

Buscando el Arte en la A de proyectos STEAM: una revisión crítica desde la Educación Artística

Martín CAEIRO RODRÍGUEZ

Sara FUENTES CID

Amparo ALONSO-SANZ

Datos de contacto:

Martín Caeiro
Universidad de Zaragoza
mcaeiro@unizar.es

Sara Fuentes Cid
Universidade de Vigo
sarafuent@uvigo.es

Amparo Alonso-Sanz
Universitat de València
M.Amparo.Alonso@uv.es

Recibido : 16/11/2023
Aceptado: 08/04/2024

RESUMEN

En el contexto educativo actual encontramos propuestas en las que convergen lo artístico y lo interdisciplinar, como el enfoque STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics). El objeto de este trabajo es presentar una revisión crítica desde la perspectiva de la Educación Artística de los proyectos STEAM desarrollados en España desde 2008 hasta 2023 en el ámbito de la educación reglada. Para ello, se lleva a cabo una revisión sistemática en las principales bases de datos (WOS, SCOPUS, Dialnet, Eric), repositorios y webs de referencia en la materia. Durante el análisis de los datos recopilados, se han contrastado las experiencias y posibilidades que ofrece la Educación Artística cuando se articula con otras áreas y disciplinas. Los resultados de esta revisión nos han permitido clasificar los proyectos STEAM en función del grado de presencia y relevancia que la "A" (Arte) adquiere en tres niveles: alto, medio y bajo; así como identificar y enunciar sus características principales. La discusión que se presenta aborda cuestiones relativas al uso de la denominación STEAM, las posibilidades y estrategias de integración del Arte con otras disciplinas, las tendencias metodológicas, algunas inercias en estas prácticas y otros aspectos pertinentes. Como conclusión, se propone un marco de relaciones conectado con las necesidades educativas actuales para proyectos STEAM, destacando la importancia del componente artístico en este modelo.

PALABRAS CLAVE: proyectos STEAM; interdisciplinariedad; Educación Artística; revisión sistemática; educación formal.

Looking for the Art in the A of STEAM projects: a critical review from Arts Education

ABSTRACT

In the current educational context we find proposals in which the artistic and the interdisciplinary converge, such as the STEAM approach (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics). The purpose of this work is to present a critical review from the perspective of Art Education of STEAM projects developed in Spain from 2008 to 2023 in the field of formal education. To achieve this, a systematic review was conducted across major databases (WOS, SCOPUS, Dialnet, Eric), repositories, and reference websites in the field. In analyzing the collected data, the experiences and possibilities offered by Art Education when integrated with other areas and disciplines were contrasted. The results of this review allowed us to categorize STEAM projects based on the degree of presence and relevance that the "A" (Art) acquires at three levels: high, medium, and low. Additionally, the review identified and outlined their main characteristics. The discussion addresses issues related to the use of the STEAM designation, possibilities, and integration strategies of Art with other disciplines, methodological trends, certain inertia in these practices, and other relevant aspects. In conclusion, a framework of relationships is proposed in line with current educational needs for STEAM projects, emphasizing the importance of the artistic component in this model.

KEYWORDS: STEAM projects; interdisciplinarity; art education; systematic review; formal education.

Introducción

La integración del arte y otras disciplinas

El arte, a través de las prácticas artísticas, ofrece una mirada interconectada a las realidades de cada época, abrazando avances científico-tecnológicos, corrientes de pensamiento y teorías, siendo permeable al conocimiento surgido desde otras disciplinas (Beloff, 2020; Cassidy, 1964; De Laiglesia et al., 2010; Wilson, 2002). La conexión contemporánea interdisciplinar del arte también encuentra eco en la Educación Artística (Barone, 2001; Caeiro & Muñiz, 2019; Gurnon et al., 2013). En este contexto, se gesta una tradición sólida de prácticas, teorías y propuestas que sitúan el Arte como una oportunidad generadora de aprendizaje integral conectado con realidades complejas a las que las formaciones estancas separadas por disciplinas son incapaces de responder con eficacia (Moraza, 2008).

En este escenario, surgen modelos como *Arte Ciencia y Tecnología* (ACT, y variantes como ACTOS que incorpora "Sociedad"), *Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics* (STEAM o CTIAM en español), o *Social Science, Humanities and the Arts for People and the Economy* (SHAPE), entre otros. Particularmente, en el campo de lo educativo, dos modelos, los enfoques STEM y STEAM (con A de Arte) están ganando presencia. Bajo estas siglas se recogen propuestas pedagógicas que tratan de enfatizar

relaciones complejas en los procesos de enseñanza-aprendizaje entre la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería, el Arte y las Matemáticas. El origen de STEM lo encontramos en lo que la *National Science Foundation* (NSF) denominó como SMET en la década de los 90 (Sanders, 2008). El término actual de STEM fue acuñado en 2001 por la bióloga Judith Ramaley, con el objetivo inicial de fortalecer la adhesión del alumnado a campos académicos STEM, mejorar su rendimiento en estas áreas (Watson & Watson, 2013), y promover disciplinas eminentemente masculinizadas muy vinculadas al progreso económico. Aunque fue a partir del año 2006, con la introducción del modelo STEAM (Yakman, 2008), que se incorporó una visión más plural, integrando las artes y enriqueciendo así la perspectiva educativa.

Conceptualizar el enfoque STEAM representa un reto. A pesar de la claridad de las siglas, no existe un consenso, ni marco teórico sólido que permita definir de manera precisa, los procedimientos y características únicas de este enfoque (Aguilera & Ortiz, 2021). STEM es utilizado como una etiqueta genérica para referirse a cualquier práctica que implique a una o más de las disciplinas que lo componen (Bybee, 2010). Como recuerdan Ortiz-Revilla, Sanz-Camarero & Greca (2021), desde su aparición surgió lo que Sanders (2008) denominó como STEMmanía: “casi cualquier cosa excitante y nueva en educación se califica (erróneamente) como educación STEM” (p.15). El compendio de aplicaciones asociadas al modelo STEAM, resalta constantemente sus bondades formativas respaldadas por aprendizajes más holísticos, creativos y humanísticos. Además, subraya la importancia del pensamiento crítico y el valor sociocultural inherente a estos proyectos (Ortiz-Revilla, Sanz-Camarero & Greca, 2021).

Aunque se avanza en integrar las artes en STEM, la utilización del término "Artes" como comodín que abarca diversas disciplinas, genera un gran debate a nivel internacional (Malina et al., 2018). El aumento constante de artículos centrados en STEAM que exploran la conexión entre el arte y la ciencia en la educación, refleja un creciente interés en este enfoque (Escribano-Belmar et al., 2023; García et al., 2023; Grant & Patterson, 2016). Sin embargo, incorporar el arte en proyectos educativos interdisciplinarios resulta complejo. La amplitud del campo del arte genera inseguridad; además, la falta de definición curricular sobre los procesos y contenidos propios del arte conlleva “el riesgo de que los objetivos artísticos queden minimizados o incluso desaparezcan” (Peña et al., 2023, p. 54). Es evidente que el modelo STEAM presenta desafíos particulares para cada disciplina involucrada, incluida el Arte. Las expectativas con respecto a las contribuciones del Arte a menudo están condicionadas por el carácter utilitarista del proyecto o se ven afectadas por prejuicios, estereotipos y falta de comprensión sobre el potencial aporte del Arte en cada nivel educativo (Caeiro, 2021).

