

Principales desafíos identificados por el profesorado en la puesta en práctica de Proyectos STEAM

Rosa Eva Valle Flórez¹, María Ángeles Turrado Sevilla², Roberto Baelo Álvarez¹, Estefanía Gómez Muñoz¹, Ruth Cañón Rodríguez¹, Sheila García Martín¹, Mario Grande de Prado¹, Alberto Natal Delgado², Delia Vázquez Blanco², Luisa María Lorenzana García², Javier Ferrero González², Francisco Miguel García Rodríguez³, Jesús Marrodán Gironés⁴ y Juan María Caminero Melero⁵

¹Universidad de León. León, España.

²Inspección de Educación, León, España.

³Inspección de Educación, Salamanca, España.

⁴Inspección de Educación, Valladolid, España.

⁵Inspección de Educación, Palencia, España.

rosa-eva.valle@unileon.es

Abstract. Los proyectos STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) son una herramienta pedagógica cada vez más utilizada en la educación secundaria. Estos proyectos buscan desarrollar habilidades y conocimientos en los estudiantes en áreas de gran importancia para la sociedad. Sin embargo, para el profesorado, la implementación de proyectos STEAM puede presentar varios desafíos. En este trabajo se realiza una revisión exploratoria de la literatura sobre el tema y se analizan algunos de los desafíos a los que se enfrenta el profesorado al desarrollar proyectos STEAM en la educación formal. Finalmente, se proponen algunas estrategias para superarlos.

Keywords. STEAM, necesidades de formación, integración curricular, enseñanza obligatoria, metodologías activas.

1. Introducción

En un mundo cada vez más interconectado e impulsado por la tecnología, es fundamental que el alumnado desarrolle habilidades y conocimientos en las áreas STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) para estar preparados para afrontar los desafíos del futuro. En este sentido, la mayoría de los países e instituciones han desarrollado

numerosos proyectos con el objetivo de promover el aprendizaje y el desarrollo de las competencias vinculadas a estas áreas como son el pensamiento crítico, la creatividad, el trabajo en equipo, la comunicación, la capacidad de razonamiento y análisis, la concentración, la toma de decisiones etc. necesarias para la resolución de los problemas del siglo XXI. La normativa española y las directrices políticas europeas enfatizan la necesidad de desarrollar las áreas STEM para la mejora de la calidad educativa, la empleabilidad y el desarrollo futuro de los países miembros de la Unión Europea.

El proyecto ELITE (Enhancing Learning in Teaching via e-inquiries, 2019) en el que participan diversos países europeos, indaga en los requisitos necesarios para identificar y desarrollar las competencias docentes necesarias para apoyar el aprendizaje profesional del profesorado STEM.

Estos requerimientos recogen las directrices políticas, los programas de formación de los docentes en ejercicio y los currículos necesarios para la formación inicial del futuro profesorado. Es necesario complementar este marco teórico con las aportaciones del punto de vista de sus principales protagonistas, por lo que concretamos la pregunta de investigación de nuestra aportación en ¿qué obstáculos identifica el profesorado de enseñanza obligatoria en el desarrollo de proyectos STEAM?.

2. Objetivos

Para responder a nuestro interrogante de investigación, el objetivo general perseguido es realizar una revisión de la literatura relacionada con la implementación de proyectos STEAM para detectar las dificultades percibidas por el profesorado en ejercicio en su puesta en práctica.

Los objetivos específicos son:

1. Recopilar las investigaciones y experiencias centradas en los obstáculos encontrados en el desarrollo de proyectos en la educación formal.
2. Identificar las necesidades percibidas por el profesorado implicado en la realización práctica de los mencionados proyectos.

3. Proponer estrategias de mejora que faciliten la diseminación de los proyectos STEAM.

3. Procedimiento

Se realizó una búsqueda de artículos de revista e informes de investigación en las bases de datos de WOS y Dialnet de los últimos seis años. Se usaron los operadores booleanos de búsqueda AND/OR de los principales términos y sinónimos de la temática objeto de estudio (necesidades de formación, profesorado no universitario, competencias y enseñanza STEM) en las palabras clave, títulos y resumen. Se devuelven 159 registros a los que se aplican diversos filtros y que tras la lectura del resumen conforman un corpus de 23 documentos sobre los que se realiza el análisis.

