

Competencias STEAM para una sociedad tecnológicamente avanzada: Una visión desde Castilla y León

Roberto Baelo Álvarez¹, María Ángeles Turrado Sevilla², Estefanía Gómez Muñoz¹, Ruth Cañón Rodríguez¹, Sheila García Martín¹, Rosa Eva Valle Flórez¹, 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.

rbaea@unileon.es

Abstract. Los retos que existen en una sociedad con un alto componente tecnológico exigen de una ciudadanía formada y capaz de desenvolverse en estos entornos y contextos. El presente trabajo presenta algunos factores clave para fomentar el interés en las competencias STEAM (ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas) entre los estudiantes. Se reflexiona sobre estrategias pedagógicas, el rol del docente y las actividades llevadas a cabo en la región de Castilla y León, España, con el objetivo de mejorar la educación en STEAM.

Keywords. STEAM, motivación, formación docente, actividades STEM.

1. Introducción

Actualmente nos enfrentamos, como sociedad, a grandes desafíos que requieren de una ciudadanía con habilidades y competencias que han llevado a un cambio en la concepción de nuestro modelo educativo. En esta línea las competencias se han asentado en el centro de este modelo y se ha rediseñado el mismo con la finalidad de que los estudiantes adquieran una serie de ellas consideradas como esenciales para desarrollarse personal y profesionalmente. Entre estas competencias clave encontramos

las relacionadas con la matemática, la ciencia, la tecnología y la ingeniería. Estas competencias se agrupan bajo el acrónimo STEM (por sus siglas en inglés) y han cobrado un gran protagonismo en estas primeras décadas del siglo XXI. En la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOMLOE) las competencias STEM están presentes, al igual que lo están otras de corte más social, humanístico o artístico y que permiten el abordaje de enfoques globales, más amplios como el STEAM. Este enfoque incluye cuestiones vinculadas con las humanidades, el arte o las ciencias sociales y, de esta forma, se promueve el desarrollo de habilidades creativas y críticas, así como la comprensión de la interconexión entre las disciplinas STEM y su impacto en la sociedad y el medio ambiente. El desarrollo de habilidades y competencias STEAM favorecen el desarrollo profesional y personal de la ciudadanía dentro de un mundo cada vez más globalizado y competitivo, permitiéndonos afrontar los retos tecnológicos y sociales existentes. A pesar de la relevancia de estas competencias, el número de estudiantes interesados en enfocar su desarrollo profesional en los campos STEM es cada vez menor (DigitalES, 2019). Se ha generado un desequilibrio entre las demandas de perfiles profesionales del ámbito STEM que tiene el actual mercado laboral y el número de titulados o profesionales existentes. Esta situación, además, augura un futuro difuso, ya que las previsiones señalan que en las próximas décadas habrá un importante incremento en la demanda de profesionales STEM (Leal Martín, 2023).

2. Factores que influyen en la elección de una titulación o profesión STEM

Nos encontramos ante una situación en la que la demanda de perfiles profesionales STEM va al alza en el mercado laboral internacional, al mismo tiempo que somos testigos de una crisis en las vocaciones STEM (Ayuso et al., 2022; Baelo et al., 2018). Los motivos por los que estamos ante esta situación son variados. El primero se relaciona con la importante presencia de la tecnología en todos los ámbitos de nuestra vida y que ha potenciado la necesidad de personal competente en los ámbitos STEM en cualquier ámbito profesional. El segundo podría relacionarse con los motivos

que llevan a los estudiantes a escoger, rechazar o abandonar estudios vinculados con las profesiones STEM.

En este segundo grupo, de mayor interés desde una perspectiva educativa, encontramos variadas explicaciones y motivaciones, aunque los elementos esenciales que tienen una mayor incidencia en la toma de decisiones de los estudiantes para decantarse por una titulación o profesión STEM se pueden agrupar en torno a las siguientes categorías:

- El interés personal hacia la temática STEM. Se trata de una cuestión esencial, disponer de referentes, conocer el ámbito, estar interesado en las disciplinas, prácticas o temáticas que se abordan es una cuestión esencial a la hora de formarse en este campo.
- Las habilidades y capacidades que tienen los estudiantes en torno a las áreas STEM. Estas son una clave fundamental para tener éxito en el desarrollo de una profesión STEM.
- La autopercepción del estudiante sobre su capacidad para formarse y desarrollarse en el ámbito STEM. Las creencias que los estudiantes tienen sobre sus posibilidades de éxito, sus opciones de finalizar una titulación, desarrollar una tarea o un trabajo en el ámbito STEM, sus creencias actitudinales en relación con su autoeficacia tienen un gran peso a la hora de decantarse por una u otra titulación.
- El contexto social también es un elemento determinante. El apoyo de la familia, así como las aspiraciones que presenta el estudiante en relación con su futuro profesional condicionan la elección. Este elemento tiene un claro reflejo cuando se analizan los motivos que llevan a que existan colectivos infrarrepresentados en las titulaciones y profesiones STEM.
- La imagen social, la percepción y el valor que da el entorno social a los profesionales del ámbito STEM es un elemento que influye en la toma de decisiones de los estudiantes. La percepción de retorno económico, así

como la valoración social que se da a los profesionales STEM, son factores que influyen en la decisión de los estudiantes.

