

MÚSICA COMO STE(A)M: IMPACTO EN LA ACTITUD HACIA LA CIENCIA EN EDUCACIÓN PRIMARIA

Music as STE(A)M: Impact on Attitudes Towards Science in Primary Education

Carmen María Sepúlveda-Durán ¹, Azahara Arévalo-Galán^{2*} & Cristina
María García-Fernández, ³

¹<https://orcid.org/0000-0002-1916-9266>; Universidad de Córdoba; s02seduc@uco.es

² <https://orcid.org/0000-0001-5189-4495>; Universidad de Córdoba; m02argaa@uco.es

³ <https://orcid.org/0000-0002-9002-0245>; Universidad de Córdoba; m12gafec@uco.es

*Autor de correspondencia: Carmen María Sepúlveda Durán, s02seduc@uco.es

Recibido: 06/04/2025

Aceptado: 21/07/2025

Publicado: 16/01/2026

Resumen: Introducción: La legislación educativa actual ha incorporado el Pensamiento Computacional en la enseñanza obligatoria, impulsando el enfoque STE(A)M (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas). La música, como manifestación artística, ha adquirido un papel relevante en este ámbito. Este estudio analiza la incorporación de las artes, especialmente la música, en STE(A)M y su relación con la actitud hacia la ciencia en educación primaria. Método: Se realizó una revisión bibliográfica en SCOPUS (N = 100) sobre la interrelación entre música, artes y disciplinas STE(A)M. Paralelamente, se llevó a cabo un estudio cuasiexperimental con estudiantes de primaria (N = 346), empleando el cuestionario SSAQ para medir su actitud hacia la ciencia antes y después de participar en actividades musicales computacionales. Resultados: La revisión mostró un creciente interés por la música en el enfoque STE(A)M, con énfasis en género y empleabilidad. El estudio empírico reveló mejoras significativas en la actitud hacia la ciencia tras la intervención, así como un avance en la igualdad de género. Discusión-Conclusiones: La integración de la música en STE(A)M favorece actitudes científicas positivas y equitativas en el alumnado, destacando el valor pedagógico de las artes para fomentar la inclusión y mejorar la empleabilidad futura.

Abstract: Introduction: Current educational policy has incorporated Computational Thinking into compulsory education, promoting the STE(A)M approach (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics). Within this framework, music—as an artistic expression—has gained particular relevance. This study examines the integration of the arts, especially music, into STE(A)M and its relationship with students' attitudes towards science in primary education. Method: A literature review was conducted using the SCOPUS database (N = 100), focusing on the interrelationship between music, the arts, and STE(A)M disciplines. In parallel, a quasi-experimental study was carried out with primary school students (N = 226), employing the SSAQ questionnaire to measure their attitudes towards science before and after participating in music-based computational activities. Results: The review highlighted a growing interest in music within the STE(A)M framework, particularly concerning gender and future employability. The empirical study revealed significant improvements in students' attitudes towards science following the intervention, alongside progress in gender equity. Discussion – Conclusions: Integrating music into the STE(A)M context fosters positive and equitable scientific attitudes among pupils, underlining the pedagogical value of the arts in promoting inclusion and enhancing future employability.

Résumé: Introduction: Les politiques éducatives actuelles ont intégré la pensée computationnelle dans l'enseignement obligatoire, renforçant ainsi l'approche STE(A)M (Sciences, Technologies, Ingénierie, Arts et Mathématiques). Dans ce cadre, la musique, en tant qu'expression artistique, a acquis une importance particulière. Cette étude examine l'intégration des arts — et en particulier de la musique — dans l'approche STE(A)M et son lien avec l'attitude des élèves envers les sciences dans l'enseignement primaire. Méthodologie: Une revue de la littérature a été réalisée à partir de la base de données SCOPUS (N = 100), en se concentrant sur l'interrelation entre la musique, les arts et les disciplines STE(A)M. Parallèlement, une étude quasi-expérimentale a été menée auprès d'élèves de l'enseignement primaire (N = 226), à l'aide du questionnaire SSAQ, afin d'évaluer leur attitude face aux sciences avant et après leur participation à des activités musicales computationnelles. Résultats : La revue a mis en évidence un intérêt croissant pour la musique dans le cadre STE(A)M, notamment en lien avec les questions de genre et d'employabilité. L'étude empirique a révélé des améliorations significatives dans l'attitude des élèves envers les sciences après l'intervention, ainsi qu'un progrès en matière d'égalité entre les sexes. Discussion – Conclusions: L'intégration de la musique dans le contexte STE(A)M favorise des attitudes scientifiques positives et équitables chez les élèves, soulignant la valeur pédagogique des arts pour promouvoir l'inclusion et renforcer l'employabilité future.

Palabras Clave: Pensamiento computacional; STEAM; educación primaria; música; actitud hacia la ciencia.

Key words: Computational Thinking; STEAM; Primary Education; Music; Attitude Towards Science.

Mots clés: Pensée computationnelle; STEAM; Éducation primaire; Musique; Attitude envers les sciences.

INTRODUCCIÓN

La legislación educativa española, en consonancia con las directrices europeas, se encuentra en proceso de transformación para responder a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU. Entre los principales cambios destaca el impulso al Pensamiento Computacional (PC), formalizado en el Plan de Acción Digital 2021–2027 y reflejado en la Ley Orgánica 3/2020 y el Real Decreto 157/2022. Estas normativas establecen su incorporación transversal en todas las etapas de la educación obligatoria, en el marco de las competencias STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), que más recientemente han evolucionado hacia el enfoque STEAM con la inclusión de las Artes (Burnard et al., 2022).

El PC, surgido del ámbito de la informática, comprende estrategias para resolver problemas complejos aplicables en contextos educativos diversos (Wing, 2017). Su incorporación al currículo responde a una necesidad formativa orientada no solo a la programación, sino también al desarrollo de competencias transversales como la creatividad, el pensamiento crítico y la alfabetización digital. Ejemplos como la iniciativa “Alianza STEAM por el Talento Femenino”, del Ministerio de Educación y Formación Profesional, muestran cómo la inclusión de las artes favorece un enfoque pedagógico más integrador y equitativo.

La interrelación entre las disciplinas científicas y artísticas ha sido históricamente constante, y en la actualidad, numerosos estudios promueven propuestas que fusionan ciencias y humanidades para fomentar el interés del alumnado en el ámbito científico (Vázquez-Manassero & Vázquez-Alonso, 2017). Aunque la educación STEM ha estado más consolidada,

el paradigma STEAM gana terreno, incluyendo expresiones artísticas como la música para estimular el aprendizaje de competencias tecnológicas y científicas. En un análisis de literatura en bases como SCOPUS, ResearchGate y Dialnet, Rojas-Mesa et al. (2023) constatan que, aunque el 62% de los trabajos se centran en STEM, el 30% ya contempla la inclusión de las artes, y un 8% combina ambos enfoques.