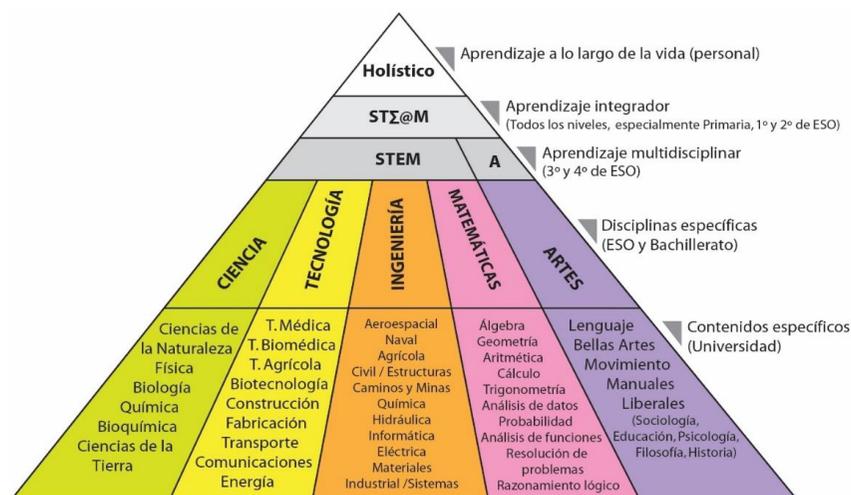
Una “A” no directamente artística

En su origen, el término “Artes” se utiliza en un sentido que trasciende a personas, colectivos, obras o proyectos artísticos. Dependiendo del país, el término abarca diversos campos, arrastrando significados ambiguos donde *ars* referiría a una rama del

saber o a una disciplina (Higuera, 2014). El surgimiento anglosajón de la “A” en STEAM genera un desplazamiento e incompreensión respecto a la esencia y contribución del Arte como área de conocimiento en las propuestas STEAM. Este fenómeno influye en el diseño del sistema educativo de cada país. Fuera del contexto español, la “A” de STEAM (ver Figura 1) abarca más campos y dimensiones que los asociados exclusivamente a la Educación Artística, como las artes del lenguaje, ciencias sociales o humanidades (Yakman & Lee, 2012). En el contexto de la Educación Artística en España, es fundamental considerar que la “A” refiere a cualquier disciplina relacionada con los procesos, experiencias y prácticas artísticas de creación, contemplación, crítica o contextualización (Caeiro, 2021). La inclusión de la “A” en STEAM implica una transformación educativa que no se limita a añadir las artes en la ecuación. Reconociendo la importancia de las disciplinas artísticas, se busca desarrollar habilidades específicas, y fomentar un enfoque holístico que integre la perspectiva artística en todas las áreas del conocimiento.

Figura 1

Pirámide STEAM



Nota: Fuente: Caeiro (2020). Adaptado de “STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education” (p. 347), por G. Yakman, 2008, Marc de Vries, trans. PATT-17 and PATT-19 Proceedings.

Aspectos pedagógicos distintivos de los proyectos STEAM

Los proyectos STEAM a menudo abordan temáticas de interés general para todas las disciplinas implicadas, como pueden ser las conexiones con el entorno (Queiruga-Dios, 2021). También se tratan temas importantes alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 en relación con la salud y el bienestar, ciudades y comunidades sostenibles, así como acción climática (Lupión-Cobos et al.,

2023). Pero en ocasiones están más centrados en una disciplina específica según los intereses de sus promotores, como ocurre a menudo con la matemática (Diego-Mantecón, Prodromou et al., 2021; Diego-Mantecón, Blanco, 2021; Lage-Gómez & Ros, 2023; Piqueras, 2022), electrónica, ecología (Caño & Alonso, 2022), Inteligencia Artificial (IA), computación, robótica (Arís & Orcos, 2019; Cervera et al., 2020), programación, impresión 3D y aprendizaje de software (Arce et al., 2022), eco-diseño, diseño de producto, ciencia ciudadana (Serón, 2020), exploración espacial y astronomía (Bellido, 2018) o el uso de recursos tecnológicos inmersivos como la Realidad Aumentada (AR) para materias como Biología y Geología (Delgado-Rodríguez et al., 2023; Pinto, 2023). Este enfoque más específico puede descuidar el componente artístico en el modelo STEAM, convirtiendo al arte en mero subsidiario de los otros contenidos disciplinares.

El creciente interés por la educación STEAM por parte de investigadores, docentes y administradores escolares reside en la búsqueda de herramientas y técnicas para su integración en el currículo (Olabe et al., 2021). La perspectiva de la educación STEAM implica plantear al alumnado, considerando su diversidad, desafíos cotidianos desde la colaboración de todas las disciplinas (Luengo, 2021). Lo ideal es que cada área de conocimiento contribuya de manera equitativa al proceso de aprendizaje (Land, 2013).

Cedeño et al. (2023) destacan aspectos fundamentales de la metodología STEAM, resaltando la construcción del conocimiento a partir de la experiencia, la figura del docente como facilitador, la promoción de la colaboración y el fomento del pensamiento crítico. Aunque algunas propuestas ponen el foco en áreas específicas como el pensamiento computacional, la experimentación, el "hazlo tú mismo" (Prat & Sellas, 2021) o la gamificación (López et al., 2021), en términos generales, el enfoque metodológico más adecuado parece ser el Aprendizaje Basado en Proyectos (Diego-Mantecón, Prodromou et al., 2021; López-Banet et al., 2021; Piqueras, 2022; Queiruga-Dios, 2021).

A pesar de las reticencias iniciales hacia el enfoque STEAM, Diego-Mantecón, Blanco et al. (2021) han demostrado que la "A" de Arte proporciona una dimensión extra, fomentando, entre otras, la competencia en conciencia y expresiones culturales. Además, STEAM también aumenta la competencia de cooperación mediante responsabilidad individual e interacción promocional (Bassachs, 2020) y la competencia científica (Ortiz-Revilla, 2020).

Autores como Maeda (2013), han explorado el significado de agregar la "A" a STEM, indicando que esta inclusión busca impulsar la creatividad, la innovación y una comprensión más holística de los problemas. Una innovación que ocurre cuando se combinan el pensamiento convergente (característico de STEM) y el pensamiento divergente (habitual en disciplinas artísticas y humanistas). Según Land (2013) detrás de esa "A" reside la posibilidad de que el alumnado explore un concepto desde diferentes perspectivas, desarrollen habilidades para no solo resolver, sino también plantear problemas, y utilizar otras modalidades de aprendizaje. Olabe et al. (2021) consideran que, para abordar los desafíos tradicionales de las matemáticas y la ciencia

en la escuela, es beneficioso basarse en obras de arte conceptual legitimadas por museos. Esta aproximación, con frecuencia requiere la colaboración de al menos dos docentes (Diego-Mantecón et al., 2021a) o la creación de conexiones entre comunidades, disciplinas, conexiones internas en cada aula, entre aulas o con científicos, investigadores, artistas e instituciones (Lage-Gómez & Ros, 2023; Queiruga-Dios, 2021).

En este contexto, en el que el modelo STEAM parece ocupar un lugar primordial en educación, entre las posibilidades y propuestas de interrelación del Arte con otras disciplinas, surgen diversas cuestiones relacionadas: ¿Qué estrategias emergen del análisis sistemático de Proyectos STEAM? ¿El modelo STEAM responde a las posibilidades que las artes ofrecen al contexto educativo acorde con las demandas contemporáneas? Teniendo en cuenta estas cuestiones, el objetivo de esta investigación es generar un estado del arte a través de la Revisión Sistemática de la Literatura (RSL) existente en España de los proyectos STEAM, abarcando el periodo desde 2008 hasta octubre de 2023. Este análisis permite comprender qué tipo de prácticas se llevan a cabo y qué presencia y protagonismo adquiere la “A” de Arte en ellos desde una perspectiva crítica.

Método

Procedimiento de recogida de datos e instrumentos

Hemos aplicado metodológicamente la Revisión Sistemática de la Literatura como estrategia de indagación (Guirao, 2015) para identificar los proyectos que trabajan con el modelo STEAM, analizar sus características y qué presencia adquiere la “A” de Arte en su desarrollo. La RSL es una metodología cualitativa que permite, a partir de un método preestablecido y explícito (Soledad & García, 2018), identificar, evaluar e interpretar de forma ordenada la producción científica en un campo específico de conocimiento y en un periodo de tiempo establecido. Partimos del año 2008 debido a que es la tesis de Yakman (2008) la que establece el punto de inflexión entre el modelo STEAM y el STEM. El proceso de esta revisión consta de 3 pasos (Figura 2) y se aplica a partir de directrices establecidas por Brereton et al. (2007), Higgins y Green (2006), Kitchenham (2004).

