

EDUCAÇÃO STEAM NO ENSINO MÉDIO: REVISÃO DE ESCOPO SOBRE EXPERIÊNCIAS EDUCATIVAS NO CONTEXTO RIOPLATENSE (2018-2024)

STEAM EDUCATION IN SECONDARY EDUCATION: A SCOPING REVIEW OF EDUCATIONAL EXPERIENCES IN THE RÍO DE LA PLATA CONTEXT (2018-2024)

STEAM EN EDUCACIÓN MEDIA: REVISIÓN DE ALCANCE SOBRE EXPERIENCIAS EDUCATIVAS EN EL CONTEXTO RIOPLATENSE (2018-2024)

Silvana Flecchia Berrutti¹; Patricia Añón Villamil²; Verónica Perrone³; Gabriela Varela Beloso⁴

¹Facultad de Química (UDELAR); sflecchia@fq.edu.uy

²Universidad Tecnológica de Uruguay (UTEC); apifersa@gmail.com

³Universidad Tecnológica de Uruguay (UTEC); veronica.perrone@utec.edu.uy

⁴Consejo de Formación en Educación (ANEP); dep.cienciasbiologicas@gmail.com

Resumo: Este artigo apresenta uma revisão de escopo sobre a produção acadêmica vinculada a experiências educativas STEAM no ensino médio no contexto rio-platense durante o período de 2018 a 2024. O estudo teve como objetivo mapear as características gerais dessa produção, as concepções predominantes, as estratégias metodológicas, as formas de integração disciplinar e os desafios identificados na literatura. Foram analisados 43 documentos produzidos na Argentina e no Uruguai, entre artigos, anais de congresso e um livro. Dentro desse corpus, realizou-se uma análise focalizada de doze publicações uruguaias, com o propósito de examinar formas situadas de apropriação do enfoque STEAM. Os resultados evidenciam um campo incipiente, disperso e heterogêneo, caracterizado pela presença de metodologias ativas, integração de saberes, uso de tecnologias digitais, resolução de problemas contextualizados e desenvolvimento de competências transversais. Além disso, foram identificados desafios relacionados à polissemia conceitual, à integração parcial das artes, à avaliação limitada do impacto das experiências e à incorporação desigual de dimensões éticas, sociais, ambientais e cidadãs. Conclui-se que as experiências analisadas apresentam potencial para fortalecer propostas interdisciplinares e contextualizadas no ensino médio, embora requeiram maior fundamentação teórica, formação docente e critérios compartilhados de implementação e avaliação.

Palavras-chave: Educação STEAM. Ensino médio. Revisão de escopo. Experiências educativas. Contexto rio-platense.

Abstract: This article presents a scoping review of academic production related to STEAM educational experiences in secondary education in the River Plate context during the period 2018-2024. The study aimed to map the general characteristics of this production, the predominant conceptions, the methodological strategies, the forms of disciplinary integration, and the challenges identified in the literature. A total of 43 documents produced in Argentina and Uruguay were analyzed, including journal articles, conference proceedings, and one book. Within this corpus, a focused analysis of twelve Uruguayan publications was conducted in order to examine situated forms of appropriation of the STEAM approach. The results reveal an emerging, dispersed, and heterogeneous field, characterized by the presence of active methodologies, knowledge integration, the use of digital technologies, contextualized problem-solving, and the development of transversal competencies. In addition, challenges were identified regarding conceptual polysemy, the partial integration of the arts, the limited evaluation of the impact of the experiences, and the uneven incorporation of ethical, social, environmental, and civic dimensions. The article concludes that the experiences analyzed show potential to strengthen interdisciplinary and contextualized proposals in secondary education, although they require stronger theoretical foundations, teacher training, and shared criteria for implementation and evaluation.

Key words: STEAM education. Secondary education. Scoping review. Educational experiences. River Plate context.

Resumen: Este artículo presenta una revisión de alcance sobre la producción académica vinculada con experiencias educativas STEAM en educación media en el contexto rioplatense durante el período 2018-2024. El estudio se orientó a mapear las características generales de dicha producción, las concepciones predominantes, las estrategias metodológicas, las formas de integración disciplinar y los desafíos identificados en la literatura. Se analizaron 43 documentos producidos en Argentina y Uruguay, entre artículos, actas de congreso y un libro. Dentro de este corpus, se realizó un análisis focalizado de doce publicaciones uruguayas, con el propósito de examinar formas situadas de apropiación del enfoque STEAM. Los resultados evidencian un campo incipiente, disperso y heterogéneo, caracterizado por la presencia de metodologías activas, integración de saberes, uso de tecnologías digitales, resolución de problemas contextualizados y desarrollo de competencias transversales. Asimismo, se identificaron desafíos vinculados con la polisemia conceptual de STEAM, la integración parcial de las artes, la limitada evaluación del impacto de las experiencias y la incorporación desigual de dimensiones éticas, sociales, ambientales y ciudadanas. Se concluye que las experiencias analizadas presentan potencial para fortalecer propuestas interdisciplinarias y contextualizadas en educación media, aunque requieren mayor fundamentación teórica, formación docente y criterios compartidos de implementación y evaluación.

Palabras clave: Educación STEAM. Educación media. Revisión de alcance. Experiencias educativas. Contexto rioplatense.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la educación STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*, por sus siglas en inglés) ha adquirido una creciente relevancia en el ámbito educativo internacional debido a su potencial para promover propuestas integradas, interdisciplinarias e innovadoras vinculadas con las ciencias, la tecnología, la ingeniería, las artes y la matemática. Este interés ha dado lugar -particularmente en Argentina y Uruguay- a una producción académica incipiente y dispersa, en la que se observan diferencias relevantes en los modos de conceptualizar, investigar e implementar el enfoque STEAM. Frente a este escenario, resulta necesario desarrollar estudios que permitan sistematizar y mapear el conocimiento disponible, identificando tendencias, enfoques predominantes, vacíos de conocimiento y áreas emergentes dentro del campo.