3. Análisis y discusión de resultados

A pesar de los beneficios constatados de los proyectos STEM revisados, los resultados de los estudios consultados ponen de manifiesto que existen algunos desafíos importantes que deben abordarse: ¿cuál es el formato más adecuado para capacitar los docentes en contenidos emergentes, metodologías activas y habilidades en el uso de herramientas tecnológicas que permitan la adquisición de las competencias esenciales?; ¿cómo paliar la falta de recursos y de tiempo disponible para el diseño, implementación y evaluación de estos proyectos?; ¿cuál es la vía más adecuada para lograr la integración de los contenidos STEAM en proyectos interdisciplinares dentro de las programaciones de curso?; ¿cómo realizar la evaluación de competencias adquiridas por el alumnado de forma grupal e individual?; ¿cómo garantizar la accesibilidad e igualdad de oportunidades para todos los estudiantes en la adquisición de las competencias básicas STEAM? y finalmente ¿cómo potenciar una cultura colaborativa en los centros que implique a toda la comunidad educativa?.

Uno de los principales obstáculos que señala el profesorado al desarrollar proyectos STEM es la falta de formación en estas áreas. A pesar de los esfuerzos sin duda realizados por las diferentes administraciones educativas centrales, autonómicas y otras empresas (Baelo et al. 2018), el profesorado demanda una **mayor capacitación** para poder desarrollar proyectos STEM de calidad.

Muchos docentes no tienen una formación previa en estos enfoques y pueden sentirse abrumados por la cantidad de recursos, tecnologías y herramientas que deben movilizar para poner en marcha estos proyectos. Según Flores et al. (2021), la formación continua y la actualización en estas áreas son esenciales para la implementación de proyectos STEM de calidad. La falta de confianza y conocimiento en estas áreas puede impedir que los profesores se impliquen en proyectos STEM y se limite la calidad del aprendizaje de los estudiantes. Uno de los temas estrella en los campos STEM sobre los que se demanda formación, ha sido la robótica educativa. González et al., (2021) revisaron 105 investigaciones e intervenciones educativas publicadas entre 2005 y 2019, referidas a este tópico y el aprendizaje de competencias STEM. Clasificaron los trabajos según el nivel educativo, el tipo de estudio, el tiempo de duración de la intervención, la tecnología empleada y el país en que se realizaron. Los resultados de su revisión indican que las competencias más implicadas en estos proyectos son: la comunicación, trabajo en equipo, creatividad y resolución de problemas.

Las metodologías didácticas más empleadas (Akerson et al, 2018, González, et al., 2021) son el aprendizaje basado en problemas (ABP), proyectos y aprendizaje colaborativo, vivencial y lúdico, relacionado con las teorías construccionistas. Muestran que estos proyectos son efectivos en la integración de diferentes disciplinas y habilidades, la aplicación práctica de conceptos teóricos y el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y creativo (Wang et al, 2011). Además, se evidenció que la robótica educativa puede ser utilizada en diferentes niveles educativos, desde la educación primaria hasta la educación superior, y en diferentes contextos, como el aula de clase, los clubes de robótica y los eventos de competición. Los principales desafíos identificados por el profesorado son la necesidad de recursos financieros y tecnológicos, la capacitación de los docentes y la adaptación de los currículos educativos.