La revisión de proyectos implementados que traten la educación STEAM, se realiza en las bases de datos Web of Science, SCOPUS, Dialnet, Eric, también en páginas web y TESEO, aplicando el modelo siguiente (ver Figura 2):

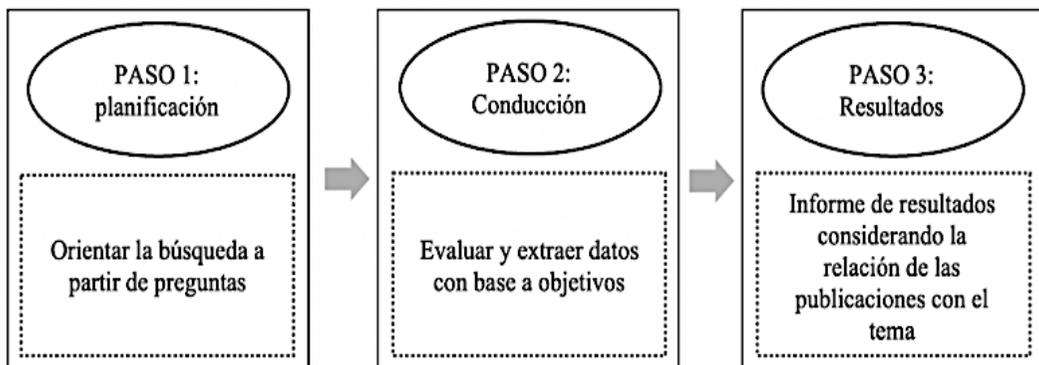
- En la fase de “planificación” se tienen en cuenta las preguntas de investigación iniciales que permiten acotar la búsqueda y focalizar la revisión. Para ello se utilizan palabras clave y categorías específicas aplicadas simétricamente en cada una de las bases de datos y páginas web.
- En la fase de “conducción” se analizan los resultados de la primera búsqueda y se descartan aquellas investigaciones que no tratan directamente la temática STEAM. Seguidamente, se rechazan las duplicidades que aparecen en las cuatro

bases de datos. Esta evaluación y extracción del tipo de proyecto se aplica siguiendo las recomendaciones de Higgins y Green (2006) de realizarla al menos por dos personas de forma independiente, siguiendo un protocolo de objetivos según la revisión marcada en la fase de planificación. Finalmente, se aplican los criterios de elegibilidad que permiten acotar el análisis de cada proyecto STEAM: 1) bases de datos (WOS, Scopus, Eric, Dialnet, TESEO), 2) páginas web de proyectos, 3) edades (limitado a la educación reglada), 4) ámbito nacional, 5) desde 2008 hasta octubre de 2023, 6) según mayor o menor presencia del Arte en la propuesta STEAM (tres niveles: 3, 2, 1). Los proyectos seleccionados se encuentran accesibles en la base de datos (<https://bit.ly/49DpOKs>).

- En relación a la fase del “informe de resultados”, realizamos una categorización de proyectos relacionados con la educación STEAM en tres niveles y la organización a través de tablas y gráficas de los principales hallazgos.

Figura 2

Proceso de revisión sistemática de literatura



Nota. Adaptado de Soledad y García (2018) a partir de Higgins y Green (2006); Kitchenham (2004); Brereton et al. (2007).

Resultados

Los resultados de esta revisión clasifican los 129 proyectos STEAM seleccionados (Tabla 1) en función del grado de presencia y relevancia que la “A” (Arte) adquiere en tres niveles: bajo, medio o alto.

Resultados de proyectos de nivel 1 (bajo)

Los proyectos clasificados como nivel 1 reúnen una o algunas de las siguientes características:

- Existe una desproporción entre las áreas.
- Se desvirtúa el modelo STEAM al utilizarse el Arte como reclamo para que las mujeres se orienten hacia titulaciones STEM.
- Las artes no tienen presencia real en la propuesta. Simplemente se incluyen por su mención en la nomenclatura STEAM al referirse al proyecto.
- Con frecuencia se utiliza indistintamente STEM o STEAM.
- No existe la participación de arte educadores o artistas.
- Alguna de las disciplinas STEM tiene una presencia desproporcionada frente al resto. Principalmente ocurre con la matemática, robótica y electrónica.
- Se emplean kits de robótica, recursos didácticos preproducidos u otros materiales prediseñados que limitan la creatividad de quienes aprenden.
- Puede darse una visión estereotipada (vinculada a la manualidad), simplista (conceptos o ideas excesivamente sencillos para la edad a la que se dirige) o con prejuicios erróneos sobre lo que es Arte.
- El resultado final buscado en el proyecto tiene exclusivamente un carácter funcional y utilitario, y esta intención imposibilita desarrollos más artísticos.
- Son proyectos en los que se habla de diseño o decoración, evidenciando la falta de comprensión sobre la complejidad del Arte y su alcance.

Resultados de proyectos de nivel 2 (medio)

Los proyectos clasificados como nivel 2 reúnen una o algunas de las siguientes características:

- El tema principal no tiene un enfoque artístico o cultural pero el Arte está presente.
- Los equipos dinamizadores u organizadores no cuentan con personas especialistas en Educación Artística o áreas afines de conocimiento o con formación suficiente.
- Se considera erróneamente que trabajar de manera creativa ya implica el abordaje artístico.
- Los medios artísticos son empleados únicamente de forma vehicular y no por el interés en sí mismos. El arte está puesto al servicio de otras disciplinas o subordinado al aprendizaje de contenidos propios de la Ciencia, Tecnología, Ingeniería o Matemática.
- Utilizan recursos expresivos y comunicativos propios de las artes visuales, pero no en más de una fase del proceso. Como por ejemplo la creación de vídeos explicativos o el diseño 3D.
- Centran el potencial artístico exclusivamente en estimular la motivación del alumnado o mejorar la difusión de los resultados.
- Confunden la divulgación científica con las funciones específicas del arte.

Resultados de proyectos de nivel 3 (alto)

Los proyectos clasificados como nivel 3 reúnen una o algunas de las siguientes características:

- El tema principal permite tener un abordaje de carácter artístico y/o cultural en equilibrio con las otras disciplinas.
- Plantean un ámbito problemático que atraviesa diversas disciplinas, donde el Arte puede realizar una contribución significativa.
- Pueden ser proyectos basados en obras de arte, enfocados desde la perspectiva de creación artística o desde la Educación Artística. Posibilitan que el alumnado se familiarice con el arte, lo identifique, lo disfrute o participe activamente en su creación. Además, posibilitan que los estudiantes asimilen el vocabulario específico del ámbito artístico.
- Promueven la interdisciplinariedad al ser generalmente dinamizados por equipos conformados por personas con bagajes diferentes. Equipos que incluyen especialistas, como arteducadores, artistas, expertos en áreas específicas (plástica, audiovisual, musical, danza, teatro).
- Fomentan la interrelación entre miembros de la comunidad educativa y otros colectivos, instituciones y entidades culturales.
- Pueden incluir una fase de inspiración a partir de la percepción de obras de arte o productos de carácter cultural, incluso mediante la visita a museos, centros culturales o el encuentro con artistas.
- En estos proyectos, el dominio de una tecnología específica nunca es un objetivo en sí mismo.
- Permiten aplicar la imaginación como un medio para explorar nuevas posibilidades y soluciones a un mismo problema.
- Incorporan procesos de creación colaborativa de calidad.
- Conceden especial atención a la visualización de las ideas.
- Pueden utilizar recursos expresivos y comunicativos propios de las artes en más de una fase del proceso:
 - La fase de concepción requiere de la elaboración de bocetos, maquetas, representación gráfica de modelos.
 - La discusión y elaboración en equipos implica comunicación interna mediante esquemas visuales, dibujos, fotografía.
 - La exposición final de resultados se realiza mediante medios artísticos, como visual thinking, performance, teatro, fotografía, creación de audiovisuales de corta duración, etc.
- Otorgan una importancia fundamental al espacio y al contexto donde se desarrollan.
- Facilitan la experimentación y la manipulación al combinar lenguajes y técnicas artísticas como proceso relevante que trasciende los resultados esperables en sí mismos.
- El producto final objetivo del proyecto es de carácter artístico: baile, performance, teatralización, pieza musical, obra audiovisual, instalación artística site-specific, escenografía, etc.