A pesar del avance, persisten ambigüedades en la delimitación conceptual entre STEM, STEAM y la enseñanza tradicional de ciencias (Bogdan -Toma & García-Carmona, 2021). Estudios del *Joint Research Centre* (Bocconi et al., 2022) evidencian cómo distintos países europeos integran el PC en sus sistemas educativos, subrayando su valor para la resolución de problemas y la alfabetización digital. En este marco, la interdisciplinariedad entre arte y ciencia refuerza la capacidad del alumnado para abordar problemas complejos.

El papel de la creatividad, el diseño y la innovación —elementos característicos del arte— ha sido señalado como clave en los enfoques STEAM (Karampelas, 2023). La inclusión de la música, en particular, contribuye al desarrollo de competencias como la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la formulación de hipótesis y el trabajo colaborativo (Casado-Fernández & Checa-Romero, 2023; Bassachs et al., 2020). Estas habilidades fomentan una actitud científica reflexiva, fundamentada en la evaluación y comprensión de la información.

Desde esta perspectiva, la actitud hacia la ciencia cobra especial interés. Según Aguilera y Perales-Palacios (2019), esta actitud se construye a partir de creencias sobre la capacidad personal, la percepción de utilidad de la ciencia y las emociones asociadas a su aprendizaje. Así, analizar cómo la integración de las artes —especialmente la música— impacta en esta actitud resulta fundamental para comprender el alcance del enfoque STEAM.

Con estas bases, el presente estudio persigue cinco objetivos:

- Realizar una revisión bibliográfica sobre la integración de las artes en STEAM, con énfasis en la música;
- Identificar tendencias y hallazgos relevantes en la literatura académica sobre artes y PC;
- Diseñar e implementar un estudio cuasiexperimental sobre el impacto de actividades musicales computacionales (Sepúlveda-Durán et al., 2023a, 2023b, 2025) en la actitud hacia la ciencia de estudiantes de primaria;
- Interpretar los resultados obtenidos;
- Sintetizar sus implicaciones educativas prácticas.

MÉTODO

Enfoque metodológico

Esta investigación adopta un enfoque mixto desde una perspectiva pragmática, en la línea metodológica de Creswell y Plano-Clark (2018), integrando una revisión bibliográfica estructurada y un estudio cuasiexperimental. La revisión se desarrolló en la base de datos SCOPUS mediante ecuaciones de búsqueda específicas, y se codificó con ATLAS.ti en ocho categorías temáticas. Esta fase responde a un modelo de revisión narrativa estructurada (Torraco, 2005), orientado a sintetizar el conocimiento existente sobre la integración de las artes, especialmente la música, en contextos STEAM. De forma complementaria, el estudio empírico se diseñó conforme al enfoque cuasiexperimental con grupos no equivalentes descrito por Deni et al. (2023), permitiendo analizar el impacto de actividades musicales computacionales (Sepúlveda-Durán et al., 2023a, 2023b, 2025) en la actitud hacia la ciencia del alumnado de educación primaria.

VARIABLES

La revisión bibliográfica se estructuró en torno a ecuaciones de búsqueda que combinaban términos como: *computational thinking*; *STEAM*; *education*; *music*; *unplugged activities*; *plugged activities*. Se seleccionaron documentos de acceso abierto que abordaban explícitamente la inclusión de las artes en STEAM, excluyendo los centrados exclusivamente en STEM.

En el estudio cuasiexperimental, se consideraron tres variables principales:

- Sexo: distinguiendo entre masculino y femenino.
- Curso académico: se analizaron estudiantes de 3° a 6° de primaria, permitiendo observar la evolución de la actitud con la edad.
- Contexto: se distinguieron entornos rurales y urbanos, definidos por criterios poblacionales y estructurales de los centros educativos.

Muestra

La revisión bibliográfica incluyó 100 publicaciones atendiendo a los siguientes criterios de inclusión:

- Publicaciones académicas indexadas en SCOPUS.
- Periodo de publicación entre 2016-2024.
- Acceso abierto al texto completo.
- Presencia explícita de temática STEAM, incluyendo combinación con disciplinas artísticas.
- Enfoque educativo.

El estudio cuasiexperimental se organizó en dos grupos, conformados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, debido a la imposibilidad de realizar una selección aleatoria. La composición de los grupos respondió a criterios de accesibilidad y disponibilidad de los centros participantes. Así, el grupo experimental (N=176, alumnado de 2º y 3º ciclo de primaria) y el grupo control (N=170, mismos niveles educativos). Los estudiantes carecían de conocimientos previos sobre computación y robótica. En el grupo experimental, el 58,5% eran varones y el 41,5% mujeres; el 92,6% pertenecía a entornos urbanos. Los cursos representados fueron 3º (31), 4º (35), 5º (50) y 6º (60) de Primaria. El grupo control está compuesto por un 53% de estudiantes de género masculino (N = 90) y un 47% de género femenino (N = 80). En cuanto a la distribución por cursos, participan 43 estudiantes de 3º y 4º de primaria, y 42 estudiantes de 5º y 6º de primaria, respectivamente.

Instrumentos de obtención de información

Para la revisión bibliográfica se utilizó SCOPUS como fuente principal y ATLAS.ti para el análisis cualitativo y categorización temática de los textos seleccionados.

Para evaluar la actitud hacia la ciencia, se aplicó el cuestionario *School Science Attitude Questionnaire* (SSAQ) (Aguilera y Perales-Palacios, 2019), compuesto por 20 ítems en escala Likert de 5 puntos. Este instrumento contempla cuatro dimensiones:

- Importancia de la ciencia para el estudiante (D1): evalúa la relevancia que el estudiante otorga a las ciencias (Ítems 5, 6, 9, 13 y 18).
- Autoeficacia (D2): analiza las creencias personales del estudiante sobre su propio desempeño en las ciencias (Ítems 4, 10, 14, 15 y 19).
- Interés y disfrute (D3): mide el nivel de interés y disfrute del estudiante en relación con las ciencias (Ítems 1, 7, 8, 11 y 17).
- Conexión de la ciencia con la vida diaria del estudiante (D4): considera la utilidad de las ciencias en la vida cotidiana del estudiante (Ítems 2, 3, 12, 16 y 20).

