



Revista Historia de la Educación Latinoamericana
ISSN 0122-7238 I E-ISSN 2256-5248
Vol. 27 no. 45 enero - junio 2025
Edición especial sobre Educación comparada
Special edition on Comparative Education
<https://doi.org/10.9757/Rhela>



Uptc[®]
Universidad Pedagógica y
Tecnológica de Colombia



Matemáticas y música en la educación superior: estrategias interdisciplinarias para el aprendizaje y la resiliencia en entornos vulnerables



Artículo de investigación

<https://doi.org/10.19053/upct.01227238.19488>

Historia del artículo:

Recibido: 02/03/2025
Evaluado: 13/05/2025
Aprobado: 16/05/2025
Publicado: 22/05/2025

Cómo citar este artículo:

Morales-Maure, Luisa; García Marimón, Orlando; Alfaro Ponce, Berenice. "Matemáticas y música en la educación superior: estrategias interdisciplinarias para el aprendizaje y la resiliencia en entornos vulnerables". *Revista Historia de la Educación Latinoamericana* vol. 27 n.º 45 (2025).

Luisa Morales-Maure¹ ✉

Universidad de Panamá, Panamá
Grupo de Investigación en Educación Matemática 21
 <https://orcid.org/0000-0003-3905-9002>

Orlando García Marimón²

Universidad de Panamá, Panamá
Grupo de Investigación en Educación Matemática 21
 <https://orcid.org/0000-0002-0334-6133>

Berenice Alfaro Ponce³

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México
Grupo de Investigación en Educación Matemática 21
 <https://orcid.org/0000-0002-7046-1019>

1 Doctora en Didáctica de las Ciencias, las Artes y las Humanidades por la Universitat de Barcelona, España. Miembro del Sistema Nacional de Investigación (SNI 1), SENACYT-Panamá. Profesora catedrática auxiliar de la Universidad de Panamá. Miembro del Grupo de Investigación GIEM21 de la UP luisa.morales@up.ac.pa

2 Doctor en Didáctica de las Ciencias, las Artes y las Humanidades por la Universitat de Barcelona, España. Miembro del Sistema Nacional de Investigación (SNI 1), SENACYT-Panamá. Profesor catedrático agregado de la Universidad de Panamá. orlando.egarcia@up.ac.pa

3 Doctora en Ciencias Sociales por la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH). Miembro del Sistema Nacional de Investigación (SNI 1), CONAH-CyT-Mexico. Posdoctorado Tecnológico de Monterrey, The Institute for Obesity Research, Av. Eugenio Garza Sada 2501 Sur, Tecnológico, 64700, Monterrey N.L., México. berenice.alfaro@tec.mx

✉ **Correspondencia/Correspondence:** Luisa Morales-Maure, Ciudad Universitaria Octavio Méndez Pereira, ubicada en Vía Transistmica, Urbanización de El Cangrejo, corregimiento de Bella Vista, Distrito de Panamá, Ciudad de Panamá, luisa.morales@up.ac.pa



Resumen

Objetivo: este artículo analiza la integración de la educación matemática y artística en contextos de crisis, y destaca su impacto en el aprendizaje y la resiliencia de los estudiantes. Se examina cómo la combinación de metodologías interdisciplinarias puede fortalecer la enseñanza en entornos vulnerables.

Originalidad/aporte: la investigación aporta una perspectiva innovadora sobre la enseñanza de las matemáticas a través del arte, mediante la exploración de su potencial para mejorar la comprensión conceptual, la motivación estudiantil y la estabilidad emocional en escenarios de crisis.

Método: se adoptó un enfoque cualitativo-descriptivo con elementos de investigación-acción. Se analizaron experiencias didácticas implementadas en un curso universitario, que integran modelos teóricos sobre educación interdisciplinaria y resiliencia educativa.

Estrategia/recolección de información: (1) revisión del estado del tema sobre educación matemática y artística en crisis; (2) aplicación de estrategias didácticas interdisciplinarias; (3) análisis de desempeño estudiantil mediante evaluaciones académicas y encuestas; (4) interpretación de resultados para generar propuestas innovadoras.

Conclusiones: los hallazgos sugieren que la educación matemática y artística favorece el aprendizaje significativo y el desarrollo socioemocional de los estudiantes. La vinculación de la docencia con la investigación y la extensión fortalece el impacto educativo y promueve la creatividad, el pensamiento crítico y la resiliencia en entornos de crisis.

Palabras clave: educación artística; educación matemática; enseñanza en crisis; interdisciplinariedad; resiliencia educativa.

Mathematics and Music in Higher Education: Interdisciplinary Strategies for Learning and Resilience in Vulnerable Environments

Abstract

Objective: This article analyses the integration of mathematics and arts education in crisis contexts, highlighting its impact on student learning and resilience. It explores how combining interdisciplinary methodologies can enhance teaching in vulnerable environments.

Originality/Contribution: This research provides an innovative perspective on teaching mathematics through the arts, exploring its potential to improve





conceptual understanding, student motivation, and emotional stability in crisis settings.

Method: A qualitative-descriptive approach with elements of action research was adopted. Teaching experiences implemented in a university course were analysed, integrating theoretical models on interdisciplinary education and educational resilience.

Strategy/Data Collection: (1) Review of the state of the art on mathematics and arts education in crisis; (2) application of interdisciplinary teaching strategies; (3) analysis of student performance through academic assessments and surveys; (4) interpretation of results to generate innovative proposals.

Conclusions: The findings suggest that mathematics and arts education promote meaningful learning and the socio-emotional development of students. Linking teaching with research and outreach strengthens the educational impact, promoting creativity, critical thinking, and resilience in crisis environments.

Keywords: Arts education; mathematics education; teaching in crisis; interdisciplinarity; educational resilience.

Matemática e música no ensino superior: estratégias interdisciplinares para aprendizado e resiliência em ambientes vulneráveis

47

Resumo

Objetivo: Este artigo explora a integração da educação matemática e artística em contextos de crise, destacando seu impacto sobre o aprendizado e a resiliência dos alunos. Ele examina como a combinação de metodologias interdisciplinares pode fortalecer o ensino em ambientes vulneráveis.

Originalidade/assunto: A pesquisa oferece uma perspectiva inovadora sobre o ensino da matemática por meio da arte, explorando seu potencial para melhorar a compreensão conceitual, a motivação dos alunos e a estabilidade emocional em cenários de crise.

Método: Foi adotada uma abordagem qualitativa-descritiva com elementos de pesquisa-ação. Foram analisadas experiências didáticas implementadas em um curso universitário, integrando modelos teóricos sobre educação interdisciplinar e resiliência educacional.

Estratégia/coleta de informações: (1) revisão do estado da arte da educação matemática e artística em crise; (2) aplicação de estratégias didáticas interdisciplinares; (3) análise do desempenho dos alunos por meio de avaliações e pesquisas acadêmicas; (4) interpretação dos resultados para gerar propostas inovadoras.





Conclusões: Os resultados sugerem que a educação matemática e artística favorece a aprendizagem significativa e o desenvolvimento socioemocional dos alunos. A vinculação do ensino à pesquisa e ao alcance fortalece o impacto educacional, promovendo a criatividade, o pensamento crítico e a resiliência em ambientes de crise.

Palavras-chave: educação artística; educação matemática; ensino em crise; interdisciplinaridade; resiliência educacional.

Introducción

En contextos de crisis, como los conflictos armados, los desastres naturales o los desplazamientos forzados, la educación enfrenta desafíos que van más allá del acceso a la infraestructura escolar. La interrupción de la enseñanza, la precariedad de los recursos y el impacto emocional en los estudiantes dificultan la continuidad del aprendizaje⁴. A pesar de estas dificultades, la educación sigue siendo un derecho fundamental y un pilar esencial para la resiliencia y la reconstrucción social en comunidades afectadas por crisis⁵. En este sentido, la educación matemática y la artística pueden desempeñar un papel crucial en la generación de estrategias de enseñanza que fomenten la creatividad, el pensamiento crítico y la estabilidad emocional en los estudiantes⁶.

En este ámbito se ha identificado que la integración de las matemáticas con el arte no solo favorece el aprendizaje interdisciplinario, sino que también ofrece herramientas pedagógicas eficaces para el desarrollo cognitivo y la expresión emocional, especialmente en contextos de adversidad. Esta articulación permite fortalecer habilidades analíticas y creativas de manera simultánea, y promover un enfoque educativo más integral, adaptable y significativo⁷.

