancia	% mejora
Deducción	Experimental	2.87	4.17	1.30	45.3
	Control	2.87	3.43	0.56	19.5
Análisis	Experimental	3.23	4.33	1.10	34.1
	Control	3.17	3.57	0.40	12.6
Síntesis	Experimental	3.00	4.43	1.43	47.7
	Control	3.03	3.27	0.24	7.9
Interpretación	Experimental	3.20	4.83	1.63	50.9
	Control	3.07	3.37	0.30	9.8
Total	Experimental	12.30	17.77	5.47	44.5
	Control	12.13	13.63	1.50	12.4

Nota: Ganancia = Postest – Pretest. % mejora = (Ganancia / Pretest) $\times$ 100.

Los resultados que se exhiben en la Tabla 5 indican que el grupo experimental tuvo ganancias superiores al grupo control en todas las dimensiones evaluadas. En el puntaje total, el grupo experimental mejoró 5.47 puntos, equivalente a un 44.5 % sobre su línea base, frente a los 1.50 puntos y 12.4 % del grupo control, lo cual representa un progreso de casi 3.6 veces mayor. Por dimensiones, interpretación mostró la mayor ganancia porcentual en el grupo experimental (50.9 %), seguida de síntesis (47.7 %) y deducción (45.3 %). Resulta notable que en síntesis el grupo control mostró la menor ganancia (7.9 %), lo cual denota que la instrucción tradicional resulta en particular insuficiente para desarrollar la capacidad de incorporar y reorganizar información. Estas cifras confirman el efecto diferencial del programa sobre el desarrollo del pensamiento abstracto-matemático.

Discusión

El resultado principal de la investigación, consistente en una incidencia significativa y positiva de la educación artística sobre el pensamiento abstracto-matemático ($t=11.823$, $p<0.001$, mejora del 44.5 % en el grupo experimental frente al 12.4 % del control), concuerda con la evidencia sintetizada por [Chen et al. \(2025\)](#), donde en el meta-análisis de 124 estudios confirma efectos positivos y significativos de la educación STEM integrada sobre el rendimiento académico de estudiantes K-12. En igual dirección, [Rijken y Fraser \(2024\)](#) reportan que los enfoques interdisciplinarios activos basados en proyectos producen mejoras significativas en el disfrute, la autoeficacia y el rendimiento matemático de alumnos de secundaria. [Bairy e Inamdar \(2026\)](#) sustentan esta correspondencia al evidenciar que la integración interdisciplinar del arte cataliza el aprendizaje matemático significativo y el pensamiento crítico en escolares de secundaria. Estos estudios respaldan la magnitud del efecto observado.

En cuanto a la dimensión deducción, la diferencia significativa a favor del grupo experimental (4.17 frente a 3.43, $t=4.122$, $p<0.001$) coincide con los resultados de [Weigand et al. \(2025\)](#), cuya revisión sistemática evidencia que el empleo de herramientas visuales y dinámicas fortalece el razonamiento demostrativo y la capacidad de probar en estudiantes de secundaria. [Lehmann y Friend \(2025\)](#) reafirman esta coincidencia al identificar que las tareas que modulan representaciones múltiples potencian la construcción de argumentos deductivos válidos en matemáticas. [Wang, X. S., et al. \(2026\)](#) aportan evidencia complementaria al demostrar que las experiencias artísticas cultivan habilidades analíticas superiores como la argumentación, la evaluación de evidencia y la inferencia, transferibles al razonamiento deductivo matemático. Estos estudios respaldan la mejora observada en la dimensión de deducción del grupo experimental tras la intervención del programa.

En lo que respecta a la dimensión análisis, el grupo experimental superó al control (4.33 frente a 3.57, $t=5.325$, $p<0.001$), resultado que armoniza con [Wang, L., et al. \(2024\)](#), quienes demostraron que un currículo matemático complementado con realidad aumentada produce mejoras significativas en habilidades de visualización espacial. [Apsari y Abrahamson \(2024\)](#) sustentan esta coincidencia al evidenciar que el empleo de la danza en la enseñanza de la geometría facilita la abstracción de líneas auxiliares y transformaciones geométricas. [Suherman et al. \(2025\)](#) refuerzan el resultado al reportar mejoras significativas en el pensamiento creativo y computacional de estudiantes de secundaria tras una intervención STEM. Estos estudios confirman que las actividades artísticas que demandan análisis visual y espacial fortalecen la capacidad de descomponer totalidades en partes y reconocer patrones estructurales en el razonamiento matemático de los alumnos.

