

LAS MATEMÁTICAS DESDE EL ABORDAJE STEAM EN La EDUCACIÓN PRIMARIA: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA

Mathematics embedded in STEAM approach in primary education: a systematic literature review

Rodrigues-Silva, J.^{a,b} y Alsina, À.^b

^aInstituto Federal de Minas Gerais *Campus Arcos*, ^bUniversitat de Girona

Resumen

La Educación STEAM requiere la interdisciplinariedad entre Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes/Humanidades y Matemáticas como estrategia para afrontar problemas complejos. Desde este punto de vista, se propone una revisión sistemática de la literatura siguiendo la Declaración de los Elementos de Información Preferidos para Revisiones Sistemáticas y Meta-Análisis (PRISMA), con el objetivo de explorar el aprendizaje de las matemáticas en los estudios empíricos sobre STEAM en la Educación Primaria. Se han revisado 19 artículos indexados en Web of Science o Scopus. Como resultado se observa que casi la mitad de los artículos no abordan el aprendizaje de las matemáticas de una manera consistente. Se concluye que existe un potencial para explicitar y desarrollar más las habilidades y conocimientos matemáticos en la educación STEAM, por supuesto, teniendo en cuenta los conocimientos que moviliza el alumnado de Educación Primaria.

Palabras clave: matemáticas, educación STEAM, interdisciplinariedad, educación primaria.

Abstract

STEAM Education calls for interdisciplinarity between Science, Technology, Engineering, Arts/Humanities and Mathematics as a strategy to face complex problems. From this point of view, we propose a systematic review of the literature following the Statement of Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA), to explore mathematics learning in empirical STEAM studies in Primary Education. We reviewed 19 articles indexed on the Web of Science or Scopus. As a result, we observed that almost half of the articles do not consistently address the learning of mathematics. In conclusion, there is a potential to further explicit and develop mathematical skills and knowledge in STEAM education, of course, taking into account the knowledge level of Primary Education students.

Keywords: mathematics, STEAM education, interdisciplinarity, primary education.

INTRODUCCIÓN

La educación STEAM, acrónimo del inglés que se refiere a la interdisciplinariedad entre Ciencias, Tecnologías, Ingeniería, Artes/humanidades y Matemáticas, es bastante defendida en cuanto al desarrollo de conocimientos y habilidades necesarios para que los individuos puedan afrontar la complejidad de los desafíos del siglo XXI (Fernández y Romero, 2020).

El eje de la educación STEAM consiste, pues, en la unión de las áreas que la conforman, y eso relacionado a experiencias y o contextos significativos del alumnado. Las Matemáticas suelen ser percibidas

Rodrigues-Silva J. y Alsina À. (2022). Las matemáticas desde el abordaje steam en la educación primaria: una revisión sistemática de la literatura. En T. F. Blanco, C. Núñez-García, M. C. Cañadas y J. A. González-Calero (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXV* (pp. 509-518). SEIEM.

como omnipresentes o como un lenguaje universal entre las áreas. Si por un lado, las Matemáticas tienen una naturaleza que parece facilitar la interdisciplinariedad, por otro lado, los investigadores señalan el riesgo de perderse como área del conocimiento y tener sus objetivos de aprendizaje de conceptos y habilidades suprimidos, justificados por un sentimiento “ya garantizado” dentro de las actividades STEAM.

Considerando estas cuestiones, nos planteamos la pregunta de investigación: ¿Cómo se entiende, se practica y se investiga la enseñanza de las matemáticas desde un abordaje STEAM en la Educación Primaria? Para responder a esta pregunta, se desarrolla una revisión sistemática de la literatura con el objetivo de explorar el aprendizaje de las matemáticas en los estudios empíricos de STEAM en la Educación Primaria.

MÉTODO

Partiendo de nuestro objetivo de estudio, se ha seguido la metodología de revisión sistemática de la literatura de acuerdo con la Declaración de Elementos de Información Preferidos para Revisiones Sistemáticas y Meta-Análisis (PRISMA), donde se explica el proceso de investigación para posibilitar su reproducibilidad (Moher et al., 2015).