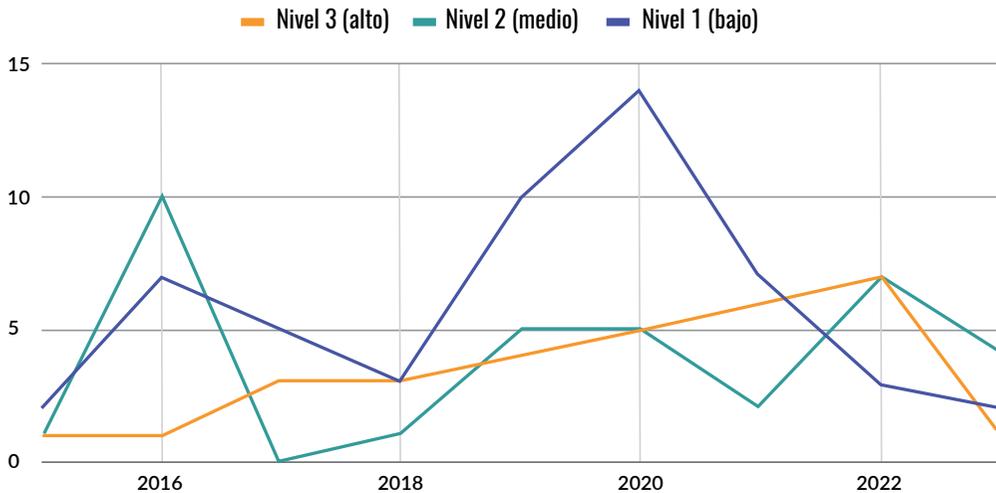
Tabla 1*Proceso de revisión y selección de proyectos STEAM*

Categorías y Palabras clave	Resultados a partir de las búsquedas delimitadas										
	Primera Búsqueda									Segunda Búsqueda	
	Publicaciones encontradas y descartadas									Publicaciones descartadas y seleccionadas	
	BS-S	BS-WOS	BS-ERIC	BS-DIAL-NET	Subtotal de las cuatro bases de datos	Eliminadas por no corresponder a los criterios de selección				Eliminadas por aparecer en las otras búsquedas o duplicadas	Subtotal de las bases de datos
BS-S						BS-WOS	BS-ERIC	BS-DIAL-NET			
<i>STEAM projects</i>	10	90	9	44	153	7	82	8	9	39	8
<i>STEAM projects in education</i>	11	9	6	143	169	7	6		143	13	
<i>STEAM education</i>	10	296	17	274	597	9	283	4	249	29	16
<i>proyectos STEAM</i>	5	1	1	143	150	1	1	103		11	34
<i>proyectos STEAM en educación</i>	14	1	2	86	103	9	1			86	7
<i>educación STEAM</i>	17	4	2	196	219	11	2	162		30	22
<i>metodología STEAM en educación</i>	0	0	2	85	87			2	23	60	2
<i>STEAM methodology</i>	170	126	4	66	366	168	124			73	1
<i>STEAM education project</i>	10	15	8	46	79	8	10	6	1	52	2
<i>Todas</i>	Encontradas en TESEO										9
<i>Diversas según cada autor</i>	Publicaciones en Páginas Web										28
Total											129

Nota. Criterios de elegibilidad: 1. Bases de datos internacionales: WOS, Scopus, Eric y portal bibliográfico Dialnet. 2. Páginas web de proyectos. 3. Ámbito nacional (país: España), 4. Desde 2008 hasta octubre 2023. 5. Mayor, menor o nula presencia del Arte en la propuesta STEAM (3 niveles: 3, 2, 1). 6. Descartamos los artículos que no describen proyectos STEAM (sino que analizan su impacto u otras cuestiones). 7. En abierto.

Figura 3

Tendencia del número de proyectos STEAM desde 2015 hasta octubre de 2023.



Nota. Elaboración propia.

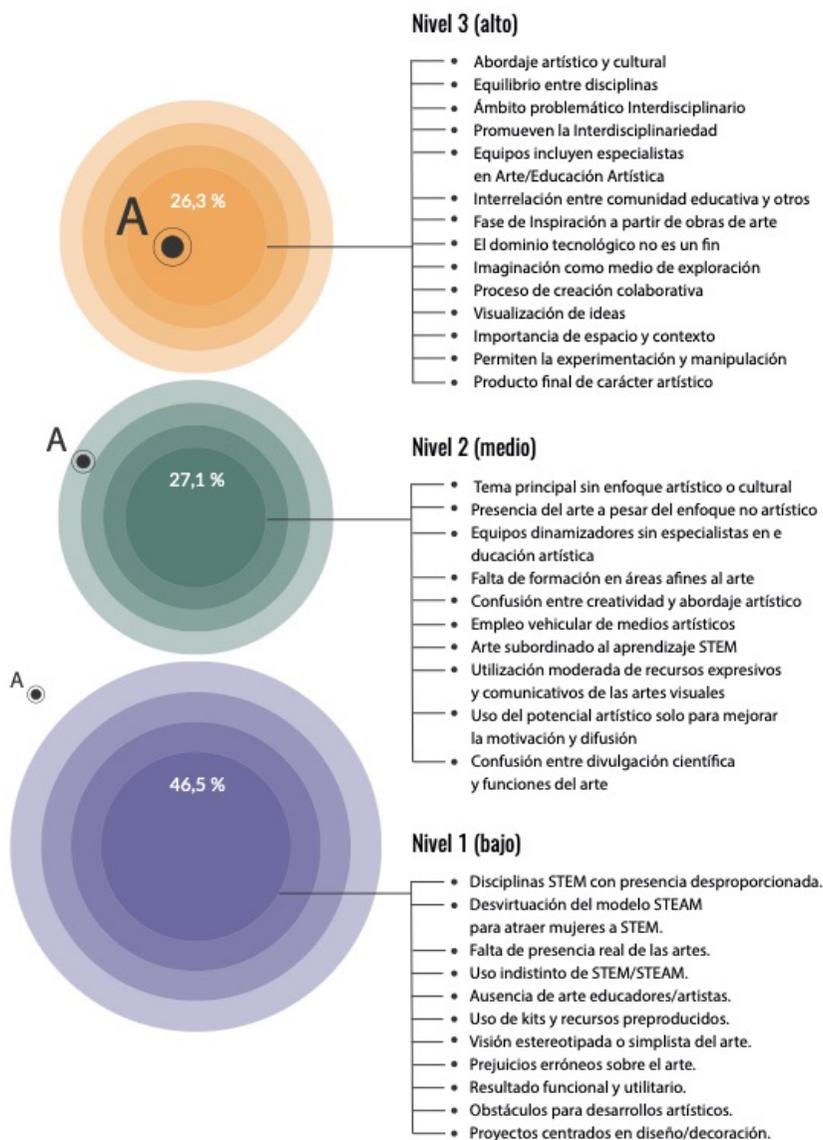
Se observa una evolución en la oferta de proyectos STEAM desde el trabajo de Yakman (2008), detectando un aumento significativo hasta octubre de 2023. Con una tendencia al alza casi constante en los proyectos de nivel 3, con alta presencia de la “A” de Arte; mientras que para los de nivel medio o bajo la presencia de propuestas es más fluctuante. El descenso en el año 2023 se corresponde con la falta de incorporación de proyectos STEAM a publicaciones recientes por tratarse del año en el que se realiza el estudio.

Figura 4

Clasificación proyectos STEAM y características

Clasificación de los proyectos STEAM

EN FUNCIÓN DEL GRADO DE PRESENCIA Y RELEVANCIA QUE LA "A" (ARTE) ADQUIERE



Nota. Elaboración propia.

Discusión

La ambigua denominación STEAM

La denominación, STEAM se aplica a casi todo y a casi nada que tenga relación con la “A” de Artes. Se debe a la comprensión errónea de STEAM y STEM como una experiencia, ya sea proyectiva o no, que “incluye dos o más disciplinas conjuntamente para fomentar las competencias” (Salgado et al., 2020, p. 48). Se comprueba que la ambigüedad lleva a que en la literatura científico-educativa actual convivan ambos términos. Ya que no se logra una conciliación ni unificación de los diversos conceptos relacionados (Cedeño et al., 2023). La asociación indiscriminada de STEM con STEAM se observa en innumerables repositorios, publicaciones y proyectos que nada tienen que ver con las Artes (Silva-Díaz, 2022; Dúo-Terrón, 2023; Romero-Tena et al., 2020). Que en realidad no se potencien las artes de ninguna manera o de forma anecdótica, demuestra la dificultad que entraña incorporar la vertiente artística, especialmente cuando los equipos carecen de especialistas en Educación Artística. Esto se agrava por la falta de formación especializada del profesorado de educación infantil y primaria donde “la realidad de la formación docente que han recibido estas maestras y maestros con poco conocimiento del contenido de las disciplinas STEAM dificulta que puedan generar situaciones de aprendizaje en dichos contextos” (Prat & Sellas, 2021, p.11).