En relación con la dimensión síntesis, el grupo experimental alcanzó 4.43 frente a 3.27 del control ($t=7.468$, $p<0.001$), diferencia que concuerda con [Azaryahu et al. \(2023\)](#), cuyo estudio experimental demostró que el empleo de música en la enseñanza de patrones matemáticos promueve el pensamiento sintético-creativo en estudiantes. [Guridi et al. \(2026\)](#) refuerzan esta correspondencia al evidenciar, mediante una revisión sistemática, que las intervenciones que modulan arte con ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas potencian la creatividad y la capacidad de síntesis multidimensional en alumnos de secundaria. Ambos estudios respaldan la mejora observada y denotan que las actividades artísticas, al demandar la organización y composición de elementos diversos en una obra coherente, activan de modo eficaz los procesos cognitivos de integración y reorganización conceptual necesarios para la síntesis matemática en adolescentes.

De igual modo, la dimensión interpretación registró la mayor diferencia entre ambos grupos (4.83 frente a 3.37, $t=8.629$, $p<0.001$), resultado que coincide con Wang, Y., et al. (2024), cuyo meta-análisis de 23 estudios evidencia un efecto positivo y significativo de la integración musical sobre el rendimiento matemático, con efectos sostenidos en interpretación de patrones y codificación simbólica. Indiyarti et al. (2025) sustentan esta coincidencia al demostrar que los enfoques multicontextuales que modulan elementos artístico-culturales potencian la comprensión simbólica y la interpretación de significados en matemáticas. Ambos estudios confirman que las actividades artísticas entrenan la capacidad de lectura simbólica y atribución de sentido, lo cual explica por qué esta dimensión concentró el mayor efecto del programa sobre el pensamiento abstracto-matemático de los estudiantes del grupo experimental.

Otro elemento importante del estudio radica en la menor dispersión del grupo experimental en el postest ($DE=1.31$ frente a $DE=1.40$ del control), patrón que concuerda con Sutherland et al. (2023), quienes evidencian que las intervenciones estructuradas tienden a reducir la variabilidad intra-grupal del rendimiento matemático, con efectos más uniformes cuando la instrucción es consistente. Mackin y Shifrer (2022) aportan evidencia complementaria al demostrar una asociación positiva entre la toma de cursos de arte y el rendimiento en matemáticas en escuelas secundarias, aunque advierten sobre patrones de equidad en el acceso a la educación artística. La reducción de la dispersión observada indica que el programa elevó el promedio del grupo experimental y contribuyó a asemejar el desempeño, lo cual reduce la diferencia entre estudiantes de menor y mayor rendimiento inicial en el aula.

En lo que concierne al contexto latinoamericano, los resultados del estudio se inscriben en la tendencia regional identificada por Salas (2024), cuya revisión sistemática de 18 artículos evidencia un crecimiento sostenido de iniciativas STEAM con integración artística en Chile, Perú, Colombia, Brasil y México, aunque existen deficiencias de formación docente y de evaluación experimental rigurosa. Gavari y Espinosa (2024) refuerzan esta contextualización al demostrar que las propuestas STEAM que incorporan las artes con el territorio potencian el desarrollo del pensamiento abstracto-matemático en contextos latinoamericanos rurales. Ambos estudios confirman la pertinencia del programa implementado en Villa Caritas y posicionan los resultados como un aporte al corpus de evidencia regional sobre la efectividad de la integración arte-matemáticas en secundaria, ámbito aun poco explorado mediante diseños cuasi-experimentales en el Perú.