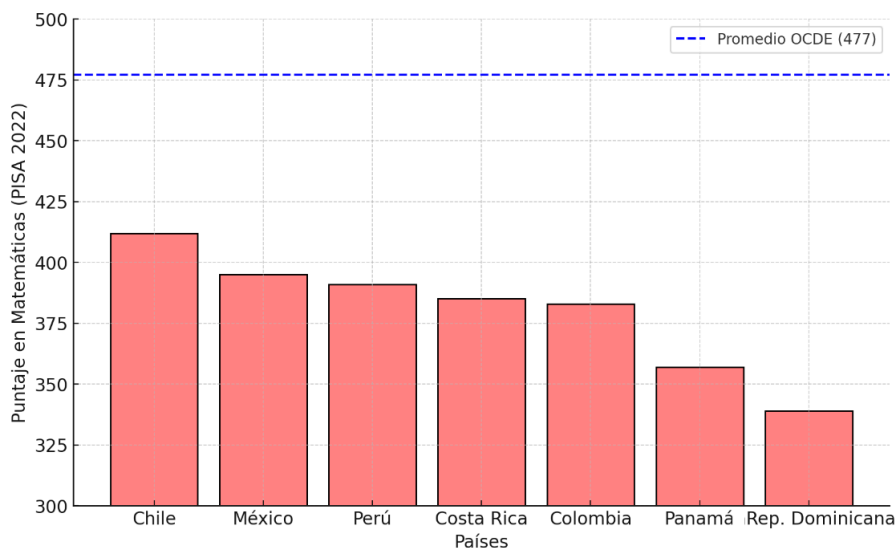
El pensamiento matemático, al estar basado en la lógica y la resolución de problemas, puede convertirse en un recurso estructurante para los estudiantes en escenarios de incertidumbre, ya que les permite enfrentar desafíos con mayor autonomía, desarrollar pensamiento crítico y tomar decisiones informadas en contextos complejos⁸. A su vez, el arte proporciona un medio para canalizar emociones y fortalecer la identidad cultural, lo que contribuye a la

- 4 Inter-agency Network for Education in Emergencies (INEE), *Mind the Gap: The State of Girls' Education in Crisis and Conflict* (INEE, 2021).
- 5 United Nations (UN), *Education and Learning in Crisis-affected Areas* (UN, 2024).
- 6 Song An, Mary Margaret Capraro and Daniel A. Tillman, "Elementary Teachers Integrate Music Activities into Regular Mathematics Lessons: Effects on Students' Mathematical Abilities", *Journal for Learning through the Arts* 9, n.º 1 (2013): 1-19. doi.org/10.21977/D99112867
- 7 Jo Boaler, *Mathematical Mindsets: Unleashing Students' Potential through Creative Math, Inspiring Messages, and Innovative Teaching* (Jossey-Bass, 2016).
- 8 Molly Elizabeth Anderson, "A Three-Part Study in the Connections Between Music and Mathematics" (Undergraduate Honors Thesis Collection, Butler University, 2014). <https://digitalcommons.butler.edu/ugtheses/193/>



resiliencia comunitaria en tiempos de crisis⁹. Por lo tanto, la educación matemática y artística en contextos de crisis, además de abordar aspectos curriculares, genera oportunidades para la innovación pedagógica y la recuperación socioemocional¹⁰.

Figura 1. Puntajes en matemáticas según PISA 2022 en América Latina, que evidencian una brecha persistente con respecto al promedio de la OCDE (477 puntos)



49

Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), las desigualdades estructurales en la región, como las disparidades en el acceso a recursos educativos y las condiciones socioeconómicas, limitan significativamente el desarrollo de competencias matemáticas en los estudiantes. Estas brechas estructurales afectan la calidad y equidad de la educación, y obstaculizan el aprendizaje efectivo de las matemáticas¹¹. Vásquez señala que los resultados de las pruebas PISA reflejan una baja proporción de estudiantes que alcanzan el nivel mínimo en esta disciplina, lo que menoscaba su competitividad global¹².

Además, la migración de profesionales altamente calificados en ciencia y matemáticas hacia países con mayores oportunidades agrava la escasez de especialistas en la región¹³.

9 Elliot W. Eisner, "The Arts and the Creation of Mind", *Language Arts* 80, n.º 5 (2003): 340-344. doi.org/10.58680/la2003322

10 Raquel Chao-Fernández, María D. Mato-Vázquez, y Andrea López-Chao, «¿Se trabajan de forma interdisciplinar música y matemáticas en educación infantil?», *Educação e Pesquisa* 41, n.º 4 (2015): 1009-1022. doi.org/10.1590/S1517-9702201512139014

11 Yuri Morales-López y Ángel Ruíz, *Educación Matemática en las Américas 2019* (CIAEM, 2020).

12 Oscar Andrés Díaz-Vásquez, "Las pruebas PISA de la OCDE: una revisión a las tendencias de la literatura", *Panorama* 17, n.º 33 (2023): 1-32. doi.org/10.15765/pnrm.v17i33.4112

13 Juan Enrique Gutiérrez Chávez, "Díasporas talentosas y reforma institucional para el desarrollo: el Marco Analítico Matryoshka", *Actas del XV Encuentro de Latinoamericanistas Españoles* (Trama Editorial, 2012).

Estos datos refuerzan la necesidad de implementar políticas educativas que fortalezcan la enseñanza matemática, tanto mediante la mejora de las metodologías docentes y la formación continua del profesorado como a través de estrategias que identifiquen y retengan el talento estudiantil, de tal manera que aseguren que los estudiantes con potencial para destacar en matemáticas puedan desarrollar plenamente sus competencias.

Los estudiantes de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Panamá enfrentan contextos vulnerables, marcados por limitaciones socioeconómicas y falta de recursos educativos, lo que dificulta el aprendizaje tradicional de las matemáticas. Ante estas brechas, evidenciadas también en resultados globales como las pruebas PISA, el proyecto *Matemáticas y Arte: Integración Creativa* a través del *Curso Matemática NCMA 0015* propone un enfoque interdisciplinar que utiliza el arte para fortalecer competencias matemáticas de manera creativa y contextualizada. Este proyecto buscó vincular la docencia con la investigación, la extensión y la innovación, a través de la promoción de metodologías activas que potencien el aprendizaje significativo en entornos vulnerables¹⁴. En el contexto de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Panamá, los desafíos estructurales incluyen limitaciones en recursos educativos y brechas en la formación matemática previa. En el aspecto emocional, los estudiantes enfrentan ansiedad y falta de motivación hacia las matemáticas, debido a la percepción de dificultad y la desconexión con sus intereses artísticos¹⁵.

El proyecto se desarrolla en contextos de crisis caracterizados por desigualdades socioeconómicas, limitaciones en el acceso a recursos educativos y desafíos emocionales que afectan el proceso de aprendizaje. Estas condiciones dificultan la adquisición de competencias matemáticas y requieren enfoques interdisciplinarios que integren el arte para promover un aprendizaje más significativo y resiliente. Investigaciones previas han destacado que la resiliencia educativa se fortalece mediante metodologías que incorporan el pensamiento lógico y la expresión creativa¹⁶. Asimismo, se ha documentado que estrategias de enseñanza que combinan diferentes disciplinas pueden mejorar la motivación y la retención del conocimiento en estudiantes expuestos a entornos de alta vulnerabilidad¹⁷. El marco teórico permitirá analizar el impacto del proyecto desde un enfoque educativo y social.

La educación matemática y artística en contextos de crisis ha sido objeto de creciente interés académico, particularmente en estudios recientes que exploran su potencial para mitigar las barreras cognitivas y emocionales en entornos adversos. Investigaciones han demostrado que la enseñanza de las matemáticas basada en enfoques visuales y experienciales contribuye a una mayor comprensión conceptual y al desarrollo de habilidades metacognitivas en estudiantes en situación de vulnerabilidad¹⁸. Además, el arte ha sido identificado como

14 An Song et al., "Preservice Teachers' Beliefs and Attitude about Teaching and Learning Mathematics through Music: An Intervention Study", *School Science and Mathematics* 111, n.º 5 (2011): 236-248.

15 Markus Cslovjcek y Helmut Linneweber-Lammerskitten, "Snappings, Clappings and the Representation of Numbers", *The New Jersey Mathematics Teacher* 69, n.º 1 (2011): 10-12.

16 Fernando M. Reimers y Andreas Schleicher, *A Framework to Guide an Education Response to the COVID-19 Pandemic of 2020* (OECD, 2020).

17 Min Yang, "Making Interdisciplinary Subjects Relevant to Students: An Interdisciplinary Approach", *Teaching in Higher Education* 14, n.º 6 (2009): 597-606. doi.org/10.1080/13562510903315019

18 Gamal Cerda Etchepare y Angélica Vera Sagredo, "Rendimiento en matemáticas: rol de distintas variables cognitivas y emocionales, su efecto diferencial en función del sexo de los estudiantes en contextos vulnerables", *Revista Complutense*

una herramienta efectiva para la construcción de significado y la expresión emocional en contextos de incertidumbre, lo que fortalece la estabilidad psicológica de los estudiantes y fomenta su participación activa en el aprendizaje¹⁹.