Calavia et al. (2022) recomiendan la necesidad de trabajar contenidos emergentes y transversales y que son poco abordados en los proyectos STEM como la bioética y en el que los docentes necesitan más formación. Realizaron un estudio descriptivo en el que analizaron los libros de texto de la materia de Cultura Científica del Bachillerato. Los instrumentos utilizados fueron una rejilla de análisis de

contenido y una encuesta con 6 ítems abiertos. Los participantes fueron 26 profesores de diferentes comunidades autónomas de España que facilitaron información sobre los contenidos de bioética que trabajan en el aula y la metodología empleada. Los resultados mostraron que los contenidos de bioética están poco presentes en los textos de aula y de forma muy heterogénea y que es un tema que el profesorado reconoce trabajar en menor medida de lo deseable. Para el aprendizaje de los temas de bioética el profesorado utiliza diferentes metodologías, siendo el debate la estrategia más utilizada a través de dilemas bioéticos. En conclusión, el estudio identificó la necesidad de una mayor formación del profesorado para poder incluir más contenidos de bioética en las aulas y fomentar su inclusión través de metodología activas y participativas.

Domènech et al. (2019) por su parte, realizaron un estudio para determinar los tipos de proyectos que el profesorado de secundaria diseña/desarrolla y las dificultades que el profesorado encuentra en la implementación del método ABP. Se consideró específicamente el estudio del APB por ser una de las metodologías más apropiadas para la puesta en escena de los proyectos interdisciplinarios STEAM. Los autores recabaron datos a través de una encuesta a 82 profesores de ciencias de diferentes comunidades autónomas que implementaron la metodología de ABP y realizaron entrevistas en profundidad con algunos de ellos para concretar con mayor especificidad en los resultados. Analizaron, además, 87 proyectos mediante una rúbrica y los portfolios docentes en los que anotaban las dificultades en la gestión de los proyectos. Los resultados destacan que la evaluación, la logística (horarios/equipamiento), la falta de espacios de coordinación y la colaboración de otros profesores fueron los aspectos más puntuados como dificultades en la aplicación del ABP. Los resultados de las encuestas apuntan la misma tendencia referenciada, destacando la necesidad de más tiempo y recursos para su implementación y más formación. Las estrategias de formación y apoyo más valoradas por los docentes han sido las vinculadas a la práctica (conocer ejemplos, aplicar propuestas y disponer de mentores en la práctica), ofrecer repositorios de plantillas y otros materiales. Los participantes han destacado además la importancia de conocer proyectos reales que propongan situaciones de

aprendizaje auténticas, vinculadas a contextos reales.

En un mundo hiperconectado marcado por la desafiante “era de la posverdad” se hace cada vez más necesario ayudar a los estudiantes a desarrollar estrategias de **pensamiento crítico**. En este sentido, destacamos la importancia del trabajo de investigación cualitativa de Vila et al. (2023) y la utilización de dos herramientas, el MOPC (Mapa Operativo del Pensamiento Crítico) y el EDAPC (Esquema de Diseño de Actividades de Pensamiento Crítico) como ejemplos para que el profesorado conciencie al alumnado de la importancia de esta competencia. En similar sintonía, encontramos la investigación llevada a cabo por Ferrada et al. (2022) que inciden en la importancia del desarrollo de habilidades para fomentar el pensamiento crítico, la creatividad y la resolución de problemas y proporcionan ejemplos para ayudar a que el profesorado las ponga en práctica.

Además, **la falta de tiempo y recursos** también puede ser una barrera, ya que los proyectos STEM a menudo requieren de **materiales y equipos costosos**, así como de tiempo adicional para planificar y ejecutar. En muchos casos, los proyectos STEM requieren un tiempo que aumenta la carga de trabajo del profesorado, a menudo se requiere más tiempo para la planificación y la ejecución que otras actividades de enseñanza más tradicionales. Por lo tanto, los profesores pueden sentirse abrumados por la cantidad de trabajo adicional necesaria para implementar dichos proyectos. Muchas escuelas no tienen acceso a equipos y materiales específicos para la enseñanza de las áreas STEM, lo que puede limitar la creatividad y la innovación en los proyectos (Arabit y Prendes, 2020). Además, algunos recursos pueden ser costosos, lo que puede afectar a la viabilidad de los proyectos. García et al. (2019) señalan la importancia de contar con equipamiento y materiales para la implementación de proyectos STEM, así como la necesidad de buscar recursos en línea y herramientas educativas gratuitas. Y no sólo es cuestión de contar con recursos tecnológicos y saber manejarlos, es necesaria una mayor **integración de las tecnologías en la enseñanza de las áreas STEAM**, lo que implica actuar desde un modelo consolidado basado en la evidencia de buenas prácticas que se muestren eficaces.