En otra dimensión de análisis, el efecto del programa sobre la motivación y el engagement de los estudiantes constituye un mediador plausible de los resultados obtenidos. Sepúlveda et al. (2024) evidencian que la formación musical sostenida potencia mediadores cognitivos como la memoria de trabajo y las estrategias de aprendizaje en adolescentes. Kwon y Lee (2025) refuerzan esta perspectiva al demostrar que el aprendizaje basado en proyectos STEM activa mecanismos motivacionales que potencian la creatividad y la participación cognitiva. No obstante, Sanz et al. (2023) advierten que muchas intervenciones STEAM subordinan el arte a las otras disciplinas y carecen de contenido artístico genuino, lo cual contrasta con el programa implementado, donde las artes visuales, la música, la expresión corporal y la danza mantuvieron contenido disciplinar auténtico y no quedaron reducidas a un recurso instrumental en el aula.

Por otro lado, el estudio presenta limitaciones que conviene señalar. El diseño no contempló un seguimiento posterior a la aplicación del postest, lo cual impide determinar

si los efectos observados se mantienen de forma duradera o se diluyen una vez concluida la intervención. Aunque el diseño cuasi-experimental permitió establecer la equivalencia inicial de los grupos, no fue posible controlar variables adicionales como la experiencia previa de los estudiantes con actividades artísticas fuera del aula, el nivel de motivación individual o el efecto del docente. La muestra se limitó a alumnos de quinto grado de secundaria de una institución educativa privada de Lima, lo cual restringe la generalización de los resultados a otros niveles educativos, contextos socioeconómicos o regiones geográficas del país. Estas limitaciones deben considerarse al interpretar los resultados y orientar futuras investigaciones sobre el tema.

Frente a esta problemática, las investigaciones futuras deberían abordar las limitaciones identificadas mediante diseños longitudinales que contengan seguimientos a mediano y largo plazo para evaluar la persistencia de los efectos del programa. Resulta necesario replicar el estudio en instituciones públicas y en contextos socioeconómicos diversos para examinar la generalización de los resultados. Se recomienda incorporar variables de control como la experiencia artística previa, la motivación y el estilo docente mediante diseños experimentales con asignación aleatoria. Sería pertinente explorar el efecto diferencial de cada disciplina artística —artes visuales, música, expresión corporal y danza— sobre las dimensiones del pensamiento abstracto-matemático mediante diseños factoriales. Asimismo, se considera pertinente complementar las medidas cuantitativas con instrumentos cualitativos que permitan comprender los mecanismos cognitivos y motivacionales mediante los cuales la educación artística incide en el aprendizaje matemático en estudiantes de secundaria.

Conclusiones

Los resultados del estudio permiten sostener que la educación artística, aplicada como estrategia pedagógica estructurada, genera una incidencia significativa y positiva en el desarrollo del pensamiento abstracto-matemático en estudiantes de quinto grado de secundaria de la Institución Educativa Privada Villa Caritas. El grupo experimental alcanzó una media posttest de 17.77 frente a 13.63 del grupo control ($t=11.823$, $p<0.001$), con una mejora del 44.5 % sobre su línea base frente al 12.4 % del grupo control, lo cual representa un progreso casi 3.6 veces mayor. Las cuatro dimensiones evaluadas mostraron diferencias significativas a favor del grupo experimental, con interpretación ($t=8.629$) y síntesis ($t=7.468$) como las dimensiones más beneficiadas, seguidas de análisis ($t=5.325$) y deducción ($t=4.122$). Estos resultados confirman la hipótesis general del estudio la incidencia de la educación artística en el pensamiento abstracto-matemático.

Unido a lo anterior, las implicaciones de estos resultados trascienden el ámbito académico y refleja la necesidad de reorientar las prácticas docentes en matemáticas hacia enfoques que empleen las disciplinas artísticas como mediadores cognitivos. Se recomienda a los docentes de matemáticas incorporar estrategias didácticas basadas en las artes visuales, la música, la expresión corporal y la danza en sus planificaciones curriculares. A los directivos institucionales se sugiere crear espacios para la formación docente continua en enfoques de integración artística. A las instituciones educativas se recomienda invertir en recursos didácticos y materiales artísticos que faciliten la implementación de estas estrategias. A los responsables de políticas educativas se propone fomentar la inversión en proyectos piloto que repliquen este tipo de intervenciones en otras instituciones, en especial

en el nivel secundario, con el fin de validar y ampliar el alcance de los beneficios demostrados en este estudio.