En respuesta a esta necesidad, el presente artículo desarrolla una revisión de alcance sobre la producción académica vinculada con la educación STEAM en el contexto rioplatense durante el período 2018-2024. Las revisiones de alcance resultan especialmente adecuadas para explorar campos de conocimiento amplios, heterogéneos o en proceso de consolidación, ya que permiten caracterizar la evidencia disponible, mapear concepciones predominantes, reconocer estrategias metodológicas y formas de integración disciplinar, e identificar vacíos o desafíos para futuras investigaciones (ARKSEY; O'MALLEY, 2005). A diferencia de las revisiones sistemáticas, orientadas a responder preguntas específicas y delimitadas, este tipo de revisión busca ofrecer una visión general del estado del arte de una temática determinada (TRICCO et al., 2018).

Sobre esta base, el estudio se orienta a sistematizar una producción académica variada, atendiendo tanto a las características generales como a sus formas de apropiación en

contextos específicos. En este sentido, además del mapeo general de la producción rioplatense, se incorpora un análisis focalizado de experiencias uruguayas de educación media, con el propósito de examinar modalidades situadas de apropiación del enfoque STEAM en el país.

1.1. De STEM a STEAM: conceptualización y debates

Durante las últimas décadas, los enfoques STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*), por sus siglas en inglés y STEAM han adquirido una presencia creciente en las políticas educativas, las agendas prioritarias de investigación y los espacios de intercambio académico, reflejados en el creciente número de comunicaciones presentadas en congresos de educación científica. El enfoque STEM surgió en Estados Unidos a finales del siglo XX asociado a la necesidad de fortalecer la formación científico-tecnológica y promover el desarrollo económico basado en la innovación. Inicialmente, estuvo vinculado con objetivos estratégicos relacionados con la competitividad, la generación de trayectorias en ciencias y tecnología, y la formación de capital humano especializado (BYBEE, 2010; RITZ; FAN, 2015). En este sentido, Domènech-Casal (2019) señala que STEM emergió más como una agenda político-educativa que como una propuesta pedagógica claramente definida, articulando preocupaciones vinculadas con las vocaciones científicas, la inclusión y la formación ciudadana.

La evolución de STEM hacia STEAM supuso la incorporación de las artes como una dimensión orientada a enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje mediante la creatividad, la innovación y el diseño. Desde esta perspectiva, Yakman (2008) propone una visión integradora del conocimiento, en la que ciencias, tecnología, ingeniería, artes y matemática se articulan para abordar problemas complejos desde múltiples miradas. Esta ampliación ha favorecido diversas interpretaciones sobre el alcance de la letra "A", asociada tanto a las artes como a otras dimensiones vinculadas con las humanidades, la reflexión ética y la formación ciudadana.

Uno de los rasgos centrales del STEAM es su apuesta por la integración disciplinar. Desde esta perspectiva, el aprendizaje se organiza en torno a problemas auténticos, desafíos contextualizados o proyectos integradores que trascienden las fronteras tradicionales de las disciplinas. Sin embargo, la integración disciplinar constituye también uno de los principales debates del campo. Diversos autores señalan que bajo la denominación STEAM coexisten propuestas muy diversas, que van desde actividades esencialmente disciplinares o multidisciplinares hasta modelos interdisciplinares y transdisciplinares altamente integrados (COUSO; SIMARRO, 2020; MARTÍN-PÁEZ et al., 2019). En consecuencia, STEAM ha sido caracterizado como un concepto polisémico, cuyo significado, alcances y formas de implementación continúan en construcción.

La literatura especializada coincide en señalar que no existe una definición única y consensuada del enfoque, sino múltiples interpretaciones que difieren en sus fundamentos

teóricos, finalidades educativas y modalidades de integración disciplinaria (MARTÍN-PÁEZ et al., 2019; AGUILERA; VÍLCHEZ-GONZÁLEZ, 2024). Aguilera y Vílchez-González (2024) advierten que la expansión de STEAM ha generado diversas perspectivas teóricas y metodológicas que, en algunos casos, dificultan la delimitación del concepto y la identificación de criterios comunes para su implementación. Sus hallazgos muestran que no existe acuerdo respecto al significado atribuido a la “A” de STEAM ni sobre los modos más adecuados de integración disciplinaria, lo que refuerza la necesidad de contar con marcos teóricos más sólidos que orienten el diseño, análisis y evaluación de propuestas educativas.

Esta diversidad conceptual también se expresa en las estrategias metodológicas asociadas al enfoque. Las propuestas STEAM suelen apoyarse en metodologías activas que promueven la participación de los estudiantes en procesos de investigación, diseño, construcción y resolución de problemas. Entre las estrategias más frecuentes se encuentran el Aprendizaje Basado en Proyectos, la indagación, el diseño de ingeniería, la cultura *maker*, la programación, la robótica educativa y el Aprendizaje Basado en Problemas. Estas metodologías comparten la intención de favorecer aprendizajes significativos mediante la participación activa de los estudiantes y la vinculación de los contenidos con contextos reales (MARTÍN-PÁEZ et al., 2019; GARCÍA FUENTES et al., 2023).

En los últimos años, diversas revisiones de literatura han evidenciado un crecimiento de las investigaciones orientadas a analizar experiencias educativas, diseñar propuestas didácticas, evaluar aprendizajes y explorar el impacto del enfoque en variables como la creatividad, la motivación, la autoeficacia y el interés por las disciplinas científicas y tecnológicas. García Fuentes et al. (2023) señalan que la expansión del movimiento *maker*, la filosofía *Do It Yourself* y las metodologías centradas en la creación y el aprendizaje activo han contribuido a consolidar STEAM como un campo emergente de investigación educativa. No obstante, su amplitud y flexibilidad también plantean desafíos para la comparación entre estudios y la construcción de marcos de referencia compartidos que orienten la investigación y la práctica educativa.

1.2. STEAM en América Latina y el contexto rioplatense

La expansión del enfoque STEAM ha trascendido los contextos en los que surgió originalmente y se ha extendido progresivamente hacia diversos sistemas educativos. En América Latina, este proceso se ha manifestado mediante iniciativas de innovación pedagógica, programas de formación docente y propuestas curriculares orientadas a promover la integración de saberes, el desarrollo de competencias y la resolución de problemas complejos desde perspectivas interdisciplinarias (GARCÍA FUENTES et al., 2023; MARTÍN-PÁEZ et al., 2019). Sin embargo, la incorporación de STEAM en la región no responde a un modelo único, sino que se encuentra atravesada por las particularidades de los sistemas educativos nacionales, las tradiciones pedagógicas locales y las condiciones institucionales de cada contexto.