El proceso de investigación se ha definido en cuatro fases: 1) los elementos de búsqueda y la lógica booleana; 2) las fuentes de información; 3) los criterios de elegibilidad; 4) la extracción y el tratamiento de los datos. En los párrafos siguientes se profundiza en cada fase:

Fase 1. Elementos de búsqueda y lógica booleana

A partir del concepto clave de nuestro estudio, STEAM, y del nivel educativo que se pretende abordar, la Educación Primaria, se han formulado los elementos de búsqueda y se ha establecido la lógica booleana “STEAM” AND “Primary” OR “Elementary”.

Fase 2. Fuentes de información

Se han elegido como fuente de información las bases de indexación *Web of Science* (WoS), de Clarivate Analytics, y *Scopus*, de Elsevier. Estas bases de datos han sido seleccionadas por su rigor y prestigio en la ciencia, y en particular por su relevancia en el campo de la investigación educativa.

Fase 3. Criterios de elegibilidad

En la tabla 1 resumimos los criterios de elegibilidad establecidos para esta revisión. Como tipo de documento, se ha establecido el criterio de inclusión de artículos de acceso abierto publicados en revistas científicas, ya que se someten a revisión por pares. El periodo de publicación abarca desde 2007, año en que se estableció el acrónimo STEAM, hasta diciembre de 2021, momento en que se realizó la búsqueda.

Tabla 1. Criterios de elegibilidad.

Criterios	Inclusión	Exclusión
Tipo de documento	Artículo	No artículos
Acceso a los documentos	Acceso abierto	Acceso restringido
Periodo de publicación	2007 - 2021	2006 o antes
Área de investigación	Educación	No educativo

Idioma	Inglés o español	Otros idiomas
Diseño de la investigación	Empírico	Teórico
Población estudiada	Práctica con estudiantes	No centrado en los estudiantes
Enfoque pedagógico	STEAM	Otros enfoques

Otro criterio ha sido incluir sólo los estudios registrados en el área de investigación educativa, de acuerdo con nuestro interés de investigación, evitando STEAM referente a “vapor”. Además, respecto al idioma, se han seleccionado los documentos escritos en inglés, porque los artículos se publican mayoritariamente en este idioma; y en español, para incluir trabajos de países hispanohablantes.

Los tres últimos criterios se han establecido para refinar la selección de documentos a través de la lectura de los títulos y resúmenes de los artículos. Sólo se han incluido estudios empíricos, centrados en los estudiantes y que citasen explícitamente la Educación STEAM. Luego, con la lectura integral de los documentos, se ha verificado si todos los criterios elegibilidad se cumplían para garantizar que los estudios realmente estuviesen alineados con el objetivo de la investigación.

Los criterios de exclusión han sido básicamente antónimos a los de inclusión. Es decir, documentos que no sean artículos o de acceso restringido. También, documentos publicados antes de 2006, en ámbitos no educativos, escritos en idiomas distintos al inglés o al español. Por último, se ha adoptado el criterio de excluir los estudios teóricos y no centrados en el alumno, o centrados en enfoques educativos distintos de STEAM.

Fase 4. Extracción y tratamiento de datos

La lógica booleana establecida ha sido usada para escaneos en los títulos, resúmenes y palabras clave de los documentos. Encontramos inicialmente 12378 documentos localizados en *Web of Science* y *Scopus*. A continuación, se han usado los filtros de las plataformas para aplicación de los criterios de elegibilidad, como se muestra en la parte izquierda de la figura 1. De esta forma, se llega a 116 documentos.