Otro desafío es la dificultad para **integrar los proyectos STEM en el plan de estudios**. En muchos casos, los proyectos STEM se plantean como innovaciones puntuales y aisladas que requieren tiempo adicional fuera del plan de estudios existente, aumentan la carga de trabajo del profesorado y su preocupación por abordar todos los contenidos de los currículos oficiales (Toma et al. 2017). Por lo tanto, es necesario que los proyectos STEM se integren en el plan de estudios de manera coherente y efectiva. Aragón et al. (2020), destacan la importancia de diseñar proyectos alineados con los objetivos y competencias de la planificación curricular de la escuela, y la importancia de la coordinación entre los docentes para una implementación efectiva.

El profesorado encuentra retos relacionados con la **evaluación del alumnado**. Es difícil medir el éxito de los proyectos STEM y determinar si se están logrando los objetivos de aprendizaje deseados a nivel grupal y especialmente de forma individual en cada alumno. En este sentido, el trabajo de Pérez y Márquez (2020) tuvo como objetivo identificar las tensiones que surgen durante un proceso de investigación-acción participativa por parte de profesores y expertos en STEM en la co-construcción de una rúbrica para evaluar proyectos de estas áreas y proponer estrategias de mejora a este proceso. Los resultados indican que es un proceso complejo debido a las diferentes perspectivas y enfoques de los participantes, la falta de claridad en los criterios de evaluación y la falta de consenso en los niveles de desempeño. En concreto detectaron tensiones en los dilemas flexibilidad/apertura y concisión/claridad; entre la inclusión de múltiples dimensiones y la simplicidad, y entre la evaluación de productos y la de procesos. La misma preocupación con relación a cómo evaluar a los alumnos, conflicto entre la evaluación del grupo y la individual, y entre la evaluación del proceso o del producto final se extrae del trabajo de Domènech (2019).

Pérez y Márquez (2020) identifican tres recomendaciones para mejorar la práctica en la evaluación de proyectos STEM: (1) involucrar a los estudiantes en la evaluación, (2) incluir diferentes tipos de evaluación y (3) ofrecer

capacitación y apoyo a los profesores para la evaluación de proyectos STEM.

La falta de colaboración y apoyo en el aula y la escuela pueden ser obstáculos para la implementación de proyectos STEM. Los proyectos STEM a menudo requieren la colaboración de otros profesores y personal de la escuela, así como la participación de los estudiantes en el trabajo en equipo y la solución de problemas. La falta de colaboración con otros profesionales puede ser un problema, ya que la implementación de proyectos STEM puede requerir otras habilidades y conocimientos interdisciplinarios (Shernoff et al. 2017).

Por ello es importante reconocer la importancia **del apoyo institucional**. Los proyectos STEM a menudo implican cambios en la forma de enseñar y aprender, y el profesorado suele sentirse desalentado por la falta de apoyo de las estructuras administrativas (Inspectorate of the Department of Education, 2020). La implementación de proyectos STEM requiere de la colaboración y apoyo de diversos actores dentro del sistema educativo. La inspección educativa tiene la tarea de supervisar y evaluar el trabajo de docentes y escuelas, garantizando que se cumplan los objetivos establecidos por los gobiernos por lo que puede desempeñar un papel fundamental en la promoción y apoyo a la implementación de proyectos STEM. Para que la colaboración entre el profesorado y la inspección sea efectiva, es necesario un cambio en el enfoque y el rol de la inspección, debe asumir un papel más activo en la promoción y apoyo a la innovación y la mejora educativa. La colaboración de la inspección educativa no debe ser vista como una forma de imponer una agenda y aumentar la presión sobre docentes y escuelas, sino como una forma de apoyar y trabajar junto a los docentes para promover una educación de calidad (European Commission, 2019; Sánchez-Gómez y Sánchez-Martínez, 2020; Rodríguez-Fuentes et al. 2021).