En este sentido, las experiencias desarrolladas en América Latina muestran una amplia variedad de estrategias de integración disciplinaria, enfoques pedagógicos y finalidades educativas (Martín-Páez et al., 2019). Más que una adopción homogénea de STEAM, se observa una apropiación situada de algunos de sus principios, especialmente aquellos vinculados con la interdisciplinarietà, las metodologías activas, el uso de tecnologías, la resolución de problemas y el desarrollo de competencias transversales. Esta diversidad vuelve necesario analizar cómo se configura el campo en contextos específicos y qué rasgos adquieren las experiencias que se reconocen, explícita o implícitamente, como cercanas a STEAM.

En Uruguay, la presencia explícita de STEAM en el discurso educativo es relativamente reciente. La aprobación del Marco Curricular Nacional de la Administración Nacional de Educación Pública (ANEP, 2022) incorpora principios vinculados con la integración de conocimientos, la contextualización de los aprendizajes y el desarrollo de competencias, aspectos que presentan importantes puntos de convergencia con los fundamentos atribuidos al enfoque STEAM. Asimismo, diversas experiencias educativas desarrolladas en los últimos años evidencian la presencia de propuestas integrales orientadas al abordaje de problemas auténticos, aun cuando no hayan sido concebidas originalmente bajo esta denominación.

A pesar del creciente interés por STEAM, la mayor parte de las revisiones y estudios de síntesis disponibles se han desarrollado en contextos europeos, norteamericanos y asiáticos (AGUILERA; VÍLCHEZ-GONZÁLEZ, 2024; GARCÍA FUENTES et al., 2023). En consecuencia, continúa siendo limitada la evidencia sistematizada acerca de cómo se configura este campo en América Latina y, particularmente, en el contexto rioplatense. La producción académica desarrollada en Argentina y Uruguay se encuentra dispersa en revistas, congresos, libros y otros espacios de difusión, lo que dificulta la construcción de una visión integral sobre sus principales características, tendencias y aportes.

En este escenario, resulta pertinente desarrollar estudios que permitan caracterizar la producción académica vinculada con experiencias educativas STEAM desde perspectivas situadas. Identificar las concepciones predominantes, las estrategias metodológicas, las formas de integración disciplinar y los desafíos presentes en las propuestas educativas reportadas en la literatura constituye un aporte relevante para comprender la configuración del campo en la región y orientar futuras acciones de investigación, formación docente y desarrollo curricular. Desde esta perspectiva, la presente revisión de alcance busca contribuir al conocimiento de la producción académica sobre experiencias educativas STEAM en educación media en el contexto rioplatense, atendiendo a las particularidades que presenta en Argentina y Uruguay.

2. MÉTODO

Con el propósito de mapear y analizar la producción académica sobre experiencias

educativas STEAM en educación media en el contexto rioplatense, se desarrolló una revisión de alcance (*scoping review*) siguiendo las orientaciones metodológicas propuestas por Arksey y O'Malley (2005), complementadas por los aportes de Levac et al. (2010) y Peters et al. (2015), así como por los lineamientos de la extensión PRISMA-ScR (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses Extension for Scoping Reviews) (TRICCO et al., 2018). Este enfoque metodológico resulta pertinente para explorar campos de conocimiento amplios, emergentes o insuficientemente sistematizados, y permite fortalecer el rigor, la transparencia y la trazabilidad de los procesos de búsqueda, selección, organización y análisis documental.

El proceso de revisión comprendió la identificación, selección, organización y análisis de documentos académicos publicados entre 2018 y 2024, considerando diferentes tipos de producción —artículos, actas de congresos y libros— vinculados con la educación STEM y STEAM. La organización y presentación de los resultados se orientó por las directrices PRISMA-ScR, con el fin de explicitar las decisiones metodológicas adoptadas y favorecer la transparencia del proceso de revisión (TRICCO et al., 2018).

2.1 Estrategia de búsqueda y selección documental

La búsqueda documental se realizó con el propósito de identificar producción académica sobre experiencias educativas STEM y STEAM en educación media desarrolladas en Argentina y Uruguay, publicadas entre 2018 y 2024. Para ello, se consultaron bases de datos académicas, repositorios institucionales y espacios de difusión especializados en educación, enseñanza de las ciencias y formación docente.

Entre las fuentes relevadas se incluyeron SciELO, Redalyc, Dialnet, Google Scholar, Latindex y el Repositorio Institucional de Acceso Abierto del Consejo de Formación en Educación (RIdAA-CFE). De manera complementaria, se revisaron publicaciones y repositorios de asociaciones profesionales y académicas vinculadas con la enseñanza de las ciencias y la formación docente, con el fin de recuperar experiencias educativas y producciones académicas que no se encontraban indexadas en las bases de datos consultadas.

La estrategia de búsqueda se construyó a partir de combinaciones de términos asociados a los enfoques STEM y STEAM y a experiencias educativas en educación media. Se utilizaron palabras clave como STEM, STEAM, educación STEM, educación STEAM, integración disciplinaria, interdisciplinariedad, aprendizaje basado en proyectos, cultura maker, robótica educativa, pensamiento computacional e interés por las áreas científico-tecnológicas. Las búsquedas se realizaron mediante operadores booleanos (AND, OR) y combinaciones adaptadas a las características de cada fuente consultada.

Se incluyeron artículos, actas de congresos, libros y tesis publicados entre 2018 y 2024 que abordaran experiencias educativas, fundamentos, estrategias de implementación o propuestas pedagógicas vinculadas con la educación STEM o STEAM en Argentina y Uruguay.

Como criterios de inclusión se establecieron: a) publicaciones producidas en Argentina o Uruguay, o referidas a experiencias educativas desarrolladas en estos países; b) documentos publicados entre 2018 y 2024; c) trabajos centrados en educación media; y d) producciones con vinculación explícita con los enfoques STEM o STEAM, sus fundamentos, estrategias o experiencias asociadas.