Los proyectos con una débil incorporación de la perspectiva artística pueden deberse a la falsa percepción de una fácil integración de las artes en los proyectos STEAM por la falta de formación específica en artes (Ortega-Torres, 2022) y la ausencia de personas expertas en arte en los equipos organizadores. Sabemos que se requiere la implicación de profesionales especializados en las disciplinas artísticas para que un proyecto pueda considerarse verdaderamente STEAM (Díez et al., 2018). Además, se observa un error muy común al utilizar STEAM como pretexto o ideología educativa, política y administrativa para aumentar la participación femenina en lo que se identifican como “titulaciones o carreras STEAM”. Esto se evidencia en proyectos como “Inspira STEAM, cuyo objetivo es aumentar el interés de las chicas por las STEAM en educación primaria [...] y promover las carreras científicas y tecnológicas a través de la mentoría en grupo llevada a cabo por mujeres profesionales STEAM como modelos de referencia” (Guenaga et al., 2020, p.273). Se olvida que las carreras con “A” de Artes han atraído y continúan atrayendo a un elevado número de mujeres ya en las etapas preuniversitarias, como en Bachilleratos de Artes, Bellas Artes, Arte Dramático, Música, Danza, Diseño Gráfico, Ilustración, Fotografía, etcétera.

Posibilidades de (des)integración del Arte

Dentro de las posibilidades de integración del Arte con otras disciplinas, el modelo STEAM cobra protagonismo en los últimos años. Aunque esta creciente presencia podría avanzar a expensas de opciones más antiguas y aún relevantes, se debe recordar que la práctica artística es en sí transdisciplinaria e integradora. A menudo, el modelo STEAM, especialmente en ejemplos que buscan una “educación STEAM integrada”, se

justifica en el diseño de proyectos para cada una de las 5 áreas. Esto implica abordar los aspectos epistemológicos, metodológicos, procedimentales, conceptuales, materiales y constructivos asociados a actividades consideradas exclusivas de cada disciplina (Ortiz-Revilla, 2020). Esta aproximación pervierte el sentido de una enseñanza-aprendizaje integrador, pues desde este planteamiento cada disciplina atiende unas cuestiones y excluye otras. No obstante, esto no impide que el conocimiento experto de cada disciplina pueda establecer un diálogo constante sobre las necesidades situadas directamente en las competencias de cada área.

Las cuestiones que orientan un proyecto cambian si este nace desde las ciencias, las tecnologías, la ingeniería, las matemáticas o directamente desde el Arte. Cuando el proyecto no nace de lo artístico, lo que se busca, identifica o asocia como Arte, suele estar cargado de estereotipos y falta de conocimiento sobre el potencial del área. Una causa es que tradicionalmente “los contenidos artísticos han sido empleados como herramienta para mejorar las actitudes hacia la ciencia y las matemáticas de estudiantes más reacios a ellas” (Ortiz-Revilla, Greca & Meneses-Villagrà, 2021, p. 865). Como solución, se invita a artistas y arteducadores a participar en los equipos de diseño. Cuando el proyecto nace de un diálogo previo entre docentes de diferentes áreas, se percibe una mayor integración y presencia del arte a lo largo del proyecto (Sevilla y Solano, 2022), así como cuando el proyecto surge de artistas y propuestas como puede ser la creación de instalaciones (Basogain et al., 2022).

Del análisis resulta que otras áreas y disciplinas también presentes en las etapas escolares (como puedan ser las humanísticas: filosofía, historia, literatura, etc.) tienen una presencia anecdótica y transversal en algunos proyectos STEAM. Esto es especialmente notable en casos donde el teatro, la ópera o lo poético introducen cuestiones literarias, o bien cuando son necesarias las contextualizaciones históricas para comprender el origen de algún invento o tecnología concreta. Consideramos que, desde el contexto educador artístico debemos potenciar el modelo STEAM, pero nunca en detrimento de otras posibilidades de integración que permitan establecer modelos alternativos con cualquier área de conocimiento.

El estudio realizado por Ortega-Torres (2022) demuestra, que debido a la percepción de fácil integración de las Artes, o la falta de importancia otorgada a la relevancia de la disciplina, la implementación del área artística dentro de proyectos STEAM puede fallar en su diseño. La implementación del enfoque STEAM en el ámbito educativo debe ser asumida por el profesorado del futuro y para ello es preciso introducir itinerarios formativos con esta perspectiva en la formación inicial del profesorado (Lupi3n-Cobos et al., 2023; Murillo y Ramos, 2023), incluyendo en el trabajo a docentes expertos en lo artístico.

Prevalencia del ABP STEAM entre otras metodologías

A nivel metodol3gico, en la literatura analizada y los proyectos consultados, el modelo STEAM se vincula desde sus inicios a diversas propuestas conectadas con acciones de ense1anza-aprendizaje integradoras. Seg3n L3pez et al. (2021), el modelo se alinea bien con muchos m3todos, especialmente aquellos que son activos y

colaborativos, como el movimiento maker, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), la realidad aumentada y la gamificación. El modelo suele articularse también con metodologías o “modas” educativas como el aprendizaje basado en juegos, el aula invertida o el aprendizaje servicio, densificando el proceso formativo, perdiendo de vista el valor de las experiencias de aprendizaje por una excesiva tecnificación didáctica (Ruíz, 2017; Sepúlveda y Arévalo, 2023).

Entre todas las opciones, prevalece el uso del ABP, que se perfila como metodología óptima para el STEAM, pues favorece los procesos artísticos, que requieren una dedicación temporal mayor que otras disciplinas. Mientras que el Aprendizaje Basado en Problemas o las actividades aisladas no ofrecen espacio y tiempo suficiente para el desarrollo artístico. Cuando las propuestas surgen del propio contexto educador artístico, el valor del Arte es máximo, incluso asociado a las necesidades pedagógicas, identificando, por ejemplo, las posibilidades de trabajar metodológicamente desde el Aprendizaje Basado en Proyectos STEAM (Soto y Villena, 2022).

Para resolver las dificultades que entraña el diseño metodológico de un proyecto STEAM, algunas editoriales ofrecen recursos didácticos que se venden como proyectos listos para ser implementados en las escuelas. Este consumo creciente se impulsa mediante torneos, otorgando premios y reconocimientos. Sin embargo, en muchas ocasiones adolecen de un enfoque que reconozca la importancia del Arte. Los proyectos STEAM cuyo diseño proviene de un agente externo a los centros educativos difícilmente pueden responder a las necesidades pedagógicas concretas del contexto de implantación. Por lo tanto, es recomendable fomentar la formación del profesorado para que sea capaz de diseñar o adaptar las propuestas de manera más efectiva (Lupi3n-Cobos et al., 2023; Ortega-Torres, 2022).

Inercias STEAM

Una de las inercias identificadas en torno al modelo STEAM es la articulaci3n de proyectos en base a la tecnología digital exclusivamente, reduccionismo reconocido desde la práctica científica educativa (García-Carmona, 2020). Esto se atribuye parcialmente a la literatura generada en torno al modelo y a lo que promueve la administraci3n (Freeman et al., 2017) a través de sus publicaciones y programas. Por ejemplo, el informe Horizon Report: K-12 Edition destaca aspectos como los espacios *maker*, la rob3tica, las tecnologías analíticas, la realidad virtual, la inteligencia artificial y el internet de las cosas (IoT)” (Silva-Díaz, 2022, p. 25).