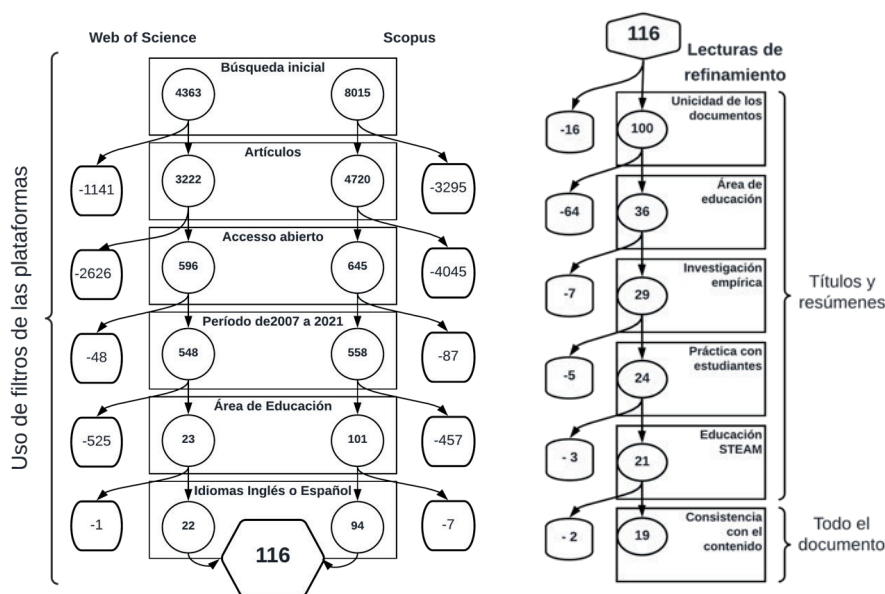


Figura 1. Filtrado mediante los motores de búsqueda de las plataformas *Web of Science* y *Scopus* y posteriores lecturas de refinamiento.

Como se puede apreciar en la parte derecha de la figura 1, a partir de los 116 artículos se ha realizado un refinamiento con la lectura de títulos y resúmenes. A partir de la unicidad de los documentos (excluyendo los repetidos), se han mantenido aquellos del ámbito educativo, con diseños empíricos, centrados en los estudiantes y que citen explícitamente la Educación STEAM. Seguidamente se ha realizado la lectura integral de los textos. En este proceso se han excluido dos artículos más, el estudio de Sengupta-Irving y Vossoughi (2019), porque no se trata de Educación Primaria, y el estudio de Bureekhampun y Mungmee (2020) porque se centra en el diseño de robots y la participación de los estudiantes se aborda de forma periférica.

Por lo tanto, culminamos con una lista de 19 artículos para esta revisión de literatura. Estos artículos han sido analizados mediante una primera lectura para conocimiento general de los textos; una segunda lectura para establecimiento de categorías de análisis; y lecturas posteriores para reevaluación de las categorías y hasta la saturación del análisis.

RESULTADOS

Los resultados se presentan en dos partes: primero, se describen los artículos seleccionados en la revisión a partir de informaciones generales (zona geográfica del estudio, muestra, diseño metodológico etc.); seguidamente, se sitúa el foco en el aprendizaje de las matemáticas explicitado en algunos trabajos, seguido de una descripción sucinta de las prácticas pedagógicas desarrolladas.

Empezamos, pues, presentando informaciones generales de los estudios revisados en la tabla 1. En ella, podemos observar el listado de artículos, país, muestra, diseño metodológico, instrumento de recogida de datos, análisis y método de enseñanza. Se observa que los artículos se concentran temporalmente en los años más recientes, uno publicado en 2019, diez en 2020 y ocho en 2021. La distribución geográfica es heterogénea: gran parte de estudios han sido desarrollados en España (7), seguido por Finlandia (4), Corea (3) y China (2). Mientras Chile, Indonesia, Malasia aportan a esta revisión con apenas un estudio cada uno.

Metodológicamente, se observan estudios con muestras muy pequeñas, de 8 participantes, hasta muestras más amplias de 790 participantes. Sobre el diseño metodológico, casi la mitad de los artículos consisten en estudios de caso (9). Los otros pueden ser clasificados como cuasi-experimental (5) o experimental (5). El instrumento de recogida de datos preferido entre los autores es, sin duda, el cuestionario (10), seguido de vídeo (6) y notas de campo (6). Algunos trabajos usan más instrumentos asociados. El análisis de contenido es la estrategia de análisis más frecuente (8), seguida de estadística con tests paramétricos (7).

Las metodologías de enseñanza empleadas se concentran en el aprendizaje basado en proyectos (10), seguido de Aprendizaje Basado en Problemas (3). El juego, el aprendizaje experimental o artístico y la robótica están frecuentes respectivamente en dos estudios.

Ocho trabajos no abordan de manera consistente el papel o el aprendizaje de las matemáticas en sus planteamientos o resultados. Un mismo grupo de autores, por ejemplo, hizo grabaciones del alumnado mientras desarrollaban retos STEAM, focalizándose en el comportamiento y diálogo de los alumnos (Kajamaa y Kumpulainen, 2020), satisfacción (Kumpulainen y Kajamaa, 2020) y constructos de liderazgo (Leskinen et al., 2021). Aunque aparecieron situaciones como el ajuste de ángulos de un rayo láser, estas no fueron abordadas en profundidad. Cabello et al. (2021), por ejemplo, reportan que ellos tuvieron dificultad en la integración de contenidos o habilidades matemáticas en las actividades.