Se excluyeron publicaciones duplicadas, documentos sin acceso al texto completo, trabajos que incorporaban términos asociados a STEM o STEAM sin desarrollar aspectos educativos y producciones que no correspondían al nivel de educación media o al contexto geográfico definido para el estudio.

La selección de los documentos se realizó mediante una revisión progresiva de títulos, resúmenes y textos completos. Los registros recuperados fueron analizados en función de los criterios de inclusión y exclusión definidos, incorporándose al corpus aquellos que cumplían con los requisitos establecidos para la revisión. La organización y presentación del proceso de búsqueda y selección documental se orientó por las recomendaciones de PRISMA-ScR (TRICCO et al., 2018).

La Figura 1 presenta de forma sintética las etapas seguidas para la conformación del corpus analizado:

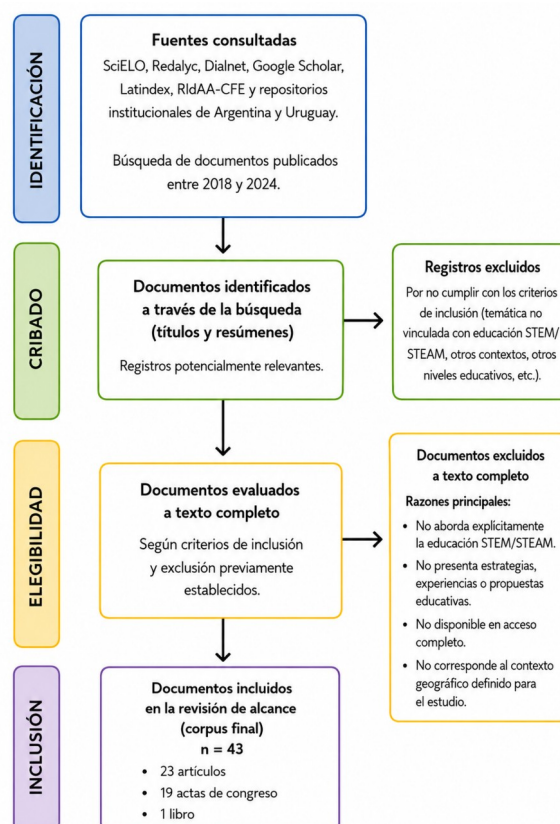


Figura 1 - Diagrama de flujo del proceso de búsqueda y selección documental.

Fuente: elaboración propia, adaptado de PRISMA-ScR (TRICCO et al., 2018)

2.2 Matriz de análisis y procedimiento analítico

Con el propósito de organizar y analizar la información recuperada, se construyó una matriz de análisis en Microsoft Excel que permitió sistematizar las principales características de la producción académica relevada. La matriz fue elaborada de forma progresiva a medida que se incorporaban los documentos seleccionados, registrándose información descriptiva y analítica pertinente para los objetivos del estudio.

La sistematización incluyó variables vinculadas con el tipo de producción académica, año de publicación, país de procedencia, nivel educativo abordado, concepción de STEM o STEAM, disciplinas involucradas y estrategias metodológicas. Estas categorías permitieron caracterizar la diversidad de enfoques presentes en la literatura y facilitar la identificación de patrones y tendencias dentro del corpus analizado.

De manera complementaria, se conformó un subcorpus focalizado en doce publicaciones uruguayas correspondientes a experiencias educativas desarrolladas en educación media y publicadas en revistas académicas nacionales incluidas en Latindex. La selección de este subcorpus respondió a su pertinencia para comprender las formas de apropiación e implementación del enfoque STEAM en el contexto uruguayo. Su análisis en profundidad permitió ampliar la caracterización general de la producción académica regional mediante una aproximación situada a experiencias desarrolladas en el país.

El análisis de los documentos se realizó mediante procedimientos de categorización y análisis temático, siguiendo las orientaciones generales de las revisiones de alcance propuestas por Arksey y O'Malley (2005) y desarrolladas posteriormente por Levac et al. (2010). A partir de la información registrada en la matriz, se identificaron tendencias relacionadas con las concepciones de STEAM predominantes, las estrategias metodológicas empleadas y las formas de integración disciplinar. Complementariamente, se desarrolló un análisis contextual orientado a reconocer particularidades, convergencias y tensiones presentes en la producción académica del contexto rioplatense y, especialmente, en las experiencias educativas uruguayas del subcorpus, consideradas en el estudio.

3. RESULTADOS

Los resultados se organizan en cuatro apartados complementarios. Primero, se presenta una caracterización general del corpus documental; luego, se analizan las concepciones, enfoques y estrategias metodológicas identificadas en la producción relevada. Posteriormente, se abordan los principales vacíos y desafíos del campo y, por último, se profundiza en el caso uruguayo a partir de un subcorpus de experiencias educativas desarrolladas en educación media.

3.1. Caracterización de la producción científica y académica sobre STEAM

La revisión de alcance permitió conformar un corpus de 43 documentos vinculados con la educación STEM y STEAM producidos en Argentina y Uruguay durante el período 2018-2024.

En relación con el tipo de producción académica, predominan los artículos académicos (n=23), seguidos por las actas de congresos (n=19). En menor medida se identificó un libro (n=1). Esta distribución muestra la consolidación progresiva de la temática en publicaciones académicas arbitradas, sin dejar de evidenciar la importancia de congresos y encuentros científicos como espacios de intercambio y difusión de experiencias educativas e investigaciones vinculadas con STEM y STEAM.

La distribución por país evidencia un predominio de publicaciones procedentes de Argentina (n=29), aunque se observa una presencia significativa de producciones desarrolladas en Uruguay (n=14). Esta distribución muestra que la producción sobre experiencias educativas STEAM en educación media circula principalmente a través de revistas académicas y espacios de intercambio profesional y disciplinar, especialmente congresos y jornadas vinculadas con la enseñanza de las ciencias, la formación docente y la innovación educativa.