En esta línea, donde lo tecnológico se reduce a lo digital (y por extensi3n, la ingeniería), una parte significativa de lo etiquetado como STEAM responde a lo que se ha denominado “Rob3tica educativa” (Raposo-Rivas et al., 2022) o “Rob3tica creativa” (Soto-Solier et al., 2023). La aparici3n del movimiento *maker* (Pérez & López, 2023; Sánchez, 2019;) y el interés por potenciar la rob3tica y el pensamiento computacional desde la etapa infantil (Gamboa y Bosco, 2022) también deriva el modelo STEAM hacia un inútil “utilitarismo” ya criticado en el modelo STEM (Silva-Hormazábal et al., 2022). La educaci3n rob3tica y el movimiento *maker* son considerados en gran parte de las experiencias analizadas como elementos clave del enfoque STEAM. Es importante

señalar que, en el contexto de las experiencias educadoras artísticas de nivel 3, la perspectiva tecnológica no se limita a lo digital.

Otra inercia es asociar la creatividad al arte, buscando algo que se considera ausente en la actividad científico-tecnológica: “En este nuevo paradigma, la palabra Arte puede adquirir tanto un significado estricto (pintura, danza, música...) como un sentido más amplio (literatura, filosofía, humanidades...), y parece reivindicar como aportación la creatividad” (Domènech-Casal, 2019; citado por Pérez y López, 2023, p. 4). A pesar de la asociación habitual entre creatividad y disciplinas artísticas, realmente todas las áreas de conocimiento tienen el potencial de contribuir al desarrollo de la creatividad del estudiante (Aguilera & Ortiz-Revilla, 2021). Este error afecta a todas las disciplinas, ya que la creatividad, al igual que la imaginación, no es exclusiva de lo artístico; es una capacidad humana como el pensamiento crítico. Cada disciplina moviliza un tipo específico de creatividad (Peña et al. 2023).

Conclusiones

Al examinar detenidamente el modelo STEAM a partir de la descripción de proyectos implementados en el contexto español desde 2008 hasta 2023, comprobamos que su comprensión y aplicación son excesivamente variopintas, dependiendo de quienes estén involucrados, los contextos y las propuestas que se idean y desarrollan. En respuesta a las preguntas de investigación planteadas, nos encontramos que, las estrategias empleadas en los proyectos STEAM en relación con las artes son igualmente heterogéneas. Además, verificamos que los proyectos STEAM no siempre aprovechan las posibilidades que le ofrece el Arte, a menudo relegando esta disciplina a un papel subsidiario respecto a las demás.

La A no puede residir únicamente en la creAtividad, en la imAginación, en la presentAción, en la decorAción, en la mAnualidad o en la feminidAd. La A de los proyectos STEAM la debemos encontrar en el Arte en toda su amplitud, de lo contrario será STEM. No es tolerable por más tiempo un nivel bajo o incluso medio de incorporación de las artes en los proyectos STEAM. Debe evolucionar con urgencia a un nivel elevado de presencia de las artes.

Desde la perspectiva de la Educación Artística y sus profesionales, se identifica una falta de modelos de instrucción concretos que valoren las potencialidades y especificidades de las artes. Esta carencia limita las oportunidades para que los docentes diseñen propuestas STEAM o integradoras con objetivos educativos más eficaces, amplios y artísticos. En este sentido, se plantea cómo alcanzar niveles óptimos de incorporación de las artes mediante:

- La limitación de la denominación STEAM única y exclusivamente para proyectos con presencia real del Arte y del enfoque artístico, refiriéndose en caso contrario al enfoque STEM.
- La inclusión de definiciones claras sobre el arte y la justificación de su integración en proyectos STEAM.
- El equilibrio entre disciplinas y con contribuciones significativas de cada una de ellas.

- El fomento de la imaginación y la creatividad desde todas las áreas y no como una exclusividad propia de las artes.
- El reconocimiento del conocimiento artístico y sus modos de pensamiento como valor inherente e irrenunciable de las artes.
- La promoción de proyectos diseñados basándose en obras de arte o productos culturales (mediante visitas a museos, centros culturales o el encuentro con artistas), o bien que crean un producto final de carácter artístico o cultural. Porque ofrecen un contexto temático suficientemente amplio como para dar cobertura a contenidos, conceptualizaciones, problemas o retos compartidos por las distintas áreas de conocimiento.
- La dinamización de los proyectos por equipos multidisciplinares en interrelación con la comunidad educativa, colectivos e instituciones, donde no falten entidades culturales, arteducadores o artistas y personas expertas en áreas específicas (plástica, audiovisual, musical, danza, teatro) con formación suficiente.
- La resolución de los proyectos por parte del alumnado mediante procesos de creación colaborativa.
- El Aprendizaje Basado en Proyectos como metodología que garantiza los tiempos formativos y la profundidad que requieren los procedimientos artísticos.
- La visualización de las ideas mediante recursos expresivos y comunicativos propios de las artes en más de una fase del proceso (concepción, discusión y elaboración y exposición final).
- El valor de las experiencias artísticas durante el proceso más allá de la funcionalidad y utilitarismo, objetivo principal del producto final.

En resumen, la integración efectiva del Arte en proyectos STEAM todavía está pendiente, debido principalmente a las complicaciones inherentes a la ejecución de proyectos interdisciplinarios en cualquier campo, así como a la falta de comprensión de las complejidades propias de las prácticas artísticas.

Conscientes de las limitaciones del presente estudio, se reconoce la posibilidad de sesgos en la información recopilada. No se han recogido proyectos que, pudiendo considerarse STEAM, no se han autodenominado como tales ni se han publicado bajo esta nomenclatura. En el mundo del arte, no siempre se utilizan o precisan categorías para concebir, producir y defender los proyectos.

Este estudio no solo proporciona una comprensión sobre las tendencias, inercias y limitaciones actuales, sino que también apunta hacia una dirección futura en la que se reconozca plenamente el potencial del Arte en la formación integral del individuo a través del enfoque STEAM. Aunque STEAM posiciona las artes junto a Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, ¿qué sucede con otras áreas y disciplinas también presentes en las etapas escolares, como son las humanísticas: filosofía, historia, literatura, etc.? Finalmente, desde la perspectiva educativa artística, se plantea la cuestión de si debemos potenciar el modelo STEAM en detrimento de otras posibilidades y necesidades, o si deberíamos abrir este modelo a otras propuestas.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte del proyecto “Metodologías de intervención social basadas en Artes Visuales: creación cultural, inclusión y patrimonio” (PID2019-109990RB-I00) (2020-2024), con financiación del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Contribuciones de los autores

Los autores han trabajado en cada uno de los apartados de esta investigación activamente.

Referencias

- Aguilera, D. y Ortiz-Revilla, J. (2021). STEM vs. STEAM education and student creativity: A systematic literature review. *Education Sciences*, 11(7), 331. <https://doi.org/10.3390/educsci11070331>
- Arce, E., Suárez-García, A., López-Vázquez, J. A. y Fernández-Ibáñez, M. I. (2022). Design Sprint: Enhancing STEAM and engineering education through agile prototyping and testing ideas, *Thinking Skills and Creativity*, 44.
- Arís, N. y Orcos, L. (2019). Educational Robotics in the Stage of Secondary Education: Empirical Study on Motivation and STEM Skills. *Education Sciences*, 9 (73). <https://doi.org/10.3390/educsci9020073>
- Barone, T. (2001). Science, art, and the Predispositions of Educational Researchers. *Educational Researcher*, 30, 24-28. <https://doi.org/10.3102/0013189X030007024>
- Basogain, X., Olabe, J. C., Olabe, M. A. y López de la Serna, A. (2022). Collaborative STEAM in Educational Centers: Artistic installations in public spaces. En J. M. Esteve Faubel, A. Fernández-Sogorb, R. Martínez Roig, y J. R. Álvarez Herrero (Eds.), *Transformando la educación a través del conocimiento* (pp. 153-163). Octaedro.
- Bassachs, M., Cañabate, D., Nogué, Ll., Serra, T., Bubnys, R. y Colomer, J. (2020). Fostering Critical Reflection in Primary Education through STEAM Approaches. *Education Sciences*, 10, 384. <https://doi.org/10.3390/educsci10120384>
- Beloff, L. (2020). *Art & Science vs. The Arts and The Science*. Hybrid Lab Network.
- Bellido Hurtado, M. I. (2018). SolarLanz: proyecto STEAM de Innovación e Investigación. *Cuadernos de pedagogía*, 493, 38-45.
- Brereton, P., Kitchenham, B. A., Budgen, D., Turner, M. y Khalil, M. (2007). Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain. *Journal of Systems and Software*, 80(4), 571-583. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2006.07.009>
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: a 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35. <https://bit.ly/2W4Fsh2>