Procedimiento de recogida y análisis de datos

PROCEDIMIENTO

La revisión bibliográfica se realizó paralelamente a la recolección de datos del grupo experimental. Los documentos seleccionados fueron leídos, codificados y clasificados en ocho categorías temáticas, analizándose mediante coocurrencias y redes de códigos.

En el estudio empírico, entre octubre y diciembre de 2023 se aplicaron los pretests. Las actividades musicales computacionales (Sepúlveda-Durán et al., 2023a, 2023b, 2025) se

desarrollaron entre febrero y mayo de 2024, seguidas por los postests en junio. El grupo control completó pre y postest sin participar en las actividades.

Las actividades realizadas fueron diseñadas a partir de problemas del reto internacional de Bebras, que propone desafíos breves orientados a fomentar el pensamiento computacional sin necesidad de programación explícita. Estos problemas junto a los planteamientos de Lockwood y Mooney (2018), sobre la adaptación de estas actividades para diseñar otras nuevas, o su utilización como herramienta de evaluación del pensamiento computacional, dio lugar a ejercicios analógicos y digitales que fomentaban habilidades como abstracción, automatización y pensamiento algorítmico, adaptadas a soportes variados (tablets, ordenadores, pizarra digital) con temática musical que trabajó el alumnado.

Análisis de datos

Para evaluar la prevalencia temática de los documentos analizados, se empleó ATLAS.TI para el análisis de códigos y se generó un informe de códigos que refleja la frecuencia temática en la documentación seleccionada. Además, se realizó un análisis de co-ocurrencia para identificar patrones temáticos y relaciones conceptuales, y se creó una red de códigos al triangular los datos con un análisis código-documentación.

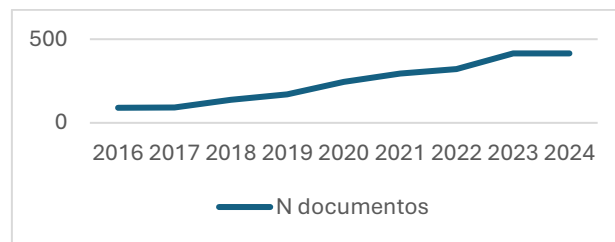
Para evaluar diferencias iniciales entre los grupos del estudio cuasiexperimental (grupo experimental y grupo control), se aplicó la prueba estadística *t* de Student para muestras independientes. Posteriormente, para determinar si existían diferencias significativas entre las puntuaciones del pretest y el postest en ambos grupos y evaluar las diferencias antes y después de la intervención, se realizó un análisis de medidas repetidas en ambos grupos. Específicamente, para analizar las diferencias entre los grupos académicos, se efectuó un análisis de varianza con un posterior análisis *post hoc* mediante la prueba de Tukey para identificar diferencias específicas entre los pares de grupos académicos analizados.

RESULTADOS

Estudio bibliográfico

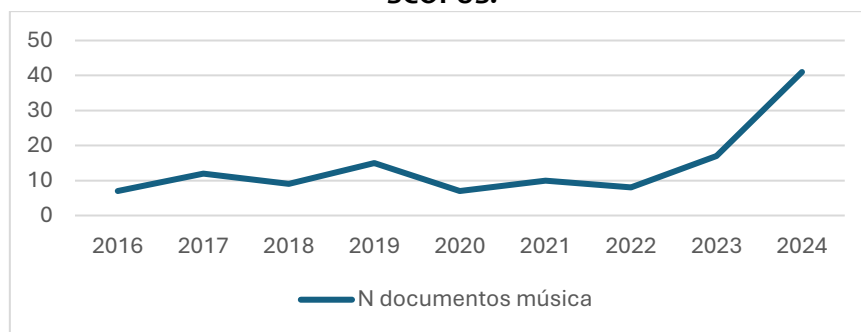
A partir de la ecuación *steam AND education*, SCOPUS arrojó 2.268 resultados, evidenciando un crecimiento sostenido entre 2016 y 2024 (figura 1):

Figura 1. Evolución producción bibliográfica sobre educación y STEAM en SCOPUS. Fuente: SCOPUS.



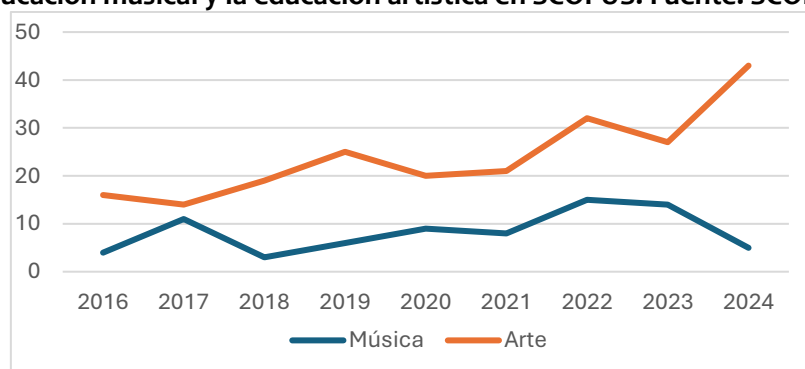
Al añadir términos como *music* o *art* (ecuación *steam AND music AND education*), el número de publicaciones disminuye considerablemente: solo 110 resultados incluyen música en el contexto STEAM, siendo 2024 el año de mayor producción (figura 2):

Figura 2. Evolución de la literatura sobre educación musical y STEAM en SCOPUS. Fuente: SCOPUS.



Las búsquedas más específicas, como *steam AND music AND unplugged AND activities*, ofrecieron apenas dos documentos (2023), y no se hallaron publicaciones con la combinación *steam AND music AND plugged AND activities*. La combinación *computational AND thinking AND music AND education* arrojó 87 documentos, con un pico en 2022; *computational AND thinking AND art AND education* registró 268. (figura 3):

Figura 3. Evolución de la literatura sobre pensamiento computacional en relación con la educación musical y la educación artística en SCOPUS. Fuente: SCOPUS.



Tras la depuración de documentos en acceso abierto, se codificaron 100 artículos en ocho temáticas: metodología didáctica, habilidades de PC, herramientas didácticas, métodos de investigación, bibliografía artística, habilidades cognitivas, variables de estudio y nivel educativo. A continuación, se presentan las frecuencias temáticas (tabla 1):

Tabla 1. Resultado de frecuencia temática de codificación de la documentación seleccionada.

Fuente: elaboración propia a partir de SCOPUS.