Desde el punto de vista temporal, la producción analizada muestra una concentración creciente en los años más recientes. El año 2021 reúne la mayor cantidad de documentos identificados, seguido por 2024 y 2019. Esta distribución permite reconocer momentos de mayor visibilidad de las experiencias STEAM en los espacios académicos relevados, aunque no necesariamente supone un crecimiento lineal y sostenido durante todo el período. Más bien, los datos sugieren una producción dispersa, con incrementos de publicación asociados a determinados espacios de difusión, convocatorias o eventos académicos.

Respecto a las fuentes de publicación, se observa una presencia destacada de actas y publicaciones de la Asociación de Docentes de Biología de la Argentina (en adelante, ADBIA), así como de revistas y espacios académicos vinculados con la enseñanza de las ciencias, entre ellos Educación en la Química en Línea y la Revista de Enseñanza de la Física (ambas de Argentina) y publicaciones indexadas en Latindex. Esta diversidad de fuentes da cuenta de un campo de producción heterogéneo, en el que confluyen experiencias educativas, propuestas de innovación, reflexiones pedagógicas y abordajes vinculados con la integración de saberes.

Tabla 1. Caracterización general del corpus documental

Dimensión	Categoría	Frecuencia
Tipo de documento	Artículo	23
	Acta de congreso	19
	Libro	1
	Total	43
País de procedencia	Argentina	29
	Uruguay	14
	Total	43
Año de publicación	2018	6
	2019	8
	2020	2
	2021	16
	2022	1
	2023	2
	2024	8
	Total	43

Fuente: elaboración propia.

3.2. Concepciones, enfoques y estrategias metodológicas presentes en la literatura

El análisis de los documentos relevados evidencia que las experiencias educativas STEAM en educación media se caracterizan por una importante diversidad conceptual y metodológica. Las publicaciones analizadas presentan distintas formas de comprender la integración disciplinaria y de traducirla en propuestas educativas, lo que refleja la ausencia de una definición única y consensuada del enfoque (MARTÍN-PÁEZ et al., 2019; AGUILERA; VÍLCHEZ-GONZÁLEZ, 2024). Esta diversidad se expresa tanto en las concepciones que orientan las experiencias como en las estrategias metodológicas empleadas para su implementación.

En el corpus analizado se observa una presencia recurrente de perspectivas interdisciplinarias, en las que ciencias, tecnología, ingeniería, artes y matemática se articulan

en torno a proyectos, problemas o desafíos comunes. No obstante, esta integración adopta formas diversas. En algunos documentos predomina una concepción tecnológica, asociada al uso de recursos digitales, programación, robótica educativa, pensamiento computacional, fabricación digital o cultura maker. En estos casos, la tecnología adquiere un papel central en el diseño, la construcción de soluciones y la mediación de los procesos de aprendizaje.

Junto a estas propuestas, se identifican enfoques CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) y sociocientíficos que vinculan el aprendizaje con problemáticas ambientales, tecnológicas y sociales relevantes para los estudiantes. Estas experiencias tienden a situar los contenidos escolares en relación con problemas contextualizados, promoviendo la reflexión sobre las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente. En esta línea, algunas publicaciones incorporan dimensiones vinculadas con la ciudadanía, la sostenibilidad y la toma de decisiones fundamentadas, aspectos que han sido señalados como componentes relevantes de la alfabetización STEAM y tecnocientífica (VARELA et al., 2025). En menor medida, también se identifican referencias a la perspectiva de género como eje de inclusión y participación en áreas científicas y tecnológicas.

También se reconocen propuestas centradas en la integración conceptual, en las que se busca articular contenidos provenientes de distintas disciplinas, especialmente de las ciencias naturales, la tecnología y, en algunos casos, las humanidades o la ingeniería. Si bien no todas las experiencias explicitan de manera sistemática un marco STEAM, muchas de ellas presentan rasgos compatibles con el enfoque, en tanto promueven la articulación de saberes, la resolución de problemas, el trabajo colaborativo y la producción de soluciones o artefactos. En particular, aquellas experiencias que incorporan la dimensión artística y creativa como vía para interpretar, representar y transformar los conocimientos disciplinares se aproximan con mayor claridad a los planteamientos de Yakman, para quien STEAM no supone solo añadir las artes a STEM, sino integrarlas como componente articulador de una formación interdisciplinaria, creativa y orientada a la comprensión de problemas complejos (YAKMAN; LEE, 2012)

En relación con las estrategias metodológicas, las experiencias relevadas retoman, con distintos grados de desarrollo, el conjunto de metodologías activas anteriormente mencionadas. Más que presentarse como enfoques aislados, estas estrategias operan como modos de organizar la enseñanza en torno a la participación activa de los estudiantes, la integración de conocimientos provenientes de distintas disciplinas y la vinculación de los contenidos escolares con situaciones significativas o próximas a sus contextos de vida.

Se identifican además experiencias orientadas a la alfabetización científica, tecnológica o ciudadana, en las que se procura desarrollar capacidades para interpretar información, argumentar, tomar decisiones y participar en debates sobre problemáticas contemporáneas. En menor medida, aparecen propuestas vinculadas con la innovación educativa, que destacan la transformación de las prácticas de enseñanza mediante el uso de tecnologías, el trabajo colaborativo, la contextualización de los aprendizajes y la articulación entre disciplinas.

Las competencias más frecuentemente mencionadas son la creatividad, el pensamiento crítico, la colaboración, la comunicación y la resolución de problemas. También aparecen referencias al desarrollo de la ciudadanía, la sostenibilidad y la toma de decisiones fundamentadas frente a desafíos científicos y tecnológicos. En conjunto, los documentos analizados muestran que STEAM se configura como una concepción flexible que adopta múltiples formas de implementación, aunque mantiene como rasgo común la integración de saberes y el desarrollo de competencias orientadas a la comprensión y resolución de problemas auténticos, contextualizados y socialmente relevantes.