- Caeiro, M. y Muñiz de la Arena, M. A. (2019). La cognición expresiva como experiencia de relación del arte y la ciencia en la educación preuniversitaria. *Artnodes*, 24, 142-154. <http://dx.doi.org/10.7238/a.v0i24.3259>
- Caeiro, M. (2021). Diálogos entre la Tecnología, el Arte, la Ciencia y las Humanidades en contextos educativos: de los modelos STEAM y SHAPE al TACH-di, *Educación artística revista de investigación (EARI)*, 12, 43-60. <https://doi.org/10.7203/eari.12.20841>
- Caño, L. y Alonso, J. S. (2022). STEAM en la charca: integrando tecnología y naturaleza. *Aula de innovación educativa*, 322, 73-74.
- Cassidy, H. G. (1964). *Las ciencias y las artes*. Taurus.
- Cavero, R. (2020). *Etopia Centro de Arte y Tecnología como espacio de aprendizaje transversal: un proyecto de inteligencia artificial y arte generativo para sexto de primaria* [TFG]. Universidad de Zaragoza.
- Cedeño, V. T. D., Caraballo, I. M. S. y Brito, R. L. (2023). STEAM: Una breve conceptualización de una metodología orientada al desarrollo de competencias del siglo XXI. *Revista EDUCARE-UPEL-IPB-Segunda Nueva Etapa 2.0*, 73-91.
- Cervera, N., Diago, P. D., Orcos, L. y Yáñez, D. F. (2020). The acquisition of computational thinking through mentoring: An exploratory study. *Education Sciences*, 10(8), 202.
- De Laiglesia, J. F., Loeck, J. y Caeiro, M. (2010). (Eds.) *La cultura transversal: Colaboraciones entre arte, ciencia y tecnología*. Universidad de Vigo.
- Delgado-Rodríguez, S., Carrascal Domínguez, S. y García-Fandino, R. (2023). Design, Development and Validation of an Educational Methodology Using Immersive Augmented Reality for STEAM Education. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 12(1), 19-39. <https://doi.org/10.7821/naer.2023.1.1250>
- Diego-Mantecón, J., Prodromou, T., P., Lavicza, Z., Blanco, T. y Ortiz-Laso, Z. (2021). An Attempt to Evaluate STEAM Project-Based Instruction from a School Mathematics Perspective. *ZDM: Mathematics Education*, 53, 1137-1148. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01303-9>
- Diego-Mantecón, J., Blanco, T., Ortiz-Laso, Z. y Lavicza, Z. (2021). STEAM Projects with KIKS Format for Developing Key Competences. *Comunicar: Media Education Research Journal*, 66(29), 33-42. <https://doi.org/10.3916/C66-2021-03>
- Díez, C., García-Martínez, M. C. y Zurita, S. (2018). Scenarios and Scenes of Opera for STEAM Creative Learning. Workshop Global Science Opera with Experiences for Classroom Implementation. En M.F.M. Costa (ed. lit.), J. B. Vázquez Dorrió (ed. lit.), J. M. Fernández Novell (ed. lit.), *Hands-on science: advancing science, improving education* (pp. 318-321). Universidad de Vigo.
- Domènech-Casal, J. (2019). STEM: Oportunidades y retos desde la Enseñanza de las Ciencias. *Revista de Ciències de l' Educació*, 2, 155-168. <https://doi.org/10.17345/ute.2019.2.2646>

- Dúo-Terrón, P. (2023). Analysis of Scratch Software in Scientific Production for 20 Years: Programming in Education to Develop Computational Thinking and STEAM Disciplines. *Educ. Sci.*, 13, 404. <https://doi.org/10.3390/educsci13040404>
- Escribano-Belmar, B., Caerols-Mateo, R. y Thompson, R. (2023). The Interrelation of Art, Science, and Technology from a Cognitive Dimension: Art as a Way of Knowledge and the STEAM Methodology as the Answer. *Rupkatha Journal*, 15 (3), 1-13. <https://doi.org/10.21659/rupkatha.v15n3.11>
- Freeman, A., Adams, S., Cummins, M., Davis, A. y Hall, C. (2017). *NMC/CoSN Horizon Report: 2017 K-12 Edition*. The New Media Consortium.
- Gamboa, Y. M. y Bosco, A. (2022). Movimiento maker y robótica en la Educación Primaria. En C. Grimalt-Alvaro, L. Marqués Molías, R. Palau Sagin, J. B. Holgado García, C. Valls Bautista, C. Hernández Escolano (Coords.). *Tecnología educativa para los retos de la era digital* (pp. 129-138). Octaedro.
- García-Carmona, A. (2020). STEAM, ¿una nueva distracción para la enseñanza de la ciencia? *Ápice. Revista de Educación Científica*, 4(2), 35-50. <https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.2.6533>
- García, O., Raposo, M. y Martínez, M. E. (2023). El enfoque educativo STEAM: una revisión de la literatura. *Revista complutense de educación*, 34(1), 191-202.
- Grant, J. y Patterson, D. (2016). Innovative arts programs require innovative partnerships: A case study of STEAM partnering between an art gallery and a natural history museum. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 89(4-5), 144-152.
- Guenaga Gómez, M. y Fernández Álvarez, L. (2020). Inspira STEAM: breaking the confidence gap with female roles. *Revista de Investigaciones Feministas* 11(2), 273-286.
- Guirao Goris, S. J. A. (2015). Utilidad y tipos de revisión de literatura. *Ene*, 9(2). <https://dx.doi.org/10.4321/s1988-348x2015000200002>
- Gurnon, D., Voss-Andreae, J. y Stanley, J. (2013). Integrating art and science in undergraduate education. *PLoS Biol*, 11(2), e1001491. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001491>
- Higgins, J.P. y Green, S. (Eds.) (2006). *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions* 4.2.6. The Cochrane collaboration.
- Higuera, J. (2014). La pluralidad de sentidos del término ars: scientia-philosophia-sapientia, *Anales del Seminario de Historia de la Filosofía*, 31(2), 323-345, http://dx.doi.org/10.5209/rev_ASHF.2014.v31.n2.47572
- Kitchenham, B. A. (2004). *Procedures for performing systematic reviews*. Keele University: Technical Report TR/SE-0401 and NICTA Technical Report 0400011T.1. <https://goo.gl/wQcMaS>
- Lage-Gómez, C. y Ros, G. (2023). How Transdisciplinary Integration, Creativity and Student Motivation Interact in Three STEAM Projects for Gifted Education? *Gifted*