El uso de enfoques interdisciplinarios ha demostrado ser una estrategia efectiva para reducir la ansiedad matemática y aumentar la motivación estudiantil en comunidades educativas afectadas por conflictos o crisis económicas. Estudios recientes señalan que los modelos pedagógicos basados en la exploración creativa y la resolución de problemas contextualizados pueden potenciar la autoconfianza y la autoeficacia en estudiantes que enfrentan desafíos estructurales²⁰. Asimismo, la incorporación de metodologías híbridas y tecnologías digitales en la enseñanza de la matemática y el arte ha permitido generar espacios de aprendizaje más inclusivos y accesibles para estudiantes con diversas trayectorias académicas²¹.

Este manuscrito reflexiona sobre la importancia de la educación matemática y artística en contextos de crisis, destacando estrategias innovadoras para su vinculación con la investigación, la extensión y la innovación. A partir de los resultados del proyecto en la Facultad de Bellas Artes, se explora la pertinencia de metodologías interdisciplinarias en la educación superior y sus desafíos, y se ofrecen recomendaciones para futuras iniciativas en escenarios de crisis.

Marco teórico

La educación en contextos de crisis ha sido ampliamente estudiada desde diversas disciplinas, enfatizando su papel en la resiliencia social, el desarrollo cognitivo y la estabilidad emocional de los estudiantes²². En estos escenarios, las estrategias pedagógicas innovadoras que integran diversas áreas del conocimiento han demostrado ser efectivas para mejorar la motivación y el aprendizaje²³. En particular, la combinación de matemáticas y arte ofrece un enfoque interdisciplinario que potencia el pensamiento lógico y la expresión creativa, lo que resulta fundamental en entornos donde la incertidumbre y el estrés afectan los procesos educativos²⁴.

Esta sección expone el marco teórico en tres dimensiones: (1) la educación en contextos de crisis y su impacto, (2) la educación matemática como una herramienta estructurante, de resiliencia y (3) la intersección entre arte y matemáticas como estrategia innovadora. Se analiza

de Educación 30, n.º 2 (2019): 331-346. dx.doi.org/10.5209/RCED.57389

- 19 María Agostina Vigna, "El arte como herramienta para la inclusión educativa, social y la regeneración de los vínculos comunitarios" (tesis de licenciatura, Universidad Abierta Interamericana, 2008).
- 20 Santiago Pérez-Aldeguer, "El desarrollo de la competencia intercultural a través de la educación musical: una revisión de la literatura", *Revista Complutense de Educación* 24, n.º 2 (2013): 287-301. doi.org/10.5209/rev_RCED.2013.v24.n2.42080
- 21 Gustavo Villamizar Acevedo, Tammi Yulien Araújo Arenas, y Wenddy Jurany Trujillo Calderón, "Relación entre ansiedad matemática y rendimiento académico en matemáticas en estudiantes de secundaria", *Ciencias Psicológicas* 14, n.º 1 (2020). doi.org/10.22235/cp.v14i1.2174
- 22 Reimers y Schleicher, *A Framework to Guide...*
- 23 Diego Ferney Molina-Linares, "Aplicación de la alfabetización digital gamificada para potenciar habilidades matemáticas en primaria", *Revista Tecnológica-Educativa Docentes* 2.0 17, n.º 1 (2024): 412-422. doi.org/10.37843/rted.v17i1.501
- 24 Elliot W. Eisner, "The arts and the creation of mind".

así la vinculación de la docencia con la investigación, la extensión y la innovación en la Facultad de Bellas Artes para fortalecer la formación estudiantil en contextos educativos complejos.

Educación en contextos de crisis: desafíos y estrategias

La educación en crisis ha sido objeto de numerosos estudios que destacan su importancia para la reconstrucción social y la estabilidad emocional de los estudiantes²⁵. La UNESCO señala que, en situaciones de conflicto y emergencia, el acceso a la educación puede verse comprometido por factores como la inseguridad, la escasez de recursos y la fragmentación del sistema educativo²⁶. A pesar de estos desafíos, la educación sigue siendo una herramienta clave para la resiliencia, ya que proporciona estructura y sentido de normalidad en medio de la adversidad²⁷.

En este contexto se han desarrollado diversas estrategias para garantizar la continuidad del aprendizaje, incluyendo el uso de metodologías flexibles, enfoques interdisciplinarios y la implementación de tecnologías educativas²⁸. Investigaciones previas han demostrado que el aprendizaje basado en proyectos y la integración de diferentes disciplinas pueden mejorar la motivación y el compromiso de los estudiantes en entornos educativos desafiantes²⁹. En particular, la enseñanza de la matemática a través del arte representa una estrategia efectiva para fomentar el pensamiento crítico y la creatividad, lo que resulta esencial en contextos de crisis.

Educación matemática como herramienta de resiliencia

La enseñanza de las matemáticas en escenarios de crisis enfrenta retos significativos, ya que muchos estudiantes pueden experimentar ansiedad y dificultades para concentrarse debido a su entorno³⁰. Sin embargo, diversos estudios han demostrado que las matemáticas, al estar basadas en el razonamiento lógico y la resolución de problemas, pueden proporcionar una estructura cognitiva que ayuda a los estudiantes a manejar la incertidumbre³¹. En este sentido, las matemáticas no solo desarrollan habilidades numéricas, sino que también fomentan el pensamiento analítico y la toma de decisiones, competencias esenciales para enfrentar desafíos en entornos inestables³².

25 Inter-agency Network for Education in Emergencies (INEE), *Mind the Gap...*

26 United Nations Education and Learning...

27 Save the Children, *The right to learn community participation in improving learning* (Save the Children, 2019).

28 Reimers y Schleicher, *A Framework to Guide...*

29 Paulina del Rocío Alarcón Curay et al. "La inclusión de estrategias de aprendizaje basado en proyectos (ABP) para mejorar la comprensión lectora y el pensamiento crítico en estudiantes de educación básica", *Ciencia y Educación* (2024): 604-619. doi.org/10.5281/zenodo.14511228

30 Jo Boaler, *Mathematical Mindsets...*

31 Ubiratan D'Ambrosio, "O Programa Etnomatemática: Uma Síntese", *Acta Scientiae* 10, n.º 1 (2008): 07-16. posgrad.ulbra.br/periodicos/index.php/acta/article/view/74

32 Mogens Niss, "Mathematical Competencies and the Learning of Mathematics: The Danish KOM Project", *3rd Mediterranean Conference on Mathematical Education*, January 2003.

En este estudio se propone la integración de estrategias didácticas que favorezcan el aprendizaje matemático en combinación con el arte, a fin de permitir que los estudiantes desarrollen una comprensión más profunda de los conceptos matemáticos a través de la experimentación visual y creativa. Esta metodología se basa en enfoques como el *learning by doing*, que enfatiza el aprendizaje activo y la aplicación de conocimientos en situaciones concretas³³. A partir de estos principios, el proyecto implementado en la Facultad de Bellas Artes busca fortalecer la enseñanza matemática por medio de actividades que vinculen conceptos geométricos, simetría, proporciones y estructuras numéricas con el proceso creativo artístico, basándose en particular en el enfoque del PBL.

Arte y matemáticas: una aproximación interdisciplinaria para la innovación educativa

El arte y las matemáticas han estado históricamente interconectados en diversas expresiones culturales y científicas. Desde la proporción áurea en el arte renacentista hasta el uso de la geometría en el diseño arquitectónico, ambas disciplinas han servido como herramientas de exploración y comprensión del mundo³⁴. Investigaciones recientes han destacado que la integración del arte en la enseñanza de la matemática facilita la comprensión de conceptos abstractos y además estimula la creatividad y el pensamiento divergente³⁵.

En el contexto de la educación matemática, esta intersección cobra especial relevancia, ya que permite desarrollar estrategias de enseñanza que atiendan las necesidades cognitivas y las socioemocionales de los estudiantes³⁶. El proyecto *Matemáticas y Arte: Integración Creativa* aplica una metodología interdisciplinaria que combina elementos visuales, manipulativos y experimentales para facilitar el aprendizaje. A través de la exploración de patrones matemáticos en obras de arte, la representación gráfica de ecuaciones y el análisis de estructuras geométricas en la composición artística, se busca potenciar la comprensión matemática y fortalecer la resiliencia de los estudiantes en contextos educativos adversos.

El marco teórico presentado sustenta la relevancia de la educación matemática y artística en contextos de crisis, y destaca su impacto en el aprendizaje y la resiliencia de los estudiantes. A partir de la revisión de la literatura, se evidencia que la integración de estas disciplinas ofrece una estrategia innovadora para mejorar la enseñanza en entornos adversos. En la siguiente sección, se detallará la metodología utilizada en el desarrollo del proyecto en la Facultad de Bellas Artes, con el objetivo de analizar su impacto en la formación de los estudiantes y su contribución a la vinculación de la docencia con la investigación, la extensión y la innovación.