Por otro lado, 11 artículos han abordado las Matemáticas. Estos estudios se muestran en la tabla 2, con la descripción de la actividad pedagógica desarrollada. De estos artículos, se observa que muchos proponen actividades pedagógicas relacionadas a la electricidad, como la construcción de una casa

en miniatura con un generador eléctrico (Adriyawati et al., 2020), el diseño de iluminación de una habitación (Greca et al., 2021) o la creación de una iluminación con imágenes cortadas en papel (Lu et al., 2021).

Algunas descripciones de los aprendizajes matemáticos consisten en mediciones de tiempo, longitud (como en Adriyawati et al., 2020; Bassachs et al., 2020; Lu et al., 2021), comprensión o clasificación del movimiento (Bassachs et al., 2020; Tan et al., 2020). Algunos explicitaron aspectos relacionados a formas geométricas (Espigares-Gámez et al., 2020; Fernández-Oliveras et al., 2021; Song et al., 2019).

Tabla 2. Lista de artículos con información sobre el país, muestra, el diseño metodológico, instrumentos de recogida y análisis de datos de los estudios.

Artículo	País	Mues- tra	Instrumento de recogida de datos							Análisis			Método de enseñanza												
			Diseño me- todológico	Estudio de caso	Quasi-experimental	Experimental	Entrevista	Narración reflexiva	Cuestionario	Grabaciones de Vídeo	Producto final	Notas de campo	Análisis de contenido	Interacción multimodal	Estad. paramétrica	Estad. no paramétrica	Estad. descriptiva	Proyecto	Juego	Experimental/artística	Problemas	Robótica			
Adriyawati et al. (2020)	Indonesia	30	x				x				x						x								
Bassachs et al. (2020)	España	90		x						x										x					
Cabello et al. (2021)	Chile	95	x							x										x					
Fernández y Romero (2020)	España	57			x																			x	
Cervera et al. (2020)	España	24			x																			x	
Espigares-Gómez et al. (2020)	España	16	x																						
Fernández-Oliveras et al. (2021)	España	32	x																						
Greca et al. (2021)	España	121	x																						
Jang et al. (2020)	Corea	58																							
Kajamaa y Kumpulainen (2020)	Finlandia	8	x																						
Kumpulainen y Kajamaa (2020)	Finlandia	94	x																						
Kwack y Jang (2021)	Corea	270																							
Leskinen et al. (2021)	Finlandia	20	x																						
Lu et al. (2021)	China	21																							
Song et al. (2019)	Corea	790																							
Tan et al. (2020)	Malasia	59																							
Tran et al. (2021)	China	66																							
Ruiz Vicente et al. (2020)	España	30																							
Yliveronnen et al. (2021)	Finlandia	19	x																						

Tabla 2. Descripción de la actividad pedagógica y el abordaje de las matemáticas en los estudios.

Artículo	Descripción de la actividad pedagógica	Abordaje de las Matemáticas
Adriyawati et al. (2020)	Construcción de una casa en miniatura con un generador eléctrico de fuente manual o solar	Cálculos de tiempo en la fabricación de herramientas, conceptos matemáticos para encontrar el tamaño (medición) adecuado para cada campo requerido
Bassachs et al. (2020)	Experimentos científicos y traslación de conceptos físicos al movimiento-danza	Medidas de longitud y tiempo, clasificación de movimiento
Cabello et al. (2021).	Retos con distintos problemas de investigación	Recopilar, analizar y representar datos matemáticamente
Fernández y Romero (2020)	Programación y construcción de los robots	Pensamiento computacional, descomposición, abstracción, iteración y generalización
Espigares-Gómez et al. (2020)	Juegos tradicionales jamaicanos	Enfoque etnomatemático: matemáticas cotidianas interculturales en juegos. Identificación de formas, figuras planas, rotaciones, relaciones topológicas espaciales, longitudes o distancias vacías, ángulos en trayectorias hipotéticas, elaboración y percepción de estructuras espaciales
Fernández-Oliveras et al. (2021)	Juegos tradicionales	Enfoque etnomatemático: Identificar formas planas y cuerpos tridimensionales, situarse en el plano y el espacio, ordenar, clasificar, reconocer patrones, mensurar y aproximar. Plantear cuestiones numéricas y determinar aspectos geométricos
Greca et al. (2021)	Diseño de iluminación de una habitación	Recoger, clasificar, representar e interpretar datos obtenidos sobre el consumo de electricidad
Lu et al. (2021)	Luminaria con imágenes cortadas en papel: programación lógica con conexión de sensores, luces, altavoz	Medición simple, cálculo del tiempo, álgebra, pensamiento lógico, función.
Song et al. (2019)	Programación de pantalla flexible de LED	Identificación de distintas formas geométricas y creación de patrones
Tan et al. (2020)	Diseño de juegos e historias animadas centrado en conceptos sobre electricidad	Calcular y modificar los pasos de los personajes
Tran et al. (2021)	Diseño de un cofre en forma de casa	Principios matemáticos de la cerradura (explicación no profundizada), identificar y separar monedas