Acerca de

Contribución de los autores: El autor contribuyó en la conceptualización del estudio, desarrollo metodológico, análisis e interpretación de los datos, redacción del manuscrito y revisión crítica de su contenido intelectual.

Financiamiento: El autor declara que no recibió financiamiento para esta investigación.

Conflicto de interés: El autor declara no tener conflicto de intereses.

Certificación ética: El protocolo del presente estudio fue sometido a revisión y aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Universidad, en cumplimiento de los principios éticos y normativas institucionales aplicables.

Historia del artículo: Artículo recibido: 04 de mayo 2026 | Arbitrado: 27 de mayo 2026 | Aceptado: 22 de junio 2026 | Publicado 18 de agosto 2026.

Referencias

- Apsari, R. A. y Abrahamson, D. (2024). Dancing geometry: imagining auxiliary lines by reflecting on physical movement. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 57(2), 342–369. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2024.2427099>
- Azaryahu, L., Broza, O., Cohen, S., HersHKovitz, S. y Adi, E. (2024). Development of creative thinking via fractions and rhythm. *Thinking Skills and Creativity*, 52, 101514. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101514>
- Bairy, S. y Inamdar, N. (2026). Enhancing middle school mathematics through interdisciplinary integration: a 21st-century approach. *Discover Education*, 5(1), 22. <https://doi.org/10.1007/s44217-025-00877-w>
- Cerniglia, L. y Di Pomponio, I. (2024). Decoding adolescent decision making: Neurocognitive processes, risk perception, and the influence of peers. *Adolescents*, 4(2), 222–225. <https://doi.org/10.3390/adolescents4020015>
- Chen, B., Chen, J., Wang, M., Tsai, C. C. y Kirschner, P. A. (2025). The effects of integrated STEM education on K12 students' achievements: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 96(2), 619–668. <https://doi.org/10.3102/00346543251318297>
- Gavari, E., Espinosa, P. T., Lucini, C. y Pastrana, J. (2024). Importance of STEM and STEAM Education for Improvement of the Land in the RURAL Environment: Examples in Latin America. *Land*, 13(3), 274. <https://doi.org/10.3390/land13030274>
- Gotlieb, R. J. M., Yang, X. F. y Immordino, M. H. (2024). Concrete and abstract dimensions of diverse adolescents' social-emotional meaning-making, and associations with broader functioning. *Journal of Adolescent Research*, 39(5), 1224–1259. <https://doi.org/10.1177/07435584221091498>
- Guridi, A., Bilbao, A. y Álvarez, P. (2026). Secondary school students' creativity in STEM education: A systematic literature review. *Thinking Skills and Creativity*, 62, 102264. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2026.102264>

- Halverson, E., Saplan, K., Mejias, S. y Martin, C. (2023). What we learn about learning from out-of-school time arts education. *Review of Research in Education*, 47(1), 360–404. <https://doi.org/10.3102/0091732X231223492>
- Indiyarti, L., Retnawati, H., Jaedun, A., Murfi, A. y Begimbetova, G. (2025). Enhancing mathematical skills through multicontextual approaches: a meta-analysis of realistic mathematics, ethnomathematics, and technology integration. *Cogent Education*, 12(1), 2548648. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2025.2548648>
- Kwon, H. y Lee, Y. (2025). A meta-analysis of STEM project-based learning on creativity. *STEM Education*, 5(2), 275–290. <https://doi.org/10.3934/steme.2025014>
- Lehmann, T. H. y Friend, L. (2025). Mathematical argumentative writing in K–12 education: A systematic literature review. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 23(8), 3679–3705. <https://doi.org/10.1007/s10763-025-10590-7>
- Li, J. y Qi, Y. (2025). Arts education and its role in enhancing cognitive development: A quantitative study of critical thinking and creativity in higher education. *Cognitive Development*, 74, 101544. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2025.101544>
- Mackin, D. y Shifrer, D. (2022). Arts for whose sake? Arts course-taking and math achievement in US high schools. *Sociological Perspectives*, 66(2), 226–245. <https://doi.org/10.1177/07311214221124537>
- Martín, D., Cid, A. I. y Guede, R. (2024). Analysis of mathematics education from a STEAM approach at secondary and pre-university educational levels: A systematic review. *Journal of Technology and Science Education*, 14(2), 507–528. <https://doi.org/10.3926/jotse.2349>
- Medina, L. M., Juárez, S. y Ruiz, S. (2024). Enhancing mathematical education with spatial visualization tools. *Frontiers in Education*, 9, 1229126. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1229126>
- Rijken, P. E. y Fraser, B. J. (2024). Effectiveness of project-based mathematics in first-year high school in terms of learning environment and student outcomes. *Learning Environments Research*, 27(2), 241–263. <https://doi.org/10.1007/s10984-023-09477-7>
- Salas, S. Z. (2024). K-12 STEAM education in Latin America: A systematic review. 2024 *IEEE World Engineering Education Conference (EDUNINE)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/edunine60625.2024.10500534>
- Sanz, R., Ortiz, J. y Greca, I. M. (2023). The impact of integrated STEAM education on arts education: A systematic review. *Education Sciences*, 13(11), 1139. <https://doi.org/10.3390/educsci13111139>
- Sepúlveda, C. M., Martín, P. y Santiago, S. (2024). Impact of musical training in specialised centres on learning strategies, auditory discrimination and working memory in adolescents. *British Journal of Music Education*, 41(1), 51–64. <https://doi.org/10.1017/s0265051723000190>
- Suherman, S., Vidákovich, T., Mujib, M., Hidayatulloh, H., Andari, T. y Susanti, V. D. (2025). The role of STEM teaching in education: An empirical study to enhance creativity and computational thinking. *Journal of Intelligence*, 13(7), 88. <https://doi.org/10.3390/jintelligence13070088>