3. Docentes, Administración y currículo STEM

En Castilla y León desde el curso 2015-2016 se han puesto en funcionamiento diferentes iniciativas amparadas por la Dirección General de Innovación y Equidad Educativa de la Junta de Castilla y León. Estas propuestas se han desarrollado con carácter experimental y la finalidad de fomentar las competencias STEM. Entre estas acciones encontramos proyectos de innovación educativa enfocados a la utilización de técnicas de programación y robótica en las aulas y en los que las tecnologías de la información y la comunicación, así como la formación y apoyo al profesorado son elementos esenciales. Para un mayor detalle de una parte de estos recomendamos la lectura del trabajo ganador del Premio de Investigación del CES de Castilla y León, en su edición de 2017 (Baelo et al., 2018).

No podemos dejar de resaltar el papel esencial que juegan los maestros, profesores, asesores, inspectores educativos y, en general, la administración educativa en la implementación y desarrollo de prácticas que permitan desarrollar y fomentar las competencias STEM. La participación y compromiso de todos los agentes que están directamente implicados en las actuaciones que se llevan a cabo en las instituciones educativas es esencial para poder avanzar hacia la mejora educativa y en este sentido, el campo de las competencias STEM no es una excepción.

La literatura revisada señala que el docente y sus actuaciones juegan un rol fundamental para despertar el interés y favorecer el desarrollo en el campo STEM. Estas actuaciones han de formar parte de una línea de trabajo, de un proyecto que debe contar con un respaldo institucional que permita asumir como rasgo identitario el fomento de un curriculum STEM (Estévez-Mauriz & Baelo, 2021).

De igual manera, el enfoque desde el que se plantea el desarrollo de las competencias STEM también influye en los resultados. A este respecto, las consecuencias a nivel internacional parecen indicar que el trabajo

integrado de las materias STEM tiene un efecto positivo en los resultados académicos de los estudiantes, al igual que el trabajo colaborativo entre el alumnado y también entre los propios docentes. Además, el fomentar la realización de actividades prácticas, así como el uso de herramientas tecnológicas son cuestiones que facilitan la adquisición y desarrollo de las competencias STEAM (Becker & Park, 2011; Micari & Pazos, 2021; Niess & Gillow-Wiles, 2013; Roehrig et al., 2021; Struyf et al., 2019; Thibaut et al., 2018).

De igual forma, no se ha de pasar por alto la necesidad de disponer de una buena formación por parte de los docentes, tanto en el aspecto disciplinar como en el metodológico, que permita el desarrollo de conceptos y prácticas STEM adecuadas a los intereses y capacidades de los estudiantes (DigitalES, 2019).

4. Formación del profesorado para el fomento de las competencias STEM en Castilla y León

Como se ha señalado, en Castilla y León desde el curso 2015-2016 se han puesto en marcha, en el ámbito de la educación formal, diferentes proyectos con la intención de favorecer el desarrollo de las competencias STEAM. Estas actuaciones han ido acompañadas de otras desarrolladas desde ámbitos no formales y también por iniciativas impulsadas desde instituciones de educación superior y cuyos destinatarios han sido escolares de etapas pre-universitarias.

Dada la relevancia de la formación de los docentes para el fomento de las competencias STEAM, señalamos a continuación algunos de los proyectos que han sido desarrollados por la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León vinculados a la formación docente en ámbitos STEAM. En este sentido uno de los pioneros puede haber sido el Proyecto de Innovación Educativa “Ingenia” cuya finalidad era la formación del profesorado mediante la utilización de lenguajes de programación, así como su aplicación posterior sobre kits de robótica para fomentar las competencias STEAM entre el alumnado. Este proyecto ha estado funcionando hasta el curso 2022-2023 y ha contado con dos modalidades, una para Primaria y otra para Secundaria.

El programa “Ingenia Primaria” ha tenido como destinatarios docentes de educación infantil y primaria o servicios de apoyo que se han formado, con el apoyo de la empresa Abacus Innova/ Robotix, en técnicas de programación y robótica utilizando kits LEGO WeDo 2.0. En cuanto al programa “Ingenia Secundaria” la finalidad de este ha sido la de formar al profesorado de Educación Secundaria, con el apoyo de Microsoft y Possible Lab, en técnicas de programación y su aplicación a la robótica, haciendo uso de placas Arduino.

Además del Proyecto Ingenia, también se han desarrollado otros como Conecta, que busca la formación del profesorado en técnicas de Internet de las cosas para fomentar las competencias STEAM; el APPLICA que ha buscado la formación del docente en técnicas de programación que les permitan la creación de APPs de uso didáctico para ser integradas en el currículo, ambas desarrolladas con la participación de zTraining; EspaCyaL.es, en el que colabora la Oficina Europea de Recursos para la Educación Espacial en España, y que pretende acercar el espacio al aula y proporcionar recursos para mejorar su alfabetización y competencias en materias STEM; o el proyecto Crea vinculado con la formación del profesorado en técnicas de impresión 3D utilizando proyectos multidisciplinares que ha sido desarrollado con la colaboración de León 3D.