En contrapartida, hay trabajos que exploran el uso de las matemáticas de manera más profunda, como asociado al proceso investigativo, en la recogida, análisis y representación de datos (Cabello et al., 2021; Greca et al., 2021), o bien relacionado con la programación y el pensamiento computacional, por la descomposición, abstracción, iteración y generalización. Espigares-Gámez et al. (2020) y Fernández-Oliveras et al. (2021) explotan el carácter etnomatemático en el uso de juegos tradicionales. Explicitan una serie de procesos cognitivos matemáticos, como identificar formas planas y cuerpos tridimensionales, situarse en el plano y el espacio, ordenar, clasificar, reconocer patrones, mensurar y aproximar.

CONCLUSIONES

Las investigaciones empíricas de STEAM en Educación Primaria de esta revisión han sido, en su gran mayoría, publicadas en 2020 o 2021, y concentradas en España. En estos estudios, se desarrollan metodologías de aprendizaje activas, especialmente el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). Casi la mitad de los artículos no abordan el aprendizaje de las Matemáticas de una manera mínimamente consistente. Entre los que sí lo trabajan, algunos se restringen a usos más sencillos, como mediciones de tiempo y de longitud. Mientras otros trabajan las matemáticas de manera más profunda e interdisciplinar, como asociado al proceso investigativo: en la recogida, análisis y representación de datos. También trabajan las Matemáticas desde el contexto cotidiano intercultural, como en la perspectiva de la Eetnomatemática. La revisión bibliográfica puede ser útil para informar la agenda de investigación en torno a las matemáticas en STEAM. Se concluye que existe un potencial, pero aún poco explotado, de argumentación matemática en el marco de las conexiones interdisciplinarias (Alsina et al., 2021) y de desarrollo de las habilidades y conocimientos matemáticos en la educación STEAM, por supuesto, teniendo en cuenta el nivel del alumnado en Educación Primaria. En el futuro se pretende expandir la revisión añadiendo con nuevos trabajos y con publicaciones de revistas con acceso restringido.

Referencias

- Adriyawati, A., Utomo, E., Rahmawati, Y. y Mardiah, A. (2020). STEAM-project-based learning integration to improve elementary school students' scientific literacy on alternative energy learning. *Universal Journal of Educational Research*, 8(5), 1863-1873. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.080523>
- Alsina, Á., Cornejo-Morales, C. y Salgado, M. (2021). Argumentación en la matemática escolar infantil: Análisis de una actividad STEM usando la situación argumentativa en conexión interdisciplinar. *Avances de Investigación En Educación Matemática*, 20, 141-159. <https://doi.org/10.35763/aiem20.3999>
- Bassachs, M., Cañabate, D., Nogué, L., Serra, T., Bubnys, R. y Colomer, J. (2020). Fostering critical reflection in primary education through STEAM approaches. *Education Sciences*, 10(12), 384. <https://doi.org/10.3390/educsci10120384>
- Bureekhampun, S. y Mungmee, T. (2020). A study of STEAM education patterns to design activities for children at age 6. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(3), 1201-1212. <https://doi.org/10.17478/jegys.775835>
- Cabello, V. M., Martínez, M. L., Armijo, S. y Maldonado, L. (2021). Promoting STEAM learning in the early years: "Pequeños Científicos" Program. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 9(2), 33-62. <https://doi.org/10.31129/LUMAT.9.2.1401>
- 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. <https://doi.org/10.3390/educsci10080202>