Grupo temático	Código	N
Metodología Didáctica	Aprendizaje Basado en Juegos	7
	Aprendizaje Basado en Problemas	10
	Trabajo cooperativo	14
Habilidades de Pensamiento Computacional	Abstracción	6
	Acción-Instrucción	2
	Automatización	1
	Bucles	5
	Aprendizaje de código	12
	Competencias generales en Pensamiento Computacional	22
	Condicionales	4
	Depuración	6
	Descomposición	6
	Instrucción	6
	Habilidades digitales	8
	Lógica	6
	Pensamiento Algorítmico	5
	Reconocimiento de patrones	5
Herramientas didácticas	Actividades conectadas	31
	Actividades desenchufadas	41
	Ambiente de aprendizaje	2
	App móvil	1
	Contexto digital	3
	Herramientas de programación visual	3
	Inteligencia Artificial	1
	LEGO/KIBO	1
	Play Maker	1
	Python	2
	Realidad Aumentada	2
	Robot tangible	13
	Scratch	10
	Videojuego	1
	Análisis de documentos	11

Método de Investigación	Entrevista	7
	Cualitativo	2
	Cuasiexperimental	6
	Método mixto	4
Específico de Arte	Arte	6
	Música	15
Habilidades cognitivas	Ciencias de la computación	2
	Creatividad	18
	Habilidades cognitivas generales	4
	Informática	6
	Matemáticas	12
	Memoria	2
	Motivación	1
	Pensamiento Computacional	74
	Pensamiento Espacial	2
	Programación	35
	Tecnología	3
Variables de estudio	Diferencias de género	2
	Empleabilidad	2
	Etnia	1
	Robótica	19
Edad de estudio	Educación Infantil	21
	Educación Primaria	26
	Educación para adultos	2
	Educación Secundaria	13
	Educación Superior	13

De estos datos se derivan varias conclusiones que se abordan desde los distintos grupos temáticos. La revisión bibliográfica revela un creciente interés por enfoques metodológicos activos en la enseñanza del pensamiento computacional (PC) desde una perspectiva STEAM. En 31 publicaciones se destacan metodologías como el juego, la resolución de problemas y el trabajo cooperativo, que suponen una ruptura con los modelos instructivos tradicionales. Este cambio se alinea con el concepto emergente de STEAM-Based Learning, orientado a la integración significativa de las disciplinas (Arpaci et al., 2023).

En cuanto a las habilidades de PC, la mayoría de los estudios las abordan desde una perspectiva general (Enríquez-Ramírez et al., 2021), con escasa atención a categorías específicas como bucles, abstracción o codificación. Destacan, sin embargo, algunas contribuciones centradas en la etapa K-12, como la propuesta de Bell y Bell (2018), que vinculan estas habilidades al aprendizaje musical.

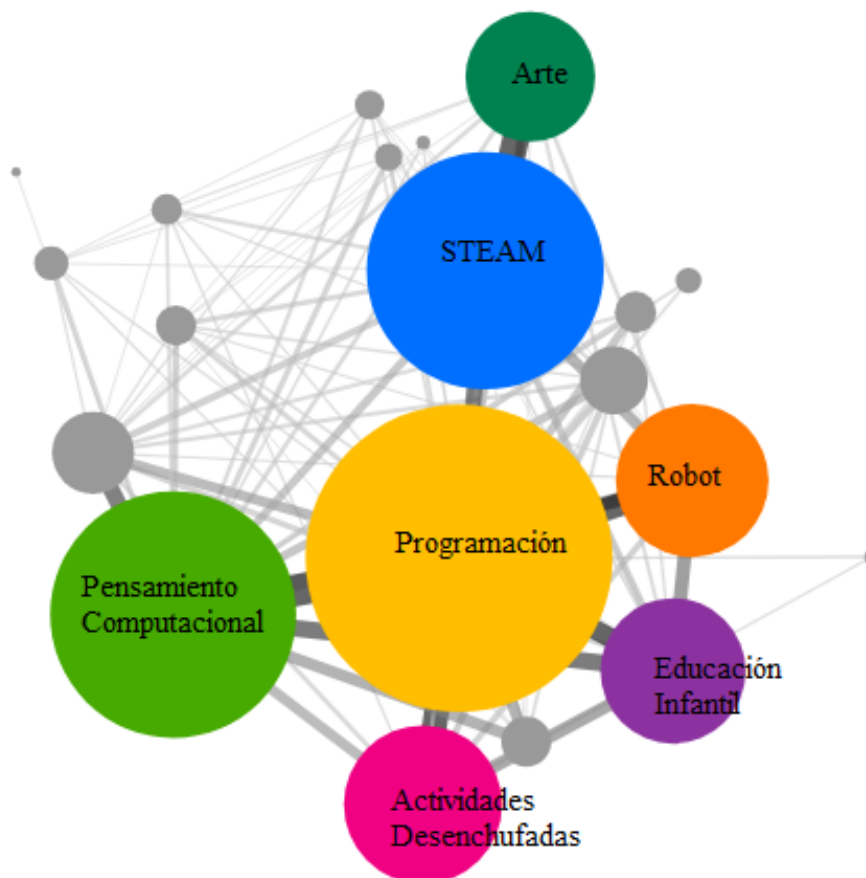
En el ámbito de las herramientas didácticas, sobresale el uso de actividades desenchufadas o sin dispositivos (41 documentos), coherente con el carácter creativo de las artes en la resolución de problemas (Bell et al., 2009). Además, emergen nuevas líneas de trabajo, como la aplicación de inteligencia artificial generativa en contextos artísticos vinculados al PC y al desarrollo de competencias cognitivas (Caudillo, 2024).

Metodológicamente, aunque la literatura incluye estudios bibliográficos, cualitativos, cuantitativos y mixtos, el número de investigaciones empíricas rigurosas es reducido (30 documentos), lo que evidencia la necesidad de una mayor sistematización en el campo STEAM.

Respecto a la bibliografía específica de arte, solo 22 publicaciones se centran en disciplinas artísticas concretas, mayoritariamente música. Entre ellas, solo un estudio se focaliza en la educación primaria con diseño cuasiexperimental (Sepúlveda- Durán et al., 2023a). El resto aborda herramientas digitales de composición musical en niveles superiores (Ludovico et al., 2017), mientras que casos como el de Almpani y Almisís (2021) amplían el foco hacia la danza. El análisis ha permitido identificar una categoría emergente de habilidades cognitivas, siendo el PC la competencia más referenciada (74 documentos), seguido por la creatividad (14 documentos), confirmando su papel central en la adaptación al entorno digital.