33 John Dewey, *Experience and Education* (Macmillan, 1938); Edilberta Castillo Montenegro y Jorge Antonio Martínez Moreno, "Aplicabilidad de la metodología *Learning-by-Doing* en el proceso de aprendizaje de las ciencias empresariales y turísticas universitarias", *Revista FAECO Sapiens* 8, n.º 1 (2024): 73-100. <https://doi.org/10.48204/j.faeco.v8n1.a6437>

34 Eisner, "The arts and the creation of mind".

35 Eveline M. Schoevers, Paul P. M. Leseman y Evelyn H. Kroesbergen, "Enriching Mathematics Education with Visual Arts: Effects on Elementary School Students' Ability in Geometry and Visual Arts", *International Journal of Science and Mathematics Education* 18, n.º 8 (2020): 1613-1634. doi.org/10.1007/s10763-019-10018-z

36 United Nations, *Education and Learning in Crisis-affected Areas*.

Metodología

El presente estudio se enmarca en un enfoque cualitativo-descriptivo con elementos de investigación-acción. Se busca analizar y documentar el impacto de la integración de la educación matemática y artística en contextos de crisis, basándose en el proyecto Matemáticas y Arte: Integración Creativa. Este proyecto, llevado a cabo en la Facultad de Bellas Artes, ha vinculado la docencia con la investigación, la extensión y la innovación, y ha promovido experiencias de aprendizaje contextualizadas en diversos espacios como parques, escuelas y centros comunitarios. La metodología se estructura en tres fases fundamentales: (1) diseño del plan de intervención, (2) implementación de estrategias didácticas interdisciplinarias y (3) análisis del impacto en los estudiantes. Este estudio fue aplicado a 30 estudiantes del curso Matemática NCMA 0015, de la carrera de Licenciatura en Bellas Artes, en la Facultad de Bellas Artes. Los participantes corresponden a todo el tercer año, segundo semestre, del curso completo. La muestra incluyó 18 hombres (60 %) y 12 mujeres (40 %), con edades comprendidas entre 21 y 38 años. Esto permitió analizar cómo la integración de estrategias interdisciplinarias de matemáticas y arte influye en el aprendizaje de los estudiantes de esta carrera.

Diseño del plan de intervención

Los profesores del curso diseñaron el plan de intervención sustentados en una revisión de literatura sobre metodologías activas y educación en crisis. Este plan se basó en el trabajo realizado a lo largo de todo el semestre, lo que permitió integrar estrategias interdisciplinarias de matemáticas y arte para mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes³⁷. Se estructuraron actividades didácticas que componen la enseñanza matemática con procesos creativos artísticos, con el propósito de facilitar la comprensión conceptual y fortalecer la resiliencia de los estudiantes. Se definieron tres ejes temáticos clave:

- *Estructuras geométricas en el arte*: exploración de conceptos matemáticos como simetría, proporción áurea y fractales a través de la historia del arte y su aplicación en obras contemporáneas.
- *Representación gráfica de ecuaciones matemáticas*: aplicación de funciones matemáticas en el diseño artístico y análisis de curvas en la composición visual.
- *Matemática y creatividad*: resolución de problemas matemáticos mediante la experimentación artística con diferentes materiales y técnicas.

Los profesores del curso, capacitados por formadores especializados, diseñaron materiales didácticos específicos y aplicaron las actividades con los 30 estudiantes, quienes participaron activamente en el proceso de aprendizaje. Asimismo, se establecieron mecanismos de seguimiento y evaluación para documentar la evolución del proceso de aprendizaje.

37 Jo Boaler, *Mathematical Mindsets...*; Reimers y Schleicher, *A Framework to Guide an Education Response...*

Implementación de estrategias didácticas interdisciplinarias

El proyecto se llevó a cabo durante un semestre académico en la Facultad de Bellas Artes, utilizando una metodología basada en el aprendizaje basado en proyectos (*Project-Based Learning*, PBL). Los estudiantes trabajaron en la elaboración de proyectos artísticos fundamentados en conceptos matemáticos, integrando la teoría con la práctica en entornos diversos. Cada sesión combinó elementos teóricos y prácticos, y promovió la participación activa de los estudiantes en la resolución de problemas matemáticos mediante el arte. Se utilizaron herramientas digitales como *software* de modelado gráfico y aplicaciones de geometría interactiva, además de visitas a espacios educativos y recreativos, como parques y escuelas, donde los estudiantes experimentaron con representaciones matemáticas en entornos naturales y urbanos.

Otro de los enfoques clave fue la estrategia de los números y las notas musicales, donde los estudiantes exploraron la relación entre la teoría musical y patrones matemáticos. Se analizaron secuencias numéricas y fracciones en la composición musical, lo que permitió desarrollar una comprensión interdisciplinaria del ritmo, la armonía y la proporción en la creación artística. Esta actividad hizo posible abordar uno de los conceptos más desafiantes para los estudiantes: la fracción.

En un contexto puramente matemático, los estudiantes a menudo tienen dificultades para conceptualizar la fracción como una representación de una parte del todo y su equivalencia en distintas situaciones. Sin embargo, al vincular este concepto con las escalas musicales, los estudiantes pudieron visualizar cómo una nota musical puede dividirse en mitades, cuartos y octavos dentro de un compás, lo cual hizo que la idea de fracción fuera más tangible y comprensible. A través de ejercicios de ritmo y composición, lograron interiorizar la idea de proporcionalidad y subdivisión, para aplicarla de manera natural dentro de la música.

Adicionalmente, se promovieron actividades extracurriculares como exposiciones artísticas y presentaciones académicas, que fortalecieron la conexión entre la educación formal y la generación de conocimiento aplicado.

Análisis del impacto en los estudiantes

Para evaluar el impacto del proyecto en el aprendizaje y la resiliencia de los estudiantes, se utilizaron técnicas de recolección de datos cualitativos y cuantitativos, y se aplicaron encuestas y entrevistas semiestructuradas a los estudiantes. Participaron un docente de matemáticas y cuatro especialistas en la carrera, ambos de artes y matemáticas. El proyecto fue dirigido por docentes de ambas áreas. Los resultados se enfocan solo en los estudiantes, con el objetivo de identificar percepciones sobre la metodología implementada y los aprendizajes adquiridos. Además, se analizaron los resultados académicos obtenidos en clase a partir de evaluaciones parciales y del proyecto final.

El análisis de los datos se realizó a través de un enfoque de análisis de contenido, categorizando las respuestas de los participantes en tres dimensiones principales:

- **Comprensión matemática:** evaluación de la asimilación de conceptos matemáticos mediante su integración con el arte.
- **Creatividad y expresión artística:** análisis del desarrollo de habilidades creativas y su impacto en la motivación de los estudiantes.
- **Bienestar emocional:** identificación de cambios en la percepción de los estudiantes sobre su capacidad de enfrentar desafíos educativos y personales.

Los resultados preliminares sugieren que la combinación de matemáticas y arte contribuye significativamente a la mejora del aprendizaje, al fomentar la exploración activa de conceptos y su aplicación en un contexto práctico y significativo. Esta integración facilita la comprensión de contenidos abstractos y además estimula la creatividad y el pensamiento crítico. Asimismo, se ha observado un aumento en la motivación, la participación y la confianza de los estudiantes, lo que indica que este enfoque interdisciplinario puede fortalecer el compromiso con el aprendizaje y promover una experiencia educativa más enriquecedora.

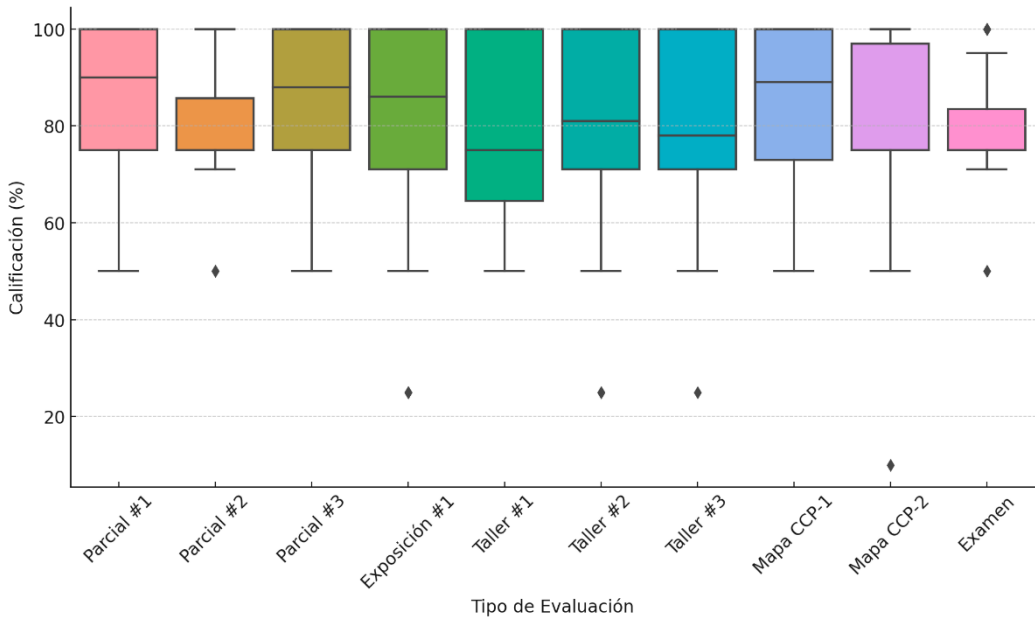
Resultados y discusión

En este artículo se analizó el impacto de la integración de la educación matemática y artística en contextos de crisis, centrándose en el proyecto Matemáticas y Arte: Integración Creativa a través del Curso Matemática NCMA 0015. Este proyecto puso en práctica estrategias didácticas interdisciplinarias, que incluyeron la relación entre números, notas musicales, obras de arte y geometría. Las actividades culminaron en un proyecto final que involucró tanto actividades en parques como en escuelas. Los resultados se enfocan en el reconocimiento de patrones numéricos en las notas musicales, el caso de las fracciones y también en la exploración de conceptos de geometría a través del arte.