3.3. Vacíos y desafíos identificados en la producción analizada

El análisis de la producción relevada permitió identificar una serie de desafíos y tensiones que atraviesan el desarrollo de las experiencias educativas STEAM en educación media en el contexto rioplatense. Uno de los aspectos más evidentes es la diversidad de significados atribuidos a STEAM. Las publicaciones analizadas presentan distintas formas de conceptualizar STEM y STEAM, así como diferentes niveles de integración disciplinaria, lo que refleja la persistencia de una polisemia conceptual y la ausencia de consensos ampliamente compartidos sobre sus fundamentos y alcances. Esta situación coincide con lo señalado por Martín-Páez et al. (2019) y Aguilera y Vílchez-González (2024), quienes advierten que la expansión del enfoque STEAM ha estado acompañada por una notable diversidad de definiciones, finalidades educativas y formas de implementación.

Esta diversidad conceptual se acompaña, en algunos casos, de una fundamentación teórica limitada. Si bien numerosas experiencias describen propuestas innovadoras y estrategias de enseñanza valiosas, no siempre explicitan los marcos conceptuales que orientan su diseño o justifican las decisiones pedagógicas adoptadas. Como resultado, la relación entre los principios teóricos del enfoque, las formas de integración disciplinaria y las prácticas implementadas no siempre resulta claramente visible. En este sentido, la literatura especializada ha señalado la necesidad de avanzar hacia marcos de referencia más sólidos que permitan distinguir entre propuestas disciplinares, multidisciplinares, interdisciplinares y transdisciplinares dentro del campo STEAM (COUSO; SIMARRO, 2020; AGUILERA; VÍLCHEZ-GONZÁLEZ, 2024).

Otro aspecto identificado refiere a la integración de las artes dentro de las propuestas STEAM. Aunque la dimensión artística y creativa aparece mencionada en algunas experiencias, su incorporación efectiva suele ser menos evidente que la de las disciplinas científicas y tecnológicas. En varios casos, las artes ocupan un lugar complementario o accesorio, sin alcanzar niveles de integración comparables a los observados en ciencia, tecnología, ingeniería o matemática. Este hallazgo resulta relevante si se considera que la incorporación de la "A" en STEAM fue planteada como una vía para ampliar el enfoque STEM mediante la creatividad, la expresión, el diseño y la articulación con dimensiones humanísticas y culturales (YAKMAN,

2008).

Asimismo, se observa una presencia limitada de estudios orientados a evaluar el impacto de las propuestas implementadas. La mayoría de los documentos se centra en la descripción de experiencias, secuencias didácticas, proyectos educativos o propuestas de innovación, mientras que son menos frecuentes las investigaciones que analizan de forma sistemática sus efectos sobre los aprendizajes, las competencias desarrolladas, las actitudes de los estudiantes o los procesos de apropiación de saberes integrados. Esta limitación constituye un desafío para la consolidación del campo, ya que dificulta comparar experiencias, valorar sus alcances y generar evidencia acumulativa sobre las condiciones que favorecen una implementación significativa del enfoque STEAM.

También se identificó una incorporación desigual de dimensiones éticas, sociales, ambientales y ciudadanas. Si bien algunos trabajos abordan problemáticas sociocientíficas, ambientales, comunitarias o vinculadas con la sostenibilidad y la perspectiva de género, estas dimensiones no siempre constituyen un eje estructurante de las propuestas. En varios casos, aparecen como contexto o motivación inicial, pero no necesariamente como componentes centrales del diseño, desarrollo y evaluación de la experiencia educativa. Esta tensión dialoga con los enfoques CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) y sociocientíficos, que destacan la importancia de vincular la enseñanza de las ciencias y la tecnología con problemáticas socialmente relevantes, la toma de decisiones fundamentadas y la formación ciudadana (DOMÈNECH-CASAL, 2019).

Finalmente, la revisión pone de manifiesto la necesidad de continuar fortaleciendo la formación docente para el diseño e implementación de propuestas STEAM en educación media. La integración disciplinaria, el trabajo colaborativo, el uso pedagógico de tecnologías y el desarrollo de proyectos contextualizados requieren conocimientos pedagógicos y disciplinares específicos, así como oportunidades de formación y acompañamiento que favorezcan su incorporación sostenida en las prácticas educativas. Este desafío resulta especialmente relevante en un campo que demanda articulaciones entre saberes disciplinares, diversas formas de abordaje y lectura crítica de los contextos educativos.

En conjunto, estos hallazgos sugieren que la producción académica sobre experiencias educativas STEAM en educación media constituye un campo incipiente, disperso y heterogéneo, que continúa atravesando un proceso de consolidación conceptual y metodológica. Esta situación plantea oportunidades para futuras investigaciones, especialmente aquellas orientadas a fortalecer la fundamentación teórica de las propuestas, explicitar los criterios de integración disciplinaria, profundizar la evaluación de los aprendizajes y ampliar la incorporación de dimensiones éticas, sociales, ambientales y ciudadanas.

3.4. El caso uruguayo: experiencias educativas en educación media

Con el propósito de profundizar el análisis de las experiencias educativas uruguayas compatibles con el enfoque STEAM, se incorporó un subcorpus de doce publicaciones correspondientes a propuestas desarrolladas en educación media entre 2018 y 2024, construido a partir de una revisión previa del equipo de investigación (PERRONE RICHARD et al., 2025). Estas experiencias, aunque no siempre se identifican explícitamente bajo la denominación STEAM, presentan rasgos afines al enfoque, en tanto articulan saberes de distintas disciplinas, se vinculan con contextos de aprendizaje significativos y promueven competencias transversales.

La clasificación de las experiencias en los niveles Incipiente, Básico, Avanzado y Pro retoma el análisis desarrollado por Perrone et al. (2025), basado en cinco dimensiones: integración disciplinaria, contexto de aprendizaje, participación estudiantil, competencias transversales e incorporación de perspectivas éticas y sociales.

Los resultados muestran que la mayoría de las experiencias se ubican en el nivel STEAM Básico (n=6), caracterizado por conexiones funcionales entre disciplinas, aunque sin una integración profunda de objetivos, contenidos y productos comunes. Asimismo, se identificó una experiencia clasificada como Incipiente (n=1), en la que las relaciones entre disciplinas aparecen de forma limitada o poco explicitada. Por otra parte, dos experiencias alcanzaron el nivel Avanzado (n=2), evidenciando una integración más consistente entre disciplinas, el trabajo sobre contextos auténticos y la producción de resultados concretos. Finalmente, tres experiencias fueron clasificadas en el nivel Pro (n=3), destacándose por una integración disciplinaria más profunda y por el abordaje de problemáticas relevantes para los estudiantes y sus comunidades.