Las variables de estudio más frecuentes incluyen género, empleabilidad y etnia. La literatura sugiere que el enfoque STEAM favorece el desarrollo del PC en mujeres (Arpaci et al., 2023) y contribuye a mejorar la empleabilidad de colectivos socialmente diversos (Burnard et al., 2022). En cuanto a la edad de estudio, la bibliografía abarca todas las etapas educativas, con mayor concentración en educación primaria (26 documentos) e infantil (21 documentos), y una limitada atención a la formación de adultos (2 documentos). Tras realizar un análisis de co-ocurrencia de los códigos generados, se elabora un gráfico de fuerza dirigida (figura 4) que establece los principales enraizamientos:

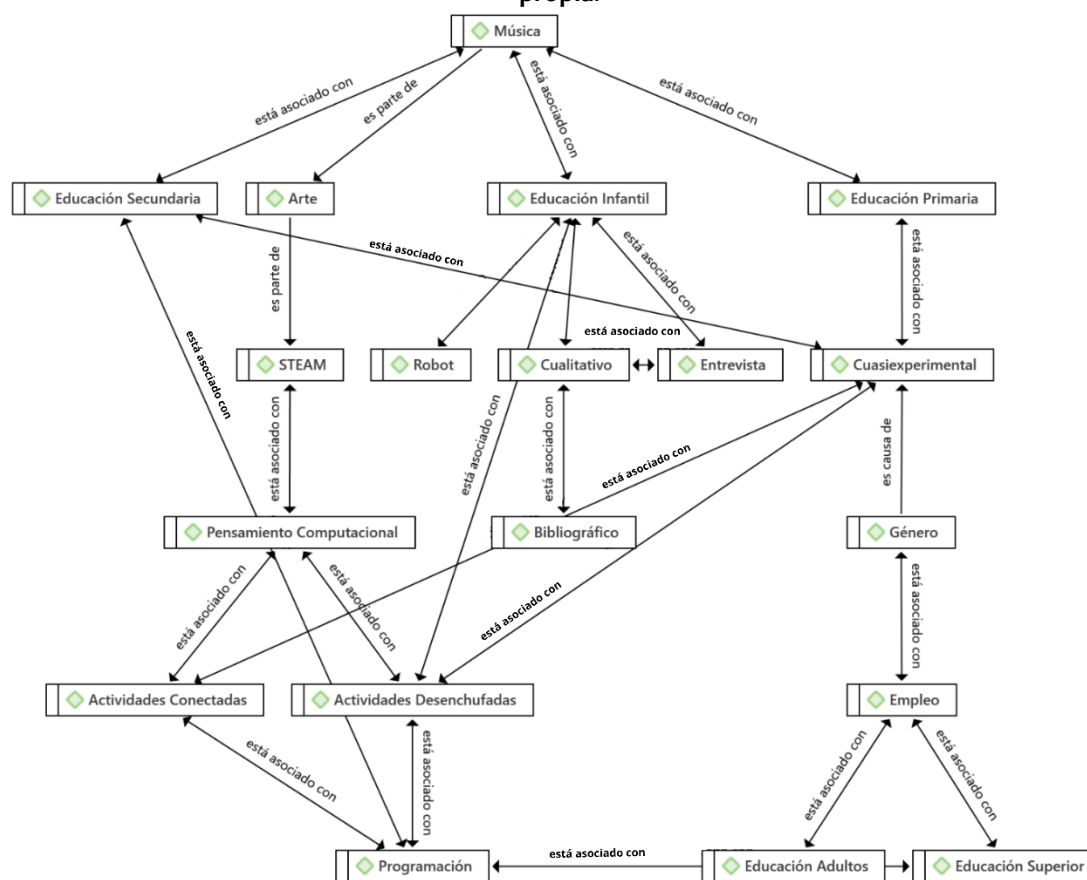
Figura 4. Gráfico de fuerza dirigida sobre co-ocurrencia de la codificación bibliográfica generada.
Fuente: elaboración propia.



Del análisis realizado se desprende que la programación constituye el nodo central, del cual se derivan conceptos clave como pensamiento computacional y STEAM. Este último mantiene vínculos con el arte, aunque de forma más periférica respecto a otros conceptos del ámbito educativo, como robótica, educación infantil y actividades desenchufadas, que presentan una mayor interconexión entre sí.

Asimismo, se ha generado una red de códigos (Figura 5) mediante la triangulación entre el análisis código-documento y los códigos de mayor relevancia, lo que permite visualizar las relaciones conceptuales predominantes en el corpus analizado:

Figura 5. Relaciones entre los códigos más relevantes del análisis bibliográfico. Fuente: elaboración propia.



La red de códigos generada revela que la enseñanza musical se aborda en el enfoque STEAM desde distintas etapas educativas —infantil (incluyendo robótica tangible), primaria y secundaria—, destacando su contribución al desarrollo del pensamiento computacional a través de actividades conectadas y desenchufadas. Este pensamiento se vincula estrechamente con la programación, especialmente relevante en educación superior y de adultos por su relación con la empleabilidad. La literatura revisada abarca diversos enfoques metodológicos (estudios bibliográficos, cualitativos y cuasiexperimentales) y muestra un interés particular por variables como el género, analizando su influencia en la equidad educativa y en las oportunidades laborales futuras.

Estudio cuasiexperimental

En referencia al estudio llevado a cabo como ilustración del desarrollo de la actitud a la ciencia, en primer lugar, en referencia a las puntuaciones del pretest del grupo experimental y control, se observó que no existían diferencias significativas entre ambos grupos antes de la intervención. Sin embargo, esta diferencia sí existe en cuanto a las puntuaciones del postest (tabla 2).

Tabla 2. Comparación de puntuaciones pre y posttest de grupo experimental y control.

Dimensión	Grupo	N	M	t	p
Pretest D1	Experimental	176	3.87	-.591	.555
	Control	170	3.94		
Posttest D1	Experimental	176	4.14	3.98	.000
	Control	170	3.61		
Pretest D2	Experimental	176	3.39	2.05	.045
	Control	170	3.15		
Posttest D2	Experimental	176	4.02	8.56	.000
	Control	170	2.79		
Pretest D3	Experimental	176	3.90	.333	.739
	Control	170	3.85		
Posttest D3	Experimental	176	4.18	4.71	.000
	Control	170	3.46		
Pretest D4	Experimental	176	3.48	1.57	.118
	Control	170	3.22		
Posttest D4	Experimental	176	4.01	7.85	.000
	Control	170	2.82		

Por otro lado, al analizar las diferencias entre las puntuaciones pre y posttest de ambos grupos, se observa que sí hay diferencias significativas entre las puntuaciones pre y posttest del grupo experimental (tabla 3) en todas las dimensiones que conforman el test, no dándose estas en el grupo control.

Tabla 3. Relación de resultados en todas las dimensiones de Actitud a la Ciencia en el grupo experimental.