Estos proyectos han contribuido a la formación del docente, buscando que éstos puedan hacer llevar al aula los avances tecnológicos y didácticos existentes, despertando el interés y desarrollando las competencias relacionadas con el ámbito STEAM.

5. Conclusiones

La amplia demanda existente, tanto a nivel nacional como internacional de profesionales del ámbito STEM parece coincidir con una crisis vocacional o motivacional hacia estos campos. Ante esta situación los sistemas educativos de los países más avanzados han comenzado a poner en marcha diferentes actuaciones con la finalidad de fomentar desde las primeras edades el interés por los campos STEM (Baelo et al., 2018).

A nivel regional y desde mediados de la segunda década del nuevo siglo se han iniciado programas con la intención de desarrollar el interés y la motivación hacia el ámbito STEM. Gran parte de los programas institucionales han tenido el acierto de dirigirse hacia la formación de los docentes, un aspecto de gran relevancia, ya que éstos juegan un papel esencial a la hora de despertar el interés y favorecer el desarrollo de las competencias STEAM de su alumnado.

Sin embargo, a pesar de la idoneidad de estas medidas se echa en falta la evaluación y conocimiento del impacto real que están teniendo estas actuaciones. A este respecto, sería recomendable que la Administración educativa conformase un grupo de trabajo multidisciplinar que permitiera la puesta en marcha de un plan institucional, que impulse el desarrollo de las competencias STEAM en los centros de la Comunidad.

Este programa debería definir cómo se pretende trabajar el desarrollo de las competencias STEAM en los centros, precisar el programa formativo de los docentes, las inversiones materiales en los centros, los planes de actuaciones y realizar una evaluación de resultados de cada uno de ellos. Este último elemento, la evaluación, es fundamental para conocer si los resultados de las inversiones que se están desarrollando se encuentran en la línea de los esperados o si por el contrario el programa o la planificación diseñada requiere de modificaciones.

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

- Ayuso, A., Merayo, N., Ruiz, I., & Fernández, P. (2022). Challenges of STEM Vocations in Secondary Education. *IEEE Transactions on Education*, 65(4), 713-724. <https://doi.org/10.1109/TE.2022.3172993>
- 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>
- Becker, K. H., & Park, K. (2011). Integrative Approaches among Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Subjects on Students' Learning: A Meta-Analysis. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 12(5). <https://www.jstem.org/jstem/index.php/JSTEM/article/view/1509>
- DigitalES. Asociación Española para la Digitalización. (2019). *El desafío de las vocaciones STEM. Por qué los jóvenes españoles descartan los estudios de ciencia y tecnología* (p. 46). DigitalES. Asociación Española para la Digitalización. <https://www.digitales.es/wp-content/uploads/2019/09/Informe-EL-DESAFIO-DE-LAS-VOCACIONES-STEM-DIGITAL-AF-1.pdf>
- Estévez-Mauriz, L., & Baelo, R. (2021). How to Evaluate the STEM Curriculum in Spain? *Mathematics*, 9(3). <https://doi.org/10.3390/math9030236>
- Leal Martín, S. (2023, marzo). Metaverso y chatbots: ¿nuevas herramientas contra el desempleo? *Cuadernos del mercado de trabajo*, 9, 12. <https://www.sepe.es/HomeSepe/que-es-el-sepe/que-es-observatorio/Revista-cuadernos-del-mercado-de-trabajo/detalle-articulo?folder=/cuartarevolucionindustrialysuimpactoenelmercadolaboralylaformacion/metaversoychatbotsnuevasherramientascontraeldesempleo>
- Micari, M., & Pazos, P. (2021). Beyond grades: Improving college students' social-cognitive outcomes in STEM through a collaborative learning environment. *Learning Environments Research*, 24(1), 123-136. <https://doi.org/10.1007/s10984-020-09325-y>
- Niess, M., & Gillow-Wiles, H. (2013). Advancing K-8 Teachers' STEM Education for Teaching

Interdisciplinary Science and Mathematics with Technologies. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 32(2), 219-245.

<https://www.learntechlib.org/primary/p/39518/>

Roehrig, G. H., Dare, E. A., Ring-Whalen, E., & Wieselmann, J. R. (2021). Understanding coherence and integration in integrated STEM curriculum. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 2.

<https://doi.org/10.1186/s40594-020-00259-8>

Struyf, A., De Loof, H., Boeve-de Pauw, J., & Van Petegem, P. (2019). Students' engagement in different STEM learning environments: Integrated STEM education as promising practice? *International Journal of Science Education*, 41(10), 1387-1407.

<https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1607983>

Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., Boeve-de Pauw, J., Dehaene, W., Deprez, J., De Cock, M., Hellinckx, L., Knipprath, H., Langie, G., Struyven, K., Van de Velde, D., Van Petegem, P., & Depaepe, F. (2018). Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education. *European Journal of STEM Education*, 3(1).

<https://eric.ed.gov/?id=EJ1178347>