Tabla 5. Distribución de las experiencias uruguayas según nivel de integración STEAM

Nivel STEAM	Frecuencia
Incipiente	1
Básico	6
Avanzado	2
Pro	3
Total	12

Fuente: elaboración propia

En relación con las dimensiones analizadas, las competencias transversales constituyen el aspecto más desarrollado en el conjunto de experiencias revisadas. La creatividad, la comunicación, la colaboración y la resolución de problemas aparecen de forma recurrente, independientemente del nivel de integración disciplinaria alcanzado. Este hallazgo

sugiere que las propuestas educativas analizadas promueven habilidades consideradas centrales dentro del enfoque STEAM, aun cuando no todas alcancen altos niveles de integración disciplinar.

Los contextos auténticos de aprendizaje adquieren mayor relevancia en las experiencias clasificadas como Avanzadas y Pro, en las que los estudiantes trabajan sobre situaciones reales vinculadas con problemáticas ambientales, comunitarias, tecnológicas o de inclusión. Estas propuestas favorecen la aplicación de conocimientos en escenarios significativos y la construcción de productos, soluciones o intervenciones concretas. Entre los ejemplos identificados se encuentran experiencias relacionadas con la recuperación o mejora de espacios ambientales, la producción sustentable, el diseño colaborativo, la inclusión y la resolución de problemáticas locales.

La participación estudiantil y la incorporación de perspectivas éticas y sociales presentan, en cambio, un desarrollo más heterogéneo. Si bien algunas experiencias promueven la toma de decisiones, la autonomía, la reflexión sobre problemas sociales o ambientales y la producción colaborativa, estos componentes no aparecen con la misma intensidad en todas las propuestas analizadas. En particular, dimensiones como la sostenibilidad, la equidad de género, la inclusión y la participación comunitaria aparecen como aspectos relevantes, pero todavía susceptibles de mayor integración en el diseño, desarrollo y evaluación de las experiencias.

En términos generales, el análisis del caso uruguayo permite reconocer que en la educación media del país se vienen desarrollando prácticas con rasgos compatibles con el enfoque STEAM, aun cuando el uso explícito del acrónimo sea relativamente reciente. Este hallazgo resulta relevante porque muestra la existencia de una base pedagógica previa sobre la cual podrían profundizar propuestas integradas, contextualizadas y orientadas al desarrollo de competencias transversales. Al mismo tiempo, los resultados evidencian desafíos vinculados con la profundización de la integración disciplinaria, el fortalecimiento de la autonomía estudiantil, la incorporación más sistemática de dimensiones éticas, sociales y ambientales, y la necesidad de ampliar la formación docente y las redes colaborativas que sostengan este tipo de iniciativas.

4. CONSIDERACIONES FINALES

La presente revisión de alcance permitió mapear y analizar la producción académica sobre experiencias educativas STEAM en educación media en el contexto rioplatense durante el período 2018-2024. En conjunto, los resultados sugieren que el campo se encuentra en una etapa de construcción, caracterizada por la coexistencia de múltiples formas de comprender, diseñar e implementar propuestas vinculadas al enfoque STEAM. Esta heterogeneidad se expresa tanto en las formas de comprender STEM y STEAM como en los modos de implementarlos en propuestas educativas concretas.

La revisión permitió identificar algunas tendencias comunes en la producción analizada. Entre ellas se destacan la presencia de enfoques interdisciplinarios, el uso de metodologías activas, la incorporación de tecnologías digitales, la resolución de problemas contextualizados y la relevancia otorgada a los contextos auténticos de aprendizaje. Asimismo, se observaron diferencias en los niveles de integración disciplinaria alcanzados por las experiencias, así como una diversidad de interpretaciones sobre el significado, los alcances y las formas de apropiación STEAM.

Uno de los principales aportes de este estudio consiste en ofrecer una caracterización sistemática de la producción académica rioplatense vinculada con experiencias educativas STEAM en educación media. Esta caracterización permite visibilizar tendencias, enfoques predominantes y áreas aún poco exploradas dentro del campo. Al mismo tiempo, la revisión permitió reconocer vacíos y desafíos relevantes, entre los que se encuentran la persistencia de una polisemia conceptual, la limitada explicitación de los marcos teóricos que orientan algunas propuestas, la integración todavía parcial de las artes, la escasa evaluación de las experiencias y la incorporación desigual de dimensiones éticas, sociales, ambientales y ciudadanas.

El análisis específico de las experiencias uruguayas permitió constatar la existencia de prácticas educativas con rasgos compatibles con el STEAM, aun cuando muchas de ellas no se identifican explícitamente bajo esta denominación. Las propuestas revisadas evidencian un potencial significativo para el desarrollo de iniciativas interdisciplinarias, contextualizadas y orientadas al fortalecimiento de competencias transversales. En particular, se observa que las competencias vinculadas con la creatividad, la comunicación, la colaboración y la resolución de problemas aparecen de manera recurrente en las experiencias analizadas. No obstante, los resultados también muestran la necesidad de profundizar los niveles de integración disciplinaria, fortalecer la autonomía y participación estudiantil, y ampliar la incorporación de dimensiones vinculadas con la sostenibilidad, la ciudadanía, la inclusión y la equidad.

Entre las limitaciones del estudio se encuentran el alcance geográfico definido para la revisión, las fuentes documentales seleccionadas y la naturaleza del corpus analizado, integrado por publicaciones académicas de distinta procedencia y formato. Asimismo, al focalizarse en experiencias de educación media, la revisión no agota la diversidad de producciones y prácticas que podrían existir en otros niveles educativos o en espacios de educación no formal. Estas características permiten ofrecer una aproximación situada al estado del arte, aunque no pretenden representar la totalidad de experiencias STEAM desarrolladas en la región.