Dimensión	N	M	DT	p
Pretest D1	176	3.87	.67	.000
Posttest D1	176	4.14	.70	
Pretest D2	176	3.39	.69	.000
Posttest D2	176	4.02	.82	
Pretest D3	176	3.90	.82	.000
Posttest D3	176	4.18	.77	
Pretest D4	176	3.48	.73	.000
Posttest D4	176	4.01	.85	

A continuación, se analizan de forma pormenorizada estas diferencias atendiendo a las distintas variables de estudio. De esta manera, se analiza género, curso y contexto.

Atendiendo a la variable género no se observan diferencias significativas entre ambos grupos de estudiantes en ninguna de las dimensiones que evalúa el test, tanto en pretest como en posttest.

En referencia al curso, se realiza un análisis de varianza donde sí se observan diferencias significativas en todas las dimensiones evaluadas entre los distintos cursos participantes. Tras el análisis post hoc con la prueba de Tukey, se observan que las diferencias existentes se reflejan de forma concreta entre los siguientes pares de grupos académicos (tabla 4):

Tabla 4. Relación de grupos académicos que presentan diferencias significativas entre puntuaciones del test.

Dimensión	Comparación entre grupos		N	M	p
Pretest D1	3° y 5°	3°	31	3.63	.002
		5°	50	4.17	
	5° y 6°	5°	50	4.17	.003
		6°	60	3.74	
Postet D1	3° y 6°	3°	31	4.21	.006
		6°	60	3.74	
	4° y 6°	4°	35	4.34	.000
		6°	60	3.74	
	5° y 6°	5°	50	4.43	.000
		6°	60	3.74	
Postest D2	3° y 4°	3°	31	3.88	.008
		4°	35	4.45	
	3° y 5°	3°	31	3.88	.009
		5°	50	4.41	
	4° y 6°	4°	35	4.45	.000
		6°	60	3.52	
	5° y 6°	5°	50	4.41	.000
		6°	60	3.52	
Postest D3	4° y 6°	4°	35	4.40	.001
		6°	60	3.80	
	5° y 6°	5°	50	4.47	.000
		6°	60	3.80	
Postest D4	3° y 4°	3°	31	3.74	.000
		4°	35	4.58	
	3° y 5°	3°	31	3.74	.000
		5°	50	4.45	
	4° y 6°	4°	35	4.58	.000
		6°	60	3.47	
	5° y 6°	5°	50	4.45	.000
		6°	60	3.47	

Así, en el pretest se observa una diferencia significativa de 5° de primaria respecto a 3° y 6° de primaria. En todas las dimensiones se observa, así mismo, diferencias entre cursos en el postest. En la dimensión 1 “importancia de las ciencias para el estudiante”, se observa una mayor puntuación significativa de 3°, 4° y 5° respecto a 6°. En la dimensión 2 “autoeficacia” se observa diferencias significativas entre 3° con 4° y 5° y 5° con 6°. En este aspecto los cursos superiores puntúan más que los inferiores. En la dimensión 3 “interés y disfrute”, también puntúan más significativamente los cursos de 4° y 5° que 6°. En la dimensión 4 “conexión de la ciencia con la vida del estudiante” se observa como 4° y 5° puntúan significativamente más alto que 3° y 6°.

Atendiendo a la variable contexto, solo se aprecian diferencias significativas en la puntuación del pretest D3 ($p = .005$) siendo mayor la media de puntuación en el grupo rural ($M = 4.33$) que en el urbano ($M = 3.86$).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los primeros objetivos del estudio, centrados en la revisión bibliográfica sobre la integración de las artes en el enfoque STEAM y su vinculación con el pensamiento computacional, evidencian un interés creciente, aunque desigual. Tal como destacan Rojas-Mesa et al. (2023), si bien se incrementa la producción científica relacionada con STEAM, los trabajos específicamente centrados en música o arte siguen siendo limitados. Esta disparidad apunta a una escasa consolidación del vínculo entre arte y ciencia en el contexto educativo, posiblemente debido a la falta de conciencia institucional y académica sobre el potencial integrador de estas disciplinas.

Leavy et al. (2023) señalan una limitada comprensión del papel de las artes dentro del modelo STEAM, lo cual coincide con los hallazgos de esta revisión, en la que muchas publicaciones abordan las habilidades computacionales de forma genérica, sin conexión clara con la expresión artística. La codificación temática también refleja que el pensamiento computacional aparece como habilidad transversal, asociada tanto al razonamiento lógico como a otras competencias cognitivas (Zapata-Ros, 2019; Sanabria-Zafra et al., 2020). Esta ambigüedad conceptual pone de manifiesto la necesidad de consolidar un marco teórico robusto que articule de manera explícita la relación entre STEAM, PC y artes.

Desde el punto de vista metodológico, los estudios analizados promueven una pedagogía activa, alejada del enfoque tradicional. El análisis de redes temáticas y las propuestas revisadas apuntan a la emergencia de modelos como el Aprendizaje Basado en Proyectos, el Aprendizaje Basado en Problemas y el trabajo cooperativo, sustentados en herramientas como robótica tangible, apps móviles, realidad aumentada o Scratch (Karampelas, 2023; Lv et al., 2023). En esta línea, Carpena-Arias y Esteve-Mon (2025) demostraron que una intervención basada en aula invertida gamificada, logró mejoras significativas en el pensamiento computacional del alumnado de primaria, reduciendo además diferencias de género en los resultados. Asimismo, investigaciones recientes subrayan la utilidad de tecnologías emergentes como la realidad mixta para enriquecer la experiencia educativa desde planteamientos activos e inclusivos (Marín-Díaz et al., 2023; Marín et al., 2025). Otro de los recursos metodológicos emergentes en el contexto STEAM es el uso educativo de videojuegos, especialmente en etapas de Educación Primaria. Aunque tradicionalmente excluidos del entorno escolar, diversos estudios defienden su potencial para fomentar

aprendizajes significativos, motivadores y conectados con los intereses del alumnado (Sampedro-Requena et al., 2025). Estas metodologías refuerzan la creatividad, el pensamiento crítico y la integración de conocimientos, en sintonía con los ODS 4 (educación de calidad) y 5 (igualdad de género).

La inclusión de la música dentro de STEAM aparece aún como incipiente, aunque con experiencias prometedoras. La mayoría de estudios analizados que vinculan música y PC se centran en niveles educativos superiores, con escasa presencia en primaria. Este trabajo contribuye a cubrir ese vacío mediante el estudio cuasiexperimental realizado.

En relación con los objetivos empíricos, los resultados del pretest confirmaron la homogeneidad entre grupos, lo que valida las condiciones iniciales. Posteriormente, el grupo experimental mostró mejoras significativas en todas las dimensiones del cuestionario SSAQ, lo que indica que las actividades musicales computacionales tienen un impacto positivo en la actitud hacia la ciencia. Este hallazgo refuerza la idea de que las artes, en particular la música, no solo son compatibles con las ciencias, sino que pueden actuar como catalizadoras de motivación y comprensión científica.