Desempeño general de los estudiantes

Los datos recopilados indican que el promedio general de los estudiantes en todas las actividades evaluadas fue del 93.18 %, con una tasa de finalización de tareas del 98.57 %. Estos resultados sugieren un alto nivel de compromiso y rendimiento por parte de los estudiantes, lo que podría atribuirse a la estrategia interdisciplinaria que combina matemáticas y arte. La literatura respalda esta observación, pues diversos estudios han demostrado que incorporar la música en la enseñanza de las matemáticas puede ayudar a mejorar de manera significativa el rendimiento académico de los estudiantes.

Figura 2. Distribución de calificaciones por tipo de evaluación



La Figura 2 es un gráfico de caja que muestra la distribución de calificaciones por tipo de evaluación y proporciona una visión clara de la variabilidad en el desempeño estudiantil. Se observa que la mayoría de las evaluaciones tienen una distribución relativamente homogénea, con medianas cercanas entre sí y un rango intercuartílico consistente, lo que indica estabilidad en los resultados. Sin embargo, en algunas categorías se identifican valores atípicos, que sugieren la presencia de algunos estudiantes con un rendimiento notablemente superior o inferior en comparación con el grupo. Estos valores pueden estar asociados con diferencias individuales en la comprensión de los contenidos o en la aplicación de estrategias de resolución de problemas.

El análisis estadístico ANOVA, con un valor de $F = 0.727$ y un $p\text{-valor} = 0.684$, indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tipos de evaluación aplicados, lo que sugiere un desempeño uniforme entre los estudiantes en las pruebas y ejercicios considerados³⁸. Las evaluaciones incluyeron tanto actividades grupales como individuales, y el análisis se basó en los datos obtenidos de los 30 estudiantes participantes. Este resultado puede interpretarse como un indicio positivo respecto a la implementación del enfoque interdisciplinario del curso, que combinó matemáticas y arte, y que se desarrolló a través de la metodología de aprendizaje basado en problemas (ABP o PBL). Si bien se mencionó una distribución por género (hombres y mujeres), no se hizo un análisis estadístico específico para evaluar diferencias en el rendimiento según este factor. Por tanto, no es posible

38 John Hattie, *Visible Learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement* (Routledge, 2009); David W. Johnson y Frank P. Johnson, *Joining Together: Group Theory and Group Skills*, 10th ed. (Pearson, 2009).

establecer conclusiones sobre la influencia del género en los resultados³⁹. Se sugiere evitar afirmaciones que lo impliquen sin un análisis complementario que lo respalde.

Áreas de mayor y menor desempeño

El análisis de los resultados obtenidos en las distintas actividades del curso permitió identificar patrones de desempeño entre los estudiantes, diferenciando áreas en las que se mostró una comprensión sólida de los contenidos, y otras donde el rendimiento fue relativamente más bajo. Esta evaluación detallada aporta información valiosa sobre los logros alcanzados y también permite detectar posibles dificultades conceptuales o metodológicas. A continuación, se presentan las áreas con mayores y menores promedios de calificación, junto con una interpretación de los factores que podrían haber influido en estos resultados. El análisis detallado por tipo de actividad reveló lo siguiente:

Áreas con mejor desempeño ($\geq 86\%$):

- Evaluación de funciones (89.0 %)
- Soluciones de sistemas de ecuaciones (90.0 %)
- Resolución de sistemas de ecuaciones mediante gráficas (87.0 %)
- Problemas verbales de sistemas de ecuaciones (86.0 %)

Estos resultados indican una sólida comprensión de conceptos relacionados con funciones y sistemas de ecuaciones. La utilización de representaciones visuales y artísticas pudo haber facilitado la asimilación de estos temas. Investigaciones previas han señalado que la combinación de música y matemáticas en el aula puede tener efectos positivos en el desarrollo cognitivo de los estudiantes.

Áreas con menor desempeño ($\leq 85\%$):

- Problemas verbales de ecuaciones lineales (81.73 %)
- Comparación de funciones lineales (84.61 %)
- Problemas verbales de ecuaciones lineales: gráficas (86.53 %) —no es bajo desempeño—

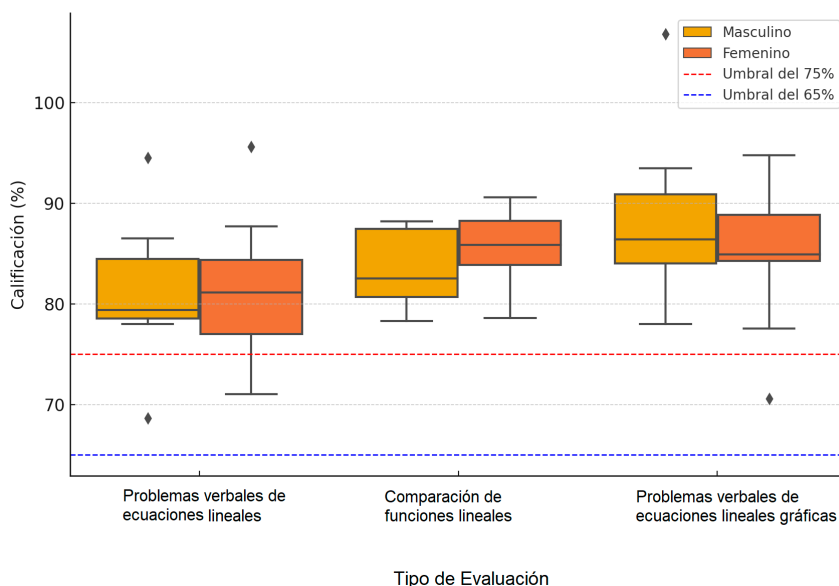
El análisis muestra un menor desempeño en “Problemas verbales de ecuaciones lineales” (81.73 %) y “Comparación de funciones lineales” (84.61%). Aunque “Problemas verbales de ecuaciones lineales: gráficas” presenta una media de 86.53% —no considerada baja—, destaca por su mayor dispersión, lo que sugiere que la interpretación visual genera más variabilidad en el rendimiento. A diferencia de los problemas verbales de sistemas de ecuaciones, que se trabajaron en contextos más colaborativos, los ejercicios con gráficas pueden haber requerido habilidades espaciales menos desarrolladas en algunos estudiantes. No se observaron diferencias significativas por género.

Estos hallazgos son consistentes con estudios previos que indican que las diferencias de género en el rendimiento matemático son mínimas o inexistentes. Por ejemplo, Eisner menciona que la relación entre el género y el aprendizaje de las matemáticas es muy pequeña,

39 Cindy E. Hmelo-Silver, “Problem-based learning: Effects on the early acquisition of cognitive skill in medicine”, *Journal of the Learning Sciences* 13, n.º 4 (2004): 429-457. doi.org/10.1207/s15327809jls0702_2

es decir, demasiado débil para ser significativa⁴⁰. Además, Kloosterman *et al.* no encontraron que el género incida en el aprendizaje de las matemáticas⁴¹.

Figura 3. Distribución de calificaciones en las evaluaciones con menor desempeño, diferenciando por género



Las dificultades en estas áreas podrían estar relacionadas con la complejidad de interpretar problemas verbales y traducir información contextual a modelos matemáticos. Esto sugiere la necesidad de reforzar la enseñanza mediante ejercicios prácticos que integren representaciones visuales y ejemplos contextualizados en el arte. La literatura destaca que la música puede incrementar la concentración y la atención, lo que podría ser beneficioso en la resolución de problemas matemáticos complejos.

Impacto del enfoque interdisciplinario

La vinculación de la docencia con la investigación y la innovación en el proyecto Matemáticas y Arte: Integración Creativa a través del Curso Matemática NCMA 0015 permitió explorar estrategias didácticas que fortalecen el aprendizaje en contextos de crisis.