- Espigares-Gómez, M. J., Fernández-Oliveras, A. y Oliveras Contreras, M. L. (2020). Games as STEAM learning enhancers. Application of traditional Jamaican games in early childhood and primary intercultural education. *Acta Scientiae*, 22(4), 28-50. <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.6019>
- Fernández-Oliveras, A., Espigares-Gómez, M. J. y Oliveras, M. L. (2021). Implementation of a playful microproject based on traditional games for working on mathematical and scientific content. *Education Sciences*, 11(10). <https://doi.org/10.3390/educsci11100624>
- Fernández, R. C. y Romero, M. C. (2020). Robotics and STEAM projects: Development of creativity in a primary school classroom. *Pixel-Bit, Revista de Medios y Educacion*, 58, 51-69. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.73672>
- Greca, I. M., Ortiz-Revilla, J. y Arriasec, I. (2021). Diseño y evaluación de una secuencia de enseñanza-aprendizaje STEAM para Educación Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1-20. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1802
- Jang, J., Hong, J. W. y Kim, J. (2020). Career development of upper elementary students through steams-based gardening programs. *Journal of People, Plants, and Environment*, 23(2), 221-231. <https://doi.org/10.11628/ksppe.2020.23.2.221>
- Kajamaa, A. y Kumpulainen, K. (2020). Students' multimodal knowledge practices in a makerspace learning environment. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 15(4), 411-444. <https://doi.org/10.1007/s11412-020-09337-z>
- Kumpulainen, K. y Kajamaa, A. (2020). Sociomaterial movements of students' engagement in a school's makerspace. *British Journal of Educational Technology*, 51(4), 1292-1307. <https://doi.org/10.1111/bjet.12932>
- Kwack, H. R. y Jang, E. J. (2021). Development and application of a STEAM program using classroom wall gardens. *Journal of People, Plants, and Environment*, 24(4), 365-376. <https://doi.org/10.11628/ksppe.2021.24.4.365>
- Leskinen, J., Kumpulainen, K., Kajamaa, A. y Rajala, A. (2021). The emergence of leadership in students' group interaction in a school-based makerspace. *European Journal of Psychology of Education*, 36(4), 1033-1053. <https://doi.org/10.1007/s10212-020-00509-x>
- Lu, S.-Y., Lo, C.-C. y Syu, J.-Y. (2021). Project-based learning oriented STEAM: the case of micro-bit paper-cutting lamp. *International Journal of Technology and Design Education*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s10798-021-09714-1>
- Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P. y Stewart, L. A. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Systematic Reviews*, 4(1), 1. <https://doi.org/10.1186/2046-4053-4-1>
- Ruiz Vicente, F., Zapatera Llinares, A. y Montés Sánchez, N. (2020). "Sustainable City": A STEAM project using robotics to bring the city of the future to primary education students. *Sustainability*, 12(22), 9696. <https://doi.org/10.3390/su12229696>
- Sengupta-Irving, T. y Vossoughi, S. (2019). Not in their name: re-interpreting discourses of STEM learning through the subjective experiences of minoritized girls. *Race Ethnicity and Education*, 22(4), 479-501. <https://doi.org/10.1080/13613324.2019.1592835>
- Song, H.-S., Kim, S.-H., Song, Y.-J., Yoo, P.-R., Lee, J.-Y. y Yu, H. (2019). Effect of STEAM Education Program Using Flexible Display. *International Journal of Information and Education Technology*, 9(8), 559-563. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2019.9.8.1266>

- Tan, W.-L., Samsudin, M. A., Ismail, M. E. y Ahmad, N. J. (2020). Gender differences in students' achievements in learning concepts of electricity via STEAM integrated approach utilizing scratch. *Problems of Education in the 21st Century*, 78(3), 423-448. <https://doi.org/10.33225/pec/20.78.423>
- Tran, N.-H., Huang, C.-F., Hsiao, K.-H., Lin, K.-L. y Hung, J.-F. (2021). Investigation on the Influences of STEAM-Based Curriculum on Scientific Creativity of Elementary School Students. *Frontiers in Education*, 6, 1-8. <https://doi.org/10.3389/educ.2021.694516>
- Yliverronen, V., Rönkkö, M.-L. y Kangas, K. (2021). Learning everyday technologies through playful experimenting and cooperative making in pre-primary education. *FormAkademisk - forsknings-tidsskrift for design og designdidaktikk*, 14(2), 1-10. <https://doi.org/10.7577/formakademisk.4198>