Desde la perspectiva de género, los resultados muestran una evolución igualitaria en la actitud hacia la ciencia, sin diferencias significativas entre varones y mujeres. Esto coincide con investigaciones previas que destacan el potencial del enfoque STEAM para reducir la brecha de género (Master et al., 2023; Burnard et al., 2022). Asimismo, el contexto rural mostró niveles de interés similares a los entornos urbanos tras la intervención, lo que sugiere que las actividades STEAM, si están bien diseñadas, pueden implementarse con éxito en diversidad de entornos (Yuliana et al., 2021; Nogueira et al., 2021). En esta línea, Rico-Lugo & Bosagain-Olabé (2018) han subrayado que el pensamiento computacional no solo proporciona competencias técnicas, sino que también favorece la resolución de problemas, la creatividad y la adquisición de habilidades clave para el siglo XXI. Además, constituye una herramienta estratégica para reducir brechas digitales y educativas, especialmente cuando se incorpora en el currículo desde edades tempranas y mediante enfoques pedagógicos contextualizados.

Las diferencias detectadas entre cursos escolares también resultan relevantes. Mientras que 4º y 5º de primaria mostraron mejoras sostenidas, 6º evidenció una menor ganancia. Este patrón, también observado por Aguilera y Perales-Palacios (2019) y Sepúlveda-Durán et al. (2023a), puede deberse a cambios en el interés por las ciencias con la edad, así como a un desfase entre la complejidad de las actividades y la madurez cognitiva del alumnado.

Finalmente, se destaca la necesidad de seguir fomentando el enfoque STEAM como vía para potenciar competencias del siglo XXI. La inclusión de las artes no solo enriquece la

experiencia educativa, sino que favorece la equidad, la empleabilidad futura y el desarrollo integral del alumnado. Para ello, resulta clave consolidar propuestas didácticas que integren la música y otras formas artísticas desde las primeras etapas educativas, sustentadas en evidencia científica.

REFERENCIAS

- Aguilera, D. & Perales-Palacios, F. J. (2019). Actitud hacia la Ciencia: desarrollo y validación estructural del School Science Attitude Questionnaire (SSAQ). En *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 16, n.3.: <https://doi.org/10.25267/RevEurekaensendivulgcienc.2019.v16.i3.3103>
- Almpani, S. & Almis, D. (2021). Danza y robots: diseño de un proyecto mejorado con robótica para la educación STEAM basada en la danza utilizando ENGINO. En Malvezzi, M., Almis, D., Moro, M. (eds) *Educación en y con robótica para fomentar las habilidades del siglo XXI. EDUROBOTICS 2021. Estudios en Inteligencia Computacional*, vol 982. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77022-8_13
- Arpaci, I., Dogru, M. S., Kanj, H., Ali, N. & Bahari, M. (2023). An Experimental Study on the Implementation of a STEAM-Based Learning Module in Science Education. *Sustainability*, 15(8), 6807. <http://dx.doi.org/10.3390/su15086807>
- Bassachs, M., Cañabate, D., Nogué, L., Serra, T., Bubnys, R. & Colomer, J. (2020). Fostering Critical Reflection in Primary Education through STEAM Approaches. *Education Sciences*, 10(12), 384. <https://doi.org/10.3390/educsci10120384>
- Bell, T., Alexander, J., Freeman, I. & Grimley, M. (2009). Computer science unplugged: School students doing real computing without computers. *The New Zealand Journal of Applied Computing and Information Technology*, 13(1), 20-29. <https://eprints.lancs.ac.uk/id/eprint/50117/>
- Bell, J. & Bell, T. (2018). Integrating Computational Thinking with a Music Education Context. *Informatics in Education*, 17, 151-166. <https://doi.org/10.15388/infedu.2018.09>
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Kampylis, P., Dagiené, V., Wastiau, P., Engelhardt, K., Horvath, M.A., Jasuté, E., Malagoli, C., Masiulionytė-Dagienė, V. & Stupuriene, G. (2022). *Reviewing Computational Thinking in Compulsory Education*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/12695>
- Bogdan-Toma, R. & García-Carmona, A. (2021). De STEM nos gusta todo menos STEM. Análisis crítico de una tendencia educativa de moda. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(1), 65-80. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3093>
- Burnard, P., Colucci-Gray, L. & Cooke, C. (2022). Transdisciplinarity: Re-visioning how sciences and arts together can enact democratizing creative educational experiences. *Review of Research in Education*, 46(1), 166-197. <https://doi.org/10.3102/0091732X221084323>
- Carpena Arias, J., & Esteve Mon, F. (2025). Efecto de la metodología del aula invertida gamificada en el pensamiento computacional a través del modelo 5PC. *EDMETIC*, 14(2), art.3. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v14i2.17526>
- Casado-Fernández, R. & Checa-Romero, M. (2023). Creatividad, pensamiento crítico y trabajo en equipo en educación primaria: un enfoque interdisciplinar a través de proyectos STEAM. *Revista Complutense de Educación*, 34(3), 629-640. <https://dx.doi.org/10.5209/rced.79861>
- Caudillo, M. (2025). Transforming Perceptions: Pedagogical Efficacy of Generative Artificial Intelligence in Art-Tech Education. In: Schlippe, T., Cheng, E.C.K., Wang, T. (eds) *Artificial Intelligence in Education Technologies: New Development and Innovative Practices*. AIET 2024. *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 228. https://doi.org/10.1007/978-981-97-9255-9_25

- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Denny, M., Denieffe, S., & O'Sullivan, K. (2023). Non-equivalent control group pretest-posttest design in social and behavioral research. En A. L. Nichols & J. Edlund (Eds.), *The Cambridge Handbook of Research Methods and Statistics for the Social and Behavioral Sciences* (pp. 314–332). Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/9781009010054.016>
- Enríquez-Ramírez, C., Raluy-Herrero, M. & Vega-Sosa, L. M. (2021). Desarrollo del pensamiento computacional en niñas y niños usando actividades desconectadas y conectadas de computadora. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 12(23), e046. <https://doi.org/10.23913/ride.v12i23.1079>
- Karampelas, K. (2023). Examining the relationship between TPACK and STEAM through a bibliometric study. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 11(3), 488-498. <https://doi.org/10.30935/scimath/12981>
- Leavy, A., Dick, L., Meletiou-Mavrotheris, M., Paparistodemou, E., & Stylianou, E. (2023). The prevalence and use of emerging technologies in STEAM education: A systematic review of the literature. *Journal of Computer Assisted Learning*.
<https://doi.org/10.1111/jcal.12806>
- Lockwood, J., & Mooney, A. (2018). Developing a computational thinking test using Bebras problems. *CEUR Workshop Proceedings*, 219. http://ceur-ws.org/Vol-2190/TACKLE_2018_paper_1.pdf
- Ludovico, L. A., Malchiodi, D. & Zecca, L. (2017). A multimodal LEGO®-based learning activity mixing musical notation and computer programming. *Proceedings of the 1st ACM SIGCHI International Workshop on Multimodal Interaction for Education*.
<https://doi.org/10.1145/3139513.3139519>
- Lv, L., Zhong, B. & Liu, X. (2022). A literature review on the empirical studies of the integration of mathematics and computational thinking. *Education and Information Technologies* 28(7), 8171–8193. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11518-2>
- Marín, V., Sampedro Requena, B. E., & Vega-Gea, E. (2023). Creencias del profesorado de Educación Secundaria en torno al uso de la Realidad Mixta en el aula. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 26(1), 85–97.
<https://doi.org/10.6018/reifop.543331>
- Marín, V., Sampedro, B.E., & Morales-Díaz, M. (2025). Secondary education teacher's views on mixed reality in inclusive environments. *NAER, Journal of New Approaches in Educational Research*, 14(4), 1-14. <https://doi.org/10.1007/s44322-024-00023-8>
- Master, A., Tang, D., Forsythe, D., Alexander, T.M., Cheryan, S. & Meltzoff, A.N. (2023). Gender equity and motivational readiness for computational thinking in early childhood. *Early Childhood Research Quarterly*, 64, 242-254.
<https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2023.03.004>
- Nogueira, V., Teixeira, D., Cavalcante, I. A., Moreira, M., Oliveira, B., Pedrosa, I., Queiroz, J., & Jeronimo, S. (2021). Towards an inclusive digital literacy: An experimental intervention study in a rural area of Brazil. *Education and Information Technologies*, 27, 2807-2834. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10711-zN>
- Rico-Lugo, M.J., & Bosagain-Olabe, X. (2018). Pensamiento computacional: rompiendo brechas digitales y educativas. *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC*, 7(1), 26-42. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v7i1.1003926>
- Rojas-Mesa, J. E., Martín-Perico, J. Y., Garibello-Suan, B., García-Murillo, P. G., Franco-Ortega, J. A. & Manrique-Torres, C. (2022). Avances de la vinculación del modelo STE(A)M en el sistema educativo Español, Estadounidense y Colombiano. Una revisión sistemática de literatura. *Revista Española De Educación Comparada*, 42, 318–336.
<https://doi.org/10.5944/reec.42.2023.31385>

- Sanabria-Zafra, E., Rodríguez-Rodríguez, N., Zerpa-Pérez, A. E., Prieto-Marañón, P., & Alonso-Rodríguez, M. A. (2020). El Pensamiento computacional: ¿Una nueva forma de entrenar la memoria de trabajo? *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 20(63). <https://doi.org/10.6018/red.401931>
- Sampedro-Requena, B. E., Marín-Díaz, V., & Morales-Díaz, M. (2025). Encendiendo motores: los videojuegos como apuesta de aprendizaje. En *Investigación educativa: Estrategias para el desarrollo del proceso enseñanza-aprendizaje* (pp. 47–60). Dykinson.
- Sepúlveda-Durán, C. M., García-Fernández, C. M., & Arévalo-Galán, A. (2023a). Alfabetización Computacional: Actividades musicales desenchufadas sobre el Desafío Internacional de Bebras. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 23(73). <https://doi.org/10.6018/red.540191>
- Sepúlveda-Durán C. M., Arévalo-Galán A. & García-Fernández C. M. (2023b). Desarrollo del Pensamiento Computacional con actividades musicales desenchufadas en distintos contextos educativos. *Revista Electrónica Complutense de Investigación en Educación Musical - RECIEM*, 20, 69-100. <https://doi.org/10.5209/reciem.83821>
- Sepúlveda-Durán, C. M., Arévalo-Galán, A., & García-Fernández, C. M. (2025). Pensamiento computacional desenchufado en educación primaria: una propuesta en el ámbito STEAM desde el desarrollo de la expresión corporal. *Retos*, 67, 12–26. <https://doi.org/10.47197/retos.v67.110772>
- Torraco, R. J. (2005). Writing integrative literatura reviews: Guidelines and examples. *Human Resource Development Review*, 4(3), 356-367. <https://doi.org/10.1177/1534484305278283>
- Vázquez-Manassero, M. A. & Vázquez-Alonso, A. (2017). Ciencia y arte se encuentran: el caso del telescopio de Galileo. *Enseñanza de las Ciencias*, 35 (3), 195-215. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias>
- Wing, J. M. (2017). Computational thinking's influence on research and education for all. *Italian Journal of Educational Technology*, 25 (2), 7-14. <https://doi.org/10.17471/2499-4324/922>
- Yuliana, I., Hermawan, H. D., Prayitno, H. J., Ratih, K., Adhantoro, M. S., Hidayati, H. & Ibrahim, M. H. (2021). Computational Thinking Lesson in Improving Digital Literacy for Rural Area Children via CS Unplugged. *Journal of Physics: Conference Series*, 1720(1), 012009. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1720/1/012009>
- Zapata-Ros, M. (2019). Pensamiento computacional desenchufado. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 20, 29. https://doi.org/10.14201/eks2019_20_a18

Contribución de los autores

Los autores contribuyeron en la totalidad de la investigación.

Financiación

Este estudio fue financiado por la Consejería de Desarrollo Educativo y Formación Profesional de la Junta de Andalucía, dentro del proyecto PIV-058/23 “Análisis de las evidencias de aprendizaje en pensamiento computacional: steAm en educación artística desde el marco de las metodologías inclusivas” y del proyecto PIV-049/25 “Desarrollo del pensamiento computacional y matemático: de lo desenchufado a lo digital desde las bases del desafío de Bebras”.

Agradecimientos

Agradecimientos a la Junta de Andalucía por su apoyo en la formación y la investigación STEAM.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Declaración de uso de la IA para la redacción del manuscrito

Los autores declaran no haber empleado la IA para la redacción total o parcial de este manuscrito.

Citación: Sepúlveda-Durán, C.M., Arévalo-Galán, A. & García-Fernández, C.M. (2026). Música como STE(A)M: impacto en la Actitud hacia la Ciencia en Educación Primaria. *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC*, 15(1), art.3. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v15i1.18133>