Los resultados demuestran lo siguiente:

40 Eisner, "The Arts and the Creation of Mind".

41 Peter Kloosterman et al., "Perceptions of Mathematics and Gender", *School Science and Mathematics* 101, n.º 4 (2001): 181-190. doi.org/10.1111/j.1949-8594.2008.tb17821.x

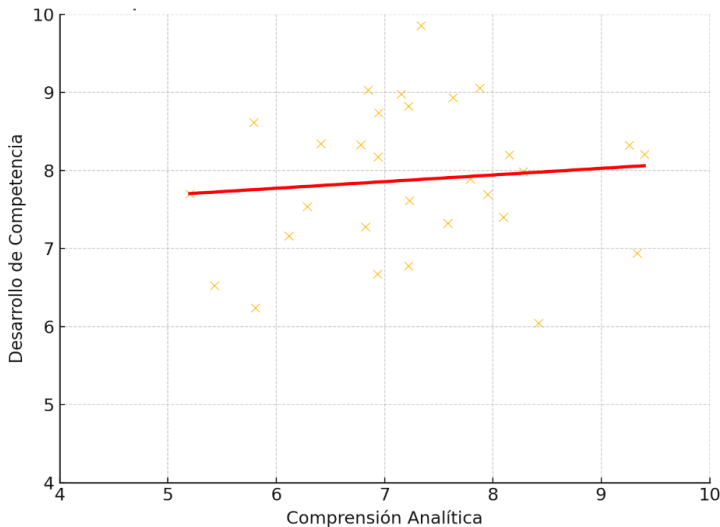
- La integración de elementos visuales y musicales, como gráficas cartesianas, patrones rítmicos y representaciones sonoras de funciones, facilitó la comprensión de funciones y sistemas de ecuaciones al conectar conceptos abstractos con experiencias sensoriales concretas.
- Los problemas verbales continúan representando un desafío para algunos estudiantes, lo que sugiere la necesidad de estrategias más interactivas para mejorar la comprensión de estos ejercicios.
- La tasa de finalización del 98.57 % de las tareas asignadas sugiere un alto nivel de compromiso por parte de los estudiantes. Si bien este indicador no garantiza por sí solo la existencia de un aprendizaje profundo sí refleja constancia y participación activa, condiciones que suelen favorecer el proceso de comprensión cuando se acompañan de metodologías adecuadas.

Estos hallazgos son consistentes con estudios previos que revelan beneficios de la integración entre música y matemáticas, como el desarrollo de la creatividad y la mejora de habilidades socioemocionales. Si bien el gráfico mostró cierta variabilidad entre hombres y mujeres, el análisis estadístico general no evidenció diferencias significativas de desempeño por género, lo que sugiere una enseñanza equitativa en términos globales. No obstante, sería valioso profundizar en análisis específicos por tipo de tarea para detectar posibles brechas. En particular, los problemas verbales continúan representando un desafío, posiblemente por la complejidad que implica traducir enunciados a modelos matemáticos, lo cual podría investigarse más a fondo. Estos resultados se alinean con investigaciones sobre enfoques interdisciplinarios, que han demostrado que la combinación de lenguajes artísticos y matemáticos puede potenciar la comprensión conceptual, especialmente cuando se abordan desde metodologías activas y contextualizadas.

Actividad: números y notas musicales (Taller 3)

Una de las estrategias aplicadas en el curso fue la correlación entre números y notas musicales. Los estudiantes exploraron patrones matemáticos presentes en la música, como fracciones en compases y proporciones en escalas musicales.

Figura 4. Dispersión muestra la relación entre la comprensión analítica y el desarrollo de competencias en la actividad *números y notas musicales*



La figura anterior muestra que existe una correlación positiva entre la comprensión analítica y el desarrollo de competencias, lo que indica que los estudiantes que lograron un mejor entendimiento de los conceptos matemáticos aplicados a la música también mostraron un mejor desarrollo de habilidades prácticas. La mayoría de los estudiantes se sitúan en niveles medios-altos (7-9 en una escala de 1-10), lo que sugiere que la estrategia interdisciplinaria tuvo un impacto positivo en su aprendizaje. La línea de tendencia (en rojo) refuerza esta correlación al mostrar que a medida que la comprensión analítica aumenta, también lo hace el desarrollo de competencia.

Figura 5. Actividades de integración entre matemáticas y música: aplicación de fracciones rítmicas en ejercicios de ritmo y composición



Esta aproximación permitió abordar uno de los conceptos más desafiantes para los estudiantes: la fracción. En un contexto puramente matemático, los estudiantes a menudo tienen dificultades para conceptualizar la fracción como una representación de una parte del todo y su equivalencia en distintas situaciones. Sin embargo, al vincular este concepto con las escalas musicales, los estudiantes pudieron visualizar cómo una nota musical puede dividirse en mitades, cuartos y octavos dentro de un compás, haciendo que la idea de fracción fuera más tangible y comprensible. A través de actividades como ejercicios de ritmo, los estudiantes dividieron las notas en fracciones (por ejemplo, tocando cuartos y octavos en distintos patrones de compás) para reforzar su comprensión de la proporcionalidad. Además, en ejercicios de composición, los estudiantes crearon pequeñas melodías utilizando distintas fracciones rítmicas, lo que les permitió aplicar conceptos matemáticos de manera natural en un contexto musical. Esta experiencia, además de haber facilitado la comprensión de conceptos matemáticos abstractos, incentivó la creatividad y la apreciación artística. La literatura respalda esta metodología e indica que la relación entre música y matemáticas es natural e incuestionable, y que su integración en el aula puede profundizar el aprendizaje en ambas disciplinas.

Proyecto final: integración en parques y escuelas

El proyecto final del curso consistió en una serie de actividades de extensión educativa en parques y escuelas, donde los estudiantes aplicaron los conocimientos adquiridos en contextos reales. Estas experiencias les permitieron conectar conceptos matemáticos y artísticos con su entorno, lo cual promovió un aprendizaje más significativo y contextualizado. Al participar en escenarios fuera del aula, los estudiantes exploraron cómo las matemáticas y el arte se interrelacionan en la vida diaria, hecho que enriqueció su comprensión de ambos campos.

El resultado del proyecto fue documentado en tres videos que ilustraron la manera como los estudiantes integraron los conceptos matemáticos con la creación artística. En el video, titulado “Introducción a Ritmos y Proporciones Musicales”, los estudiantes exploraron cómo las fracciones y proporciones se aplican en los ritmos musicales, descomponiendo patrones

rítmicos para mostrar la relación entre matemáticas y música. Este enfoque promovió una comprensión interdisciplinaria, que fomentó la creatividad y el análisis matemático.

En el video 2, titulado “Aplicación de Secuencias Matemáticas en la Música”, los estudiantes utilizaron secuencias matemáticas como la sucesión de Fibonacci para estructurar composiciones musicales. Este video destacó que los patrones matemáticos recurrentes pueden enriquecer tanto la melodía como la armonía, y ofrecer a los estudiantes una apreciación más profunda de la intersección entre las matemáticas y la música.

Finalmente, el video 3, titulado “Ejecución Musical Basada en Patrones Matemáticos”, mostró la forma en que los estudiantes aplicaron patrones simétricos y series numéricas en la interpretación musical. Este video destacó la importancia de las matemáticas en la ejecución musical, al combinar precisión matemática con expresión artística, y reforzar la conexión entre teoría matemática y habilidades prácticas musicales. El proyecto, que incluyó talleres con jóvenes de la comunidad, enriqueció el aprendizaje de los estudiantes y también promovió la colaboración interdisciplinaria y el trabajo en equipo. Este enfoque es coherente con la formación de un investigador autónomo, ético y político, basada en la realidad social y contextual de América Latina⁴².

Diversos estudios han documentado los beneficios de integrar la música en la enseñanza de las matemáticas. Por ejemplo, un estudio encontró que el uso de la música ya sea en clases separadas o como parte de las clases de matemáticas, se asoció con una mayor mejora en matemáticas a lo largo del tiempo⁴³. Otro estudio señaló que la integración de la música y las matemáticas puede tener otros beneficios para los estudiantes, como el desarrollo de habilidades socioemocionales y la mejora de la concentración⁴⁴. Estos hallazgos respaldan la efectividad de enfoques interdisciplinarios, como el implementado en el presente estudio, para mejorar la comprensión matemática y artística en contextos de crisis.

Estos resultados son consistentes con los hallazgos de Rauscher, Shaw y Ky, quienes demostraron que la exposición a la música mejora el rendimiento en tareas espaciales y matemáticas⁴⁵. Asimismo, estudios recientes han evidenciado que el aprendizaje basado en la combinación de artes y matemáticas fomenta la creatividad y la resolución de problemas⁴⁶. Comparativamente, investigaciones en educación primaria han señalado que el uso de metodologías activas, como la integración de la música y las matemáticas, mejora el desempeño académico y el interés del alumnado⁴⁷.