4. Conclusiones y propuestas de mejora

La revisión de los principales experiencias e investigaciones refleja son pocos los estudios que abordan como foco principal la determinación de las necesidades/obstáculos que percibe el profesorado para llevar al aula experiencias desde el prisma STEAM. No obstante, esta preocupación emana en las

conclusiones de muchos de los documentos e informes revisados. Los artículos seleccionados ofrecen una amplia gama de enfoques y diferentes metodologías, dependiendo del tema abordado bajo el amplio paraguas denominado áreas STEAM.

Algunos estudios son cualitativos, basados en entrevistas, registros de observación y análisis de contenido; mientras que otros son cuantitativos, enfocados en la evaluación de programas y la medición de resultados o el mero reflejo de la satisfacción de los participantes. En algunos estudios no se ofrecen todos los datos necesarios para poder valorar la eficacia real de la experiencia, no se realizan evaluaciones iniciales o falta de información en variables contextuales importantes.

Muchos estudios son experiencias que, por su duración, el número de participantes o el procedimiento de muestreo realizado hacen poco viable la generalización de resultados. Se necesita por lo tanto una mayor investigación sobre el tema, ya que la amplitud y complejidad de tópicos y variables intervinientes impide un análisis argumental sólido. A pesar de las limitaciones y dificultades encontradas, se han identificado varios desafíos y áreas de mejora desde el punto de vista de los docentes: más y mejor formación en temas emergentes y competencias menos desarrolladas, en metodologías activas y sistemas de evaluación grupal e individual. Se reclama que esta formación sea con ejemplos claros, de contextos reales y con mentores experimentados en su realización práctica. Otras cuestiones que perciben como retos importantes son conseguir una mayor integración de los proyectos y la tecnología en las programaciones de aula, y la necesidad de un mayor apoyo institucional y de otros agentes que forman parte de la comunidad educativa. Para superar estos desafíos, destacamos la importancia de seguir investigando sobre estos temas, profundizar en las funciones de orientación y mentoría de los profesionales de las estructuras de apoyo al sistema educativo (Inspección, área de programas o centros de formación del profesorado entre otros). Extender estos proyectos a la participación de los colectivos menos representados, supondrá considerar desde el inicio de la planificación de estos proyectos, cuestiones relativas a la accesibilidad física, cognitiva y digital de los mismos y los principios del diseño universal del

aprendizaje. No podemos contemplar la mejora de la calidad educativa sin inclusión ni equidad en las oportunidades al aprendizaje.

6. Agradecimientos

El presente trabajo ha sido desarrollado dentro del Proyecto de Investigación Educativa “Asesoramiento de la inspección educativa en la implementación de prácticas educativas innovadoras en el ámbito de la competencia científica en centros de Castilla y León” para el que se ha obtenido financiación por Resolución de la Dirección General de Innovación y Formación del Profesorado de la Consejería de Educación de Castilla y León a la convocatoria de selección de proyectos de investigación educativa a desarrollar por equipos de profesores y equipos de inspectores que presten servicios en centros docentes no universitarios sostenidos con fondos públicos o en servicios educativos de la comunidad de Castilla y León durante los cursos 2022/2023 y 2023/2024 articulada a través de la ORDEN EDU/322/2022, de 1 de abril.