- Education International*, 39(2) 247-262.
<https://doi.org/10.1177/02614294231167744>
- Land, M. H. (2013). Full STEAM ahead: The benefits of integrating the arts into STEM. *Procedia Computer Science*, 20, 547-552.
- López-Banet, L., Perales, F. J. y Jimenez-Liso, M. R. (2021). STEAM views from a need: the case of the chewing gum and pH sensopill (Miradas STEAM desde la necesidad: el caso de la sensopildora chicles y pH). *Journal for the Study of Education and Development*, 44(4), 909-941. DOI: <https://doi.org/10.1080/02103702.2021.1927505>
- López, P., Rodrigues-Silva, J. y Alsina, Á. (2021). Brazilian and Spanish Mathematics Teachers' Predispositions towards Gamification in STEAM Education. *Educ. Sci.* 111(10), 618. <https://doi.org/10.3390/educsci11100618>
- Luengo, M. A. (2021). La construcción de una ciudad con material reutilizado como escenario de stop motion. Una propuesta STEAM para educación primaria. *Didacticae: Revista de Investigación en Didácticas Específicas*, 10, 55-70.
- Lupión-Cobos, T., Crespo-Gómez, J. I. y García-Ruiz, Cristina (2023). Challenges and Opportunities to Teaching Inquiry Approaches by STE(A)M Projects in the Primary Education Classroom. *Journal of Baltic Science Education*, 22(3), 454-469. <https://doi.org/10.33225/jbse/23.22.454>
- Maeda, J. (2013). STEM Art = STEAM. *The STEAM Journal*, 1(1), 34. <https://doi.org/10.5642/steam.201301.34>
- Malina, R., García, A. T. y Silveira, J. (2018). What Is the evidence that art-science-technology collaboration Is a Good thing? *Leonardo*, 51(1), 2-2.
- Moraza, J. L. (2008). Aporías de la investigación (tras, sobre, so, sin, según, por, para, hasta, hacia, desde, de, contra, con, cabe, bajo, ante, en) arte. Notas sobre el SABOER. En J. F. De Laiglesia, M. Caeiro y S. Fuentes (Eds.), *Notas para una investigación artística* (pp. 35-72). Universidade de Vigo.
- Murillo, V. y Ramos, N. (2023). Transdisciplinarity between art, science and technology: pushing boundaries in Karin Ohlenschläger's teaching-expositive proposals in her stage as director of LABoral Gijón. *Artnodes*, 32, 1-11. <https://doi.org/10.7238/artnodes.v0i32.411828>.
- Olabe, J. C., Basogain, X. y Olabe, M. A. (2021). Educational Makerspaces and Conceptual Art Projects Supporting STEAM Education. En *Proceedings of the 2020 4th International Conference on Education and E-Learning* (pp. 142-149). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/gmh7qg>
- Ortega-Torres, E. (2022). Training of future steam teachers: Comparison between primary degree students and secondary master's degree students. *Journal of Technology and Science Education*, 12(2), 484-495. <https://doi.org/10.3926/jotse.1319>

- Ortiz-Revilla, J. (2020). *El desarrollo competencial en la Educación Primaria: efectos de una propuesta STEAM integrada* [Tesis]. Universidad de Burgos. <http://hdl.handle.net/10259/5521>
- Ortiz-Revilla, J., Sanz-Camarero, R. y Greca, I. M. (2021). Una mirada crítica a los modelos teóricos sobre educación STEAM integrada. *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(2), 13-33. <https://doi.org/10.35362/rie8724634>
- Ortiz-Revilla, J., Greca, I. M. y Meneses-Villagrà, J. Á. (2021). Effects of an integrated STEAM approach on the development of competence in primary education students. *Journal for the Study of Education and Development*, 44(4), 838-870. <https://doi.org/10.1080/02103702.2021.1925473>
- Peña, B. R., Pujol, C. A. y Martin, S. (2023) L'art a STEAM. Estratègies per a fomentar l'art en projectes STEAM. *Ciències: revista del professorat de ciències de primària i secundària*, 46, 54-70. <https://doi.org/10.5565/rev/ciencies.466>
- Pérez, M. y López, S. (2023). El uso de los espacios maker en la educación STEAM de Galicia. *DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia*, 41. <https://raco.cat/index.php/DIM/article/view/417351>
- Pinto G. (2023). Casos interdisciplinarios y multidisciplinares para un aprendizaje STEAM contextualizado. *Supervisión* 21(69). <https://doi.org/10.52149/Sp21/69.6>
- Piqueras, M. G. (2022). *Aventuras STEAM: ciencia, tecnología, ingeniería y arte: un universo de conexiones matemáticas*. Los Libros de La Catarata.
- Prat, M. y Sellas, I. (2021). STEAM en Educación Infantil: Una visión desde las matemáticas. *Didacticae*, 10, 8-20. <https://doi.org/10.1344/did.2021.10.8-20>
- Queiruga-Dios, M. Á., López-Iñesta, E., Diez-Ojeda, M., Sáiz-Manzanares, M. C. y Vázquez-Dorrío, J. B. (2021). Implementation of a STEAM project in compulsory secondary education that creates connections with the environment. *Journal for the Study of Education and Development*, 44(4), 871-908. <https://doi.org/10.1080/02103702.2021.1925475>
- Raposo-Rivas, M., García-Fuentes, O. y Martínez-Figueira, M. E. (2022). La robótica educativa desde las áreas STEAM en educación infantil: Una revisión sistemática de la literatura (2005-2021). *Revista Prisma Social*, 38, 94-113. <https://revistaprismasocial.es/article/view/4779>
- Romero-Tena, R. y Romero-González, A. (2020). Aprendizaje con robótica del patrón AB en niños de 3 años. *EduTec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, 72, 54-67. <https://doi.org/10.21556/edutec.2020.72.1579>
- Ruiz, F. A. (2017). *Diseño de proyectos STEAM a partir del currículum actual de Educación Primaria utilizando Aprendizaje Basado en Problemas, Aprendizaje Cooperativo, Flipped Classroom y Robótica Educativa* [Tesis]. Universidad CEU Cardenal Herrera.

- Salgado, M., Alsina, Á. y Filgueira, S. (2020). Argumentación matemática a través de actividades STEAM en educación infantil. *Épsilon*, 104, 45-57. <http://hdl.handle.net/10347/24808>
- Sánchez, E. (2019). La educación STEAM y la cultura «maker». *Padres Y Maestros*, 379, 45-51. <https://doi.org/10.14422/pym.i379.y2019.008>
- Sanders, M. (2008). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26. <https://bit.ly/39qlQqE>
- Sepúlveda Durán, C. M. y Arévalo Galán, A. (2023). La disciplina musical como STEAM: su aplicación en Educación Primaria mediante Metodologías Activas. En C. Martínez Martínez y D. Escandell (Eds.), *Perpetuum mobile: conocimiento, investigación e innovación en la sociedad actual* (pp. 38-46). Octaedro.
- Serón Torrecilla, F. J. (2020). El Enfoque STEAM: Diseño Participativo En Una Experiencia De Ciencia Ciudadana. *AusArt*, 8 (1), 247-257
- Sevilla, Y. y Solano, N. (2022). Inclusión educativa de la mano de STEAM y las nuevas tecnologías. *Supervisión* 21(55), 24. <https://n9.cl/cpslb>
- Silva-Díaz, F., Fernández-Ferrer, G., Vásquez-Vilchez, M., Ferrada, C., Narváez, R. y Carrillo-Rosúa, J. (2022). Tecnologías emergentes en la educación STEM. Análisis bibliométrico de publicaciones en Scopus y WoS (2010-2020). Bordón, *Revista de Pedagogía*, 74(4), 25-44. <https://doi.org/10.13042/Bordon.2022.94198>
- Silva-Hormazábal, M., Jefferson, R.-S., Alsina, Á. y Salgado, M. (2022). Integrandos matemáticas y ciencias: una actividad STEAM en Educación Primaria. *UNIÓN - Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 18(66). <https://n9.cl/1ykugd>
- Soledad, M. y García, F. J. (2018). Co-creation and open innovation: Systematic literature review [Co-creación e innovación abierta: Revisión sistemática de literatura]. *Comunicar*, 54(26), 9-18. <https://doi.org/10.3916/C54-2018-01>
- Soto, P. M. y Villena, V. (2022). Arte contemporáneo y proyectos steam. Desarrollo de competencias audiovisuales y tecnológicas en la formación de profesorado. M. C. Romero García (Coord.), *Innovación docente y prácticas educativas para una educación de calidad* (pp. 777-798). Dykinson S.L.
- Soto-Solier, P. M., Villena-Soto, V. y Molina Muñoz, D. (2023). Percepciones de los futuros docentes sobre la integración de la robótica creativa en Educación Primaria: [Perceptions of future teachers on the inclusion of creative robotics in Primary Education]. *Pixel-Bit. Revista De Medios y Educación*, 67, 283-318. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.96781>
- Watson, A. D. y Watson, G. H. (2013). Transitioning STEM to STEAM: Reformation of engineering education. *Journal for Quality & Participation*, 36(3), 1-4.
- Wilson, S. (2002). *Information Arts: Intersections of Art, Science, and Technology*. MIT Press/Leonardo Books.
- Yakman, G. (2008). STΣ@M Education: an overview of creating a model of integrative education. En V.V.A.A. (Eds.), *Marc de Vries, trans. PATT-17 and PATT-19 Proceedings* (pp. 335-358). Reston, ITEEA. <https://n9.cl/abydn>

Yakman, G. y Lee, H. (2012). Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 32(6), 1072-1086.
<https://doi.org/10.14697/jkase.2012.32.6.1072>