42 Italia Estefanía Narváez-León y Diana Elizabeth Fárez-Loja, “Estrategias didácticas para favorecer el proceso de aprendizaje en niños de 3 a 4 años”, *Episteme Koinonía. Revista Electrónica de Ciencias de la Educación, Humanidades, Artes y Bellas Artes* 5, n.º 10 (2022): 78-100. doi.org/10.35381/e.k.v5i10.1877

43 Frances H. Rauscher, Gordon L. Shaw y Catherine N. Ky, “Music and Spatial Task Performance”, *Nature* 365, n.º 6447 (1993): 611. doi.org/10.1038/365611a0

44 Narváez-León y Fárez-Loja, “Estrategias didácticas para favorecer el proceso de aprendizaje en niños de 3 a 4 años”.

45 Rauscher, Shaw y Ky, “Music and Spatial Task Performance”.

46 Paola Alejandra Espinosa Cevallos, “Integración del enfoque STEAM en la educación general básica: impacto en el desarrollo del pensamiento crítico y creatividad”, *Revista Tecnopedagogía e Innovación* 3, n.º 1 (2024): 53-69. doi.org/10.62465/rti.v3n1.2024.70

47 Marna Hendriks y Sonja Cruywagen, “Mathematics in South Africa’s Intermediate Phase: Music Integration for Enhanced Learning”, *South African Journal of Childhood Education* 14, n.º 1 (2024): 1535. https://hdl.handle.net/10520/ejc-sajce_v14_n1_a1535

Discusión

Los resultados de la actividad final Matemáticas y Arte: Integración Creativa a través del Curso Matemática NCMA 0015 comprueban que la integración de estrategias didácticas interdisciplinarias en contextos de crisis puede mejorar significativamente el rendimiento académico y el compromiso estudiantil. El alto promedio general de los estudiantes (93.18 %) y la elevada tasa de finalización de tareas (98.57 %) sugieren que la combinación de matemáticas y arte fomenta la motivación y el compromiso estudiantil. Estos resultados son coherentes con estudios que han demostrado que la práctica musical puede influir positivamente en el rendimiento académico desde temprana edad⁴⁸.

Las áreas de mayor desempeño, como la evaluación de funciones y la solución de sistemas de ecuaciones, indican que la utilización de representaciones visuales y artísticas facilita la comprensión de conceptos matemáticos complejos. Sin embargo, las dificultades observadas en problemas verbales de ecuaciones lineales y su representación gráfica revelan la necesidad de reforzar la enseñanza en la interpretación y traducción de situaciones contextuales a modelos matemáticos. Este desafío ha sido identificado en investigaciones que destacan la importancia de estrategias interactivas para mejorar la comprensión en la resolución de problemas matemáticos complejos⁴⁹.

Además, la participación en actividades musicales ha mostrado tener un impacto significativo en el desarrollo de habilidades socioemocionales, como la autoestima, la confianza y la cooperación entre estudiantes⁵⁰. La práctica musical en grupo fomenta habilidades sociales y mejora la cooperación y el trabajo en equipo entre el alumnado⁵¹. Estos beneficios adicionales refuerzan la efectividad de enfoques interdisciplinarios en la educación.

Conclusión

La integración de matemáticas y arte en el aula a través de enfoques interdisciplinarios ha demostrado ser una estrategia eficaz para enriquecer el aprendizaje de los estudiantes. Las actividades realizadas en contextos reales, como parques y escuelas, permitieron que los estudiantes aplicaran los conocimientos adquiridos de manera práctica y promovieron un aprendizaje significativo y contextualizado. Este enfoque no solo facilitó la comprensión de

48 Johan Javier Castillo Morales, Josué Joel De La Cruz Vizcaino y Paola Marcela Romero Correa, "Influencia de la integración musical en el aprendizaje de operaciones básicas de matemáticas en estudiantes de grado tercero de la Institución Educativa Nueva Colombia" (tesis de licenciatura, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2024).

49 Cándida Rosa Álvarez López de Mejía, Yesica del Rosario Quintanilla de Torrez y Elizabeth del Carmen Sosa, "Armonía en la educación: impacto de la música en el aprendizaje de las matemáticas, efectos emocionales y el rol de la administración escolar" (tesis de licenciatura, Universidad de El Salvador, 2024).

50 Alberto Cabedo-Mas y Maravillas Díaz-Gómez, «Arte y música en la educación obligatoria, algo más que un detalle curricular de buen tono», *Multidisciplinary Journal of Educational Research* 5, n.º 3 (2015): 268-295. dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5213831

51 Martin Guhn, Scott D. Emerson, y Peter Gouzouasis, "A Population-Level Analysis of Associations between School Music Participation and Academic Achievement", *Journal of Educational Psychology* 112, n.º 2 (2020): 308. doi.org/10.1037/edu0000376

conceptos matemáticos y artísticos, sino que también fomentó el desarrollo de habilidades socioemocionales y una mayor conexión con su entorno.

Los estudiantes pudieron experimentar de primera mano cómo las matemáticas y el arte se entrelazan en situaciones cotidianas, lo que enriqueció su aprendizaje académico así como su desarrollo personal. A través de la colaboración con la comunidad y la creación de composiciones originales, demostraron su capacidad para aplicar lo aprendido de manera creativa, mientras desarrollaban habilidades de trabajo en equipo y comunicación. El proyecto subraya la importancia de ofrecer oportunidades educativas que trasciendan el aula tradicional, involucrando a los estudiantes en experiencias que les permitan comprender el impacto de las matemáticas y el arte en el mundo real. Este tipo de integración interdisciplinaria prepara a los estudiantes para enfrentar los desafíos académicos, además de empoderarlos como individuos capaces de generar soluciones innovadoras y contribuir a su comunidad de manera activa y comprometida.

Este enfoque educativo, que fusiona disciplinas aparentemente distintas, demuestra el potencial transformador de la educación, al fomentar un aprendizaje más profundo y una formación integral que abarca tanto el conocimiento académico como el desarrollo de competencias personales y sociales esenciales.

La evidencia sugiere que la práctica musical regular mejora las habilidades cognitivas y el bienestar emocional de los estudiantes; asimismo, promueve mayor motivación y concentración, y reduce el estrés. El análisis ANOVA ($F = 0.727$, $p = 0.684$) indica que no hubo diferencias significativas entre las evaluaciones individuales y grupales, lo que sugiere un desempeño uniforme entre los estudiantes. Este hallazgo respalda la efectividad del enfoque interdisciplinario del curso que integra matemáticas y arte sin generar brechas de rendimiento.

La metodología PBL (aprendizaje basado en problemas) también favorece el desarrollo de habilidades de resolución de problemas y pensamiento crítico, al incluir tanto actividades individuales como colaborativas, lo que favorece el aprendizaje profundo. Además, la falta de diferencias significativas por género refuerza la igualdad en el desempeño académico, situación que indica que el rendimiento no está influido por el género en este contexto.

Los resultados del análisis respaldan la eficacia del enfoque interdisciplinario y demuestran que ambas, las evaluaciones individuales y grupales, contribuyen al éxito académico sin generar desigualdades. Adicionalmente, la integración de la música en la enseñanza de las matemáticas mejora el rendimiento académico y fomenta el desarrollo integral de los estudiantes. Estos hallazgos refuerzan la importancia de adoptar metodologías educativas innovadoras que respondan a las necesidades actuales de la educación, especialmente en contextos de crisis.

Declaraciones finales

Contribución de los autores

Luisa Morales: se encargó de la conceptualización del estudio, la metodología, la supervisión y la redacción del borrador original, además de la revisión y edición del texto. Berenice Alfaro: participó principalmente en la investigación, el análisis formal de los datos, la curación de estos, y la validación; además, colaboró en la revisión y edición del manuscrito. Orlando García: contribuyó en la conceptualización del estudio, la administración del proyecto, la asignación de recursos y la visualización de los resultados; asimismo, participó en la revisión y edición del artículo final.

Financiamiento

Sin financiación.

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Implicaciones éticas

Los autores declaran que este artículo no tiene implicaciones éticas en el desarrollo, escritura o publicación.

Datos abiertos

El presente artículo no tiene datos publicados en otras bases de acceso abierto.