- Sutherland, M., Kosty, D., Lesner, T., Hermida, J., Smolkowski, K., Doabler, C. T. y Clarke, B. (2023). Does variability within Tier 2 mathematics intervention groups affect students' response to intervention? *Exceptional Children*, 90(3), 331–346. <https://doi.org/10.1177/00144029231220307>
- Sylviani, S., Permana, F. C. y Azizan, A. T. (2024). Enhancing mathematical interest through visual arts integration: A systematic literature review. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 12(5), 1217–1235. <https://doi.org/10.46328/ijemst.4118>
- Tervo, B., Calabro, F. J., Parr, A. C., Fedor, J., Foran, W. y Luna, B. (2023). A canonical trajectory of executive function maturation from adolescence to adulthood. *Nature Communications*, 14(1), 6922. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-42540-8>
- Thomson, P. (2025). Why bother with arts education in schools? *The Australian Educational Researcher*, 52, 781–801. <https://doi.org/10.1007/s13384-024-00741-0>
- Wang, L., Zhang, Q. y Sun, D. (2024). Exploring the impact of an augmented reality-integrated mathematics curriculum on students' spatial skills in elementary school. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 23, 387–414. <https://doi.org/10.1007/s10763-024-10473-3>
- Wang, X. S., Pengelley, J. y Perry, L. B. (2026). Cultivating students' critical thinking in K–12 schools: A scoping review of experimental studies. *PROSPECTS*. <https://doi.org/10.1007/s11125-025-09749-5>
- Wang, Y., Zhang, J. y Mao, Y. (2024). Harmonizing mathematics: Unveiling the impact of music integration on academic performance – A meta-analysis. *Thinking Skills and Creativity*, 52, 101554. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101554>
- Weigand, H. G., Hollebrands, K. y Maschietto, M. (2025). Geometry education at secondary level – a systematic literature review. *ZDM – Mathematics Education*, 57(4), 829–843. <https://doi.org/10.1007/s11858-025-01703-1>
- Yim, I. H. Y., Su, J. y Wegerif, R. (2025). STEAM in practice and research in primary schools: A systematic literature review. *Research in Science & Technological Education*, 43(3), 1065–1089. <https://doi.org/10.1080/02635143.2024.2440424>
- Yulianti, E., Suwono, H., Rahman, N. F. A. y Phang, F. (2024). State-of-the-art of STEAM education in science classrooms: A systematic literature review. *Open Education Studies*, 6(1), 20240032. <https://doi.org/10.1515/edu-2024-0032>
- Žakelj, A. y Klančar, A. (2022). The role of visual representations in geometry learning. *European Journal of Educational Research*, 11(3), 1393–1411. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.11.3.1393>