Finalmente, se considera pertinente avanzar en nuevas líneas de investigación orientadas al estudio de la formación docente para el diseño e implementación de propuestas STEAM, la evaluación de su incidencia en los aprendizajes y competencias de los estudiantes, y el análisis de las condiciones institucionales que favorecen u obstaculizan su desarrollo. Asimismo, resulta relevante promover estudios comparativos entre países de la región y

profundizar el análisis de dimensiones éticas, sociales, ambientales y ciudadanas, con el fin de contribuir a una comprensión más integral del potencial educativo de STEAM en el contexto rioplatense y, en perspectiva, en América Latina.

REFERÊNCIAS

AGUILERA, Domingo; VÍLCHEZ-GONZÁLEZ, José Miguel. ¿De qué hablamos cuando hablamos de educación STEAM? Una revisión de experiencias educativas. *Revista Fuentes*, v. 26, n. 2, p. 211-224, 2024. DOI: <https://doi.org/10.12795/revistafuentes.2024.15412>.

ARKSEY, Hilary; O'MALLEY, Lisa. Scoping studies: Towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology*, v. 8, n. 1, p. 19-32, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1080/1364557032000119616>.

BYBEE, Rodger William. What is STEM education? *Science*, v. 329, n. 5995, p. 996, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1194998>.

COUSO, Digna; SIMARRO, Cristina. STEM education through the epistemological lens. In: JOHNSON, Carla C.; MOHR-SCHROEDER, Margaret J.; MOORE, Tamara J.; ENGLISH, Lyn D. *Handbook of research on STEM education*. New York: Routledge, 2020. p. 17-30.

DOMÈNECH-CASAL, Jordi. STEM: oportunitats i reptes des de la ensenyanza de les ciències. *UTE. Revista de Ciències de l'Educació*, monogràfic 2019, p. 155-168, 2019. DOI: <https://doi.org/10.17345/ute.2019.2>.

GARCÍA FUENTES, Olga; RAPOSO RIVAS, Manuela; MARTÍNEZ FIGUEIRA, María Esther. El enfoque educativo STEAM: una revisión de la literatura. *Revista Complutense de Educación*, v. 34, n. 1, p. 191-202, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5209/rced.77261>.

GRIMALT-ÁLVARO, Carme; COUSO, Digna. ¿Qué sabemos del posicionamiento STEM del alumnado? Una revisión sistemática de la literatura. *Revista de Investigación Educativa*, v. 40, n. 2, p. 531-547, 2022. DOI: <https://doi.org/10.6018/rie.467901>.

LAND, Michelle H. Full STEAM ahead: The benefits of integrating the arts into STEM. *Procedia Computer Science*, v. 20, p. 547-552, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.09.317>.

LEVAC, Danielle; COLQUHOUN, Heather; O'BRIEN, Kelly K. Scoping studies: Advancing the methodology. *Implementation Science*, v. 5, n. 1, p. 69, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1186/1748-5908-5-69>.

MARTÍN-PÁEZ, Tania; AGUILERA, Domingo; PERALES-PALACIOS, Francisco Javier; VÍLCHEZ-GONZÁLEZ, José Miguel. What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, v. 103, n. 4, p. 799-822, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1002/sce.21522>.

MAEDA, John. STEM + Art = STEAM. *The STEAM Journal*, v. 1, n. 1, artículo 34, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5642/steam.201301.34>.

PERRONE RICHARD, Verónica; VARELA BELLOSO, Gabriela; AÑÓN VILLAMIL, Patricia; FLECCHIA BERRUTTI, Silvana. Innovación y práctica docente: revisión de experiencias STEAM en la educación media de Uruguay. In: MEJIA-TEJADA, Rafael; PUENTES-PUENTE, Ana; MARRERO-SERA, Ernesto; CRUZ-PICHARDO, Iván; MANZUR-HERRÁ, Karina. Innovación educativa en la era de la IA: repensando la universidad. Libro de Actas EDUTEC 2025. Santiago de los Caballeros: Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra, 2025.

PETERS, Micah D. J.; GODFREY, Christina M.; KHALIL, Hanan; MCINERNEY, Patricia; PARKER, Deborah; SOARES, Cassia Baldini. Guidance for conducting systematic scoping reviews. *International Journal of Evidence-Based Healthcare*, v. 13, n. 3, p. 141-146, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1097/XEB.0000000000000050>.

RITZ, John M.; FAN, Shih-Chung. STEM and technology education: International state-of-the-art. *International Journal of Technology and Design Education*, v. 25, n. 4, p. 429-451, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10798-014-9290-z>.

TRICCO, Andrea C.; LILLIE, Erin; ZARIN, Wasifa; O'BRIEN, Kelly K.; COLQUHOUN, Heather; LEVAC, Danielle; PETERS, Micah D. J.; HORSLEY, Tanya; WEEKS, Laura; HEMPEL, Susanne; AKL, Elie A.; CHANG, Christine; MCGOWAN, Jessie; STEWART, Lesley; HARTLING, Lisa; ALDCROFT, Adrian; WILSON, Margaret G.; GARRITTY, Chantelle; LEWIN, Simon; STRAUS, Sharon E. PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and explanation. *Annals of Internal Medicine*, v. 169, n. 7, p. 467-473, 2018. DOI: <https://doi.org/10.7326/M18-0850>.

VARELA, Gabriela; FLECCHIA, Silvana; DE LEMA, Silvia (org.). *STEAM en Uruguay: actividades de enseñanza elaboradas por y para docentes*. Montevideo: Consejo de Formación en Educación; Fundación ReachingU; Embajada de Estados Unidos en Uruguay, 2025. DOI: <https://doi.org/10.63818/SteamUruguay>.

YAKMAN, Georgette. STEAM education: An overview of creating a model of integrative education. In: PUPILS' ATTITUDES TOWARDS TECHNOLOGY CONFERENCE, PATT-19, 2008, Salt Lake City. Proceedings [...]. Salt Lake City: PATT, 2008.

YAKMAN, Georgette; LEE, Hyonyong. Exploring the exemplary STEAM education in the U.S. as a practical educational framework for Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education*, v. 32, n. 6, p. 1072-1086, 2012.