Referencias Bibliográficas

Alarcón Curay, Paulina del Rocío, Jhonathan Andrés Caicedo Arroyo, Edwin Fabricio Guevara Oñate y Luis Marcelo León Segovia. "La inclusión de estrategias de aprendizaje basado en proyectos (ABP) para mejorar la comprensión lectora y el pensamiento crítico en estudiantes de educación básica". *Ciencia y Educación* (2024): 604-619. doi.org/10.5281/zenodo.14511228

Álvarez López de Mejía, Cándida Rosa, Yésica del Rosario Quintanilla de Torrez y Elizabeth del Carmen Sosa. "Armonía en la educación: impacto de la música en el aprendizaje de las matemáticas, efectos emocionales y el rol de la administración escolar". Tesis de licenciatura, Universidad de El Salvador, 2024. repositorio.ues.edu.sv/bitstreams/e9b450c8-1557-495a-8475-a28042bd6318/download

- An, Song, Tingting Ma and Mary Margaret Capraro. "Preservice Teachers' Beliefs and Attitude about Teaching and Learning Mathematics through Music: An Intervention Study". *School Science and Mathematics* 111, n.º 5 (2011): 236-248. doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00082.x
- An, Song, Mary Margaret Capraro and Daniel A. Tillman. "Elementary Teachers Integrate Music Activities into Regular Mathematics Lessons: Effects on Students' Mathematical Abilities". *Journal for Learning through the Arts* 9, n.º 1 (2013): 1-19. doi.org/10.21977/D99112867
- Anderson, Molly Elizabeth. "A Three-Part Study in the Connections Between Music and Mathematics". Undergraduate Honors Thesis Collection, Butler University, 2014. digitalcommons.butler.edu/ugtheses/193/
- Boaler, Jo. *Mathematical Mindsets: Unleashing Students' Potential through Creative Math, Inspiring Messages, and Innovative Teaching*. Jossey-Bass, 2016.
- Cabedo-Mas, Alberto y Maravillas Díaz-Gómez. "Arte y música en la educación obligatoria, algo más que un detalle curricular de buen tono". *Multidisciplinary Journal of Educational Research* 5, n.º 3 (2015): 268-295. dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5213831
- Castillo Morales, Johan Javier, Josué Joel de la Cruz Vizcaino y Paola Marcela Romero Correa. "Influencia de la integración musical en el aprendizaje de operaciones básicas de matemáticas en estudiantes de grado tercero de la Institución Educativa Nueva Colombia". Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2024.
- Castillo Montenegro, Edilberta y Jorge Antonio Martínez Moreno. "Aplicabilidad de la metodología *Learning-by-Doing* en el proceso de aprendizaje de las ciencias empresariales y turísticas universitarias". *Revista FAECO Sapiens* 8, n.º 1 (2024): 73-100. https://doi.org/10.48204/j.faeco.v8n1.a6437
- Cerda Etchepare, Gamal y Angélica Vera Sagredo. "Rendimiento en matemáticas: rol de distintas variables cognitivas y emocionales, su efecto diferencial en función del sexo de los estudiantes en contextos vulnerables". *Revista Complutense de Educación* 30, n.º 2 (2019): 597-606. https://dx.doi.org/10.5209/RCED.57389
- Chao-Fernández, Raquel, María Mato-Vázquez y Andrea López-Chao. "¿Se trabajan de forma interdisciplinar música y matemáticas en educación infantil?" *Educação e Pesquisa* 41, n.º 4 (2015): 1009-1022. https://doi.org/10.1590/S1517-9702201512139014
- Cslovjecsek, Markus and Helmut Linneweber-Lammerskitten. "Snappings, Clappings and the Representation of Numbers". *The New Jersey Mathematics Teacher* 69, n.º 1 (2011): 10-12.
- D'Ambrosio, Ubirata. "O Programa Etnomatemática: Uma Síntese". *Acta Scientiae* 10, n.º 1 (2008): 07-16. posgrad.ulbra.br/periodicos/index.php/acta/article/view/74
- Dewey, John. *Experience and Education*. Macmillan, 1938.
- Díaz-Vásquez, Oscar Andrés. "Las pruebas PISA de la OCDE: una revisión a las tendencias de la literatura". *Panorama* 17, n.º 33 (2023): 1-32. doi.org/10.15765/pnrm.v17i33.4112
- Eisner, Elliot W. "The arts and the creation of mind". *Language Arts* 80, n.º 5 (2003): 340-344. doi.org/10.58680/la2003322
- Espinosa Cevallos, Paola Alejandra. "Integración del enfoque STEAM en la educación general básica: impacto en el desarrollo del pensamiento crítico y creatividad". *Revista Tecnopedagogía e Innovación* 3, n.º 1 (2024): 53-69. doi.org/10.62465/rti.v3n1.2024.70
- Guhn, Martin, Scott D. Emerson y Peter Gouzouasis. "A Population-Level Analysis of Associations between School Music Participation and Academic Achievement". *Journal of Educational Psychology* 112, n.º 2 (2020): 308. doi.org/10.1037/edu0000376
- Gutiérrez Chávez, Juan Enrique. "Díasporas talentosas y reforma institucional para el desarrollo: el marco analítico Matryoshka". *Actas del XV Encuentro de Latinoamericanistas Españoles*. Trama Editorial, 2012.
- Hattie, John. *Visible Learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement*. Routledge, 2009.

- Hendriks, Marna and Sonja Cruywagen. "Mathematics in South Africa's Intermediate Phase: Music Integration for Enhanced Learning". *South African Journal of Childhood Education* 14, n.º 1 (2024): 1535. https://hdl.handle.net/10520/ejc-sajce_v14_n1_a1535
- Hmelo-Silver, Cindy E. "Problem-based learning: Effects on the early acquisition of cognitive skill in medicine". *Journal of the Learning Sciences* 13, n.º 4 (2004): 429-457. doi.org/10.1207/s15327809jls0702_2
- Inter-agency Network for Education in Emergencies (INEE). *Mind the Gap: The State of Girls' Education in Crisis and Conflict*. INEE, 2021.
- Johnson, David W. and Frank P. Johnson. *Joining Together: Group Theory and Group Skills*, 10th ed. Pearson, 2009.
- Kloosterman, Peter, Janet (Hagemeyer) Tassell, Ann G. Ponniah, and N. Kathryn Essex. "Perceptions of Mathematics and Gender". *School Science and Mathematics* 101, n.º 4 (2001): 181-190. doi.org/10.1111/j.1949-8594.2008.tb17821.x
- Molina-Linares, Diego Ferney. "Aplicación de la alfabetización digital gamificada para potenciar habilidades matemáticas en primaria". *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0* 17, n.º 1 (2024): 412-422. doi.org/10.37843/rtded.v17i1.501
- Morales-López, Yuri y Ángel Ruiz. *Educación matemática en las Américas 2019*. Comité Interamericano de Educación Matemática, 2020.
- Narváez-León, Italia Estefanía y Diana Elizabeth Fárez-Loja. "Estrategias didácticas para favorecer el proceso de aprendizaje en niños de 3 a 4 años». *Episteme Koinonía. Revista Electrónica de Ciencias de la Educación, Humanidades, Artes y Bellas Artes* 5, n.º 10 (2022): 78-100. doi.org/10.35381/e.kv5i10.1877
- Niss, Mogens. "Mathematical Competencies and the Learning of Mathematics: The Danish KOM Project". *3rd Mediterranean Conference on Mathematical Education*, January 2003.
- Pérez-Aldeguer, Santiago. "El desarrollo de la competencia intercultural a través de la educación musical: una revisión de la literatura". *Revista Complutense de Educación* 24, n.º 2 (2013): 287-301. doi.org/10.5209/rev_RCED.2013.v24.n2.42080
- Rauscher, Frances H., Gordon L. Shaw and Catherine N. Ky. "Music and Spatial Task Performance". *Nature* 365, n.º 6447 (1993): 611. doi.org/10.1038/365611a0
- Reimers, Fernando M. and Andreas Schleicher. *A Framework to Guide an Education Response to the COVID-19 Pandemic of 2020*. OECD, 2020.
- Save the Children. *The right to learn community participation in improving learning*. Save the Children, 2019.
- Schoevers, Eveline M., Paul P. M. Leseman and Evelyn H. Kroesbergen. "Enriching Mathematics Education with Visual Arts: Effects on Elementary School Students' Ability in Geometry and Visual Arts". *International Journal of Science and Mathematics Education* 18, n.º 8 (2020): 1613-1634. doi.org/10.1007/s10763-019-10018-z
- United Nations (UN). *Education and Learning in Crisis-affected Areas*. (UN, 2024). www.un.org/osaa/sites/www.un.org/osaa/files/files/documents/2024/publications/ads2024_policybrief3.pdf
- Vigna, María Agostina. "El arte como herramienta para la inclusión educativa, social y la regeneración de los vínculos comunitarios". Tesis de licenciatura, Universidad Abierta Interamericana, 2008.
- Villamizar Acevedo, Gustavo, Tammi Yulien Araujo Arenas y Wenddy Jurany Trujillo Calderón. "Relación entre ansiedad matemática y rendimiento académico en matemáticas en estudiantes de secundaria". *Ciencias Psicológicas* 14, n.º 1 (2020). doi.org/10.22235/cp.v14i1.2174
- Yang, Min. "Making Interdisciplinary Subjects Relevant to Students: An Interdisciplinary Approach". *Teaching in Higher Education* 14, n.º 6 (2009): 597-606. doi.org/10.1080/13562510903315019