7. Referencias

- Akerson V.L., Burgess A., Gerber A., Guo M. (2018) Disentangling the meaning of STEM: Implications for Science Education and Science Teacher Education. *Journal of Science Teacher Education*, 29(1), 1-8.
- Arabit-García J. & Prendes-Espinosa, M^a. P. (2020). Metodologías y Tecnologías para enseñar STEM en Educación Primaria: análisis de necesidades. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 57, 107-128. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2020.i57.04>
- Aragón, A., Llorente, M., & Pérez, M. (2020). Desarrollo de proyectos STEM en educación secundaria: análisis de una experiencia en el aula. En Actas XXI Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (pp. 77-88).
- Baelo Álvarez, R., Valle Florez, R. E., & Fernández Raga, M. (2018). *Hacia una sociedad 4.0: Efectividad de las medidas educativas impulsadas en Castilla y León para el desarrollo de competencias STEM*. Valladolid: CESCyL. <http://www.cescyl.es/es/publicaciones/premios/hacia-sociedad-4-0-efectividad-medidas-educativas-impulsada.ficheros/67192-premio%20CES%20-%20competencias%20stem.pdf>
- Calavia Lombardo, S., Mazas Gil, B., Bravo Torija, B. (2022). ¿Qué contenidos de bioética se abordan en los libros de Cultura Científica de

- 1º de bachillerato? ¿Cuáles y cómo los trabajan los docentes en sus aulas?. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 19, 2, 2103-2103. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i2.2103
- Comisión Europea. (2019). Apoyo a las profesiones docentes para obtener mejores resultados de aprendizaje. https://ec.europa.eu/education/sites/default/files/supporting-teaching-professionals_en.pdf
- Domènech, J., Lope, S., Mora, L. (2019). Qué proyectos STEM diseña y qué dificultades expresa el profesorado de secundaria sobre Aprendizaje Basado en Proyectos. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 16, 2, 2203. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i2.2203
- Ferrada, C., Díaz-Levicoy, D. y Puraivan, E. (2022). Aula en un ambiente STEM: una oportunidad para la innovación. *Revista DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia*, 8, 40, <https://raco.cat/index.php/DIM/article/view/402812>.
- ELITe_Enhancing Learning in Teaching via e-inquiries (2019). *Handbook with guidelines for STEM teachers' inquiry and reflective practice*. <http://www.learning-in-teaching.eu/index.php/en/intellectual-outputs/io6>
- ELITe_Enhancing Learning in Teaching via e-inquiries (2019). *Policy envisions and requirements for STEM teachers' competence development: the case of Greece, Netherlands, Bulgaria and Spain*. <http://www.learning-in-teaching.eu/images/docs/EN/IO1/IO1.pdf>
- Flores, E., López, S. y Fuentes, M. (2021). Desarrollo de proyectos STEM en educación secundaria: retos y oportunidades para el profesorado. En Actas II Congreso Internacional de Innovación Educativa y Docencia en Red (pp. 356-366).
- Inspectorate of the Department of Education (2020). *STEM Education 2020: Reporting on Practice in Early Learning and Care, Primary and Post-Primary Contexts* <https://www.gov.ie/pdf/?file=https://assets.gov.ie/86096/a71d71e8-6ea1-4c62-9cc5-a2a38cffdd6f.pdf#page=null>
- Pérez Torres, M., Couso, D., & Márquez, C. (2020). ¿Cómo diseñar un buen proyecto STEM? Identificación de tensiones en la co-construcción de una rúbrica para su mejora. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 18(1), 1301. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1301
- Rodríguez-Fuentes, A., González-Gómez, D., & Navarro-Laboulais, J. (2021). The role of educational inspection in supporting STEM education: A systematic review. *Journal of Educational Technology & Society*, 24(1), 1-16.
- Sánchez-Gómez, M. C., & Sánchez-Martínez, L. M. (2020). La formación continua de los docentes en el ámbito STEM y la labor de la inspección educativa. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 22(1), 1-12.
- Shernoff, D.J., Sinha, S., Bressler, D.M. et Ginsburg, L. (2017). Assessing teacher education and professional development needs for the implementation of integrated approaches to STEM education. *International Journal of STEM Education*, 4, 13. <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0068-1>
- Toma, R., Greca, I. y Meneses-Villagrà, J. (2017). Dificultades de maestros en formación inicial para diseñar unidades didácticas usando la metodología de indagación. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 14(2), 441-457.
- Wang H.H., Moore T.J., Roehrig G.H., Park M.S. (2011) STEM Integration: Teacher Perceptions and Practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 1(2